

Российский фонд фундаментальных исследований
Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере
Фонд «Международный инкубатор технологий» (г. Москва)
ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»
ГОУ ВПО «Академия народного хозяйства при Правительстве РФ»
ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»
Российская Академия Естественных Наук
ГУ Национальный парк «Марий Чодра»
Малое предприятие «ОРОЛ»
Пансионат с лечением «Яльчик»

МАТЕРИАЛЫ ТРЕТЬЕЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ



«НАУКА И ИННОВАЦИИ — 2008»

ISS «SI-2008»:

Материалы Третьего международного научного семинара
«Фундаментальные исследования и инновации»
и Всероссийского молодежного научного семинара
«Наука и инновации – 2008»

28 июля — 3 августа 2008 г

Йошкар-Ола 2008

Российский фонд фундаментальных исследований
Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере
Фонд «Международный инкубатор технологий» (г. Москва)
ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»
ГОУ ВПО «Академия народного хозяйства при Правительстве РФ»
ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»
Российская Академия Естественных Наук
ГУ Национальный парк «Марий Чодра»
Малое предприятие «ОРОЛ»
Пансионат с лечением «Яльчик»

**МАТЕРИАЛЫ
ТРЕТЬЕЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНОЙ ШКОЛЫ
«НАУКА И ИННОВАЦИИ — 2008»
ISS «SI-2008»:**
Материалы Третьего международного научного семинара
«Фундаментальные исследования и инновации»
и Всероссийского молодежного научного семинара
«Наука и инновации – 2008»

28 июля — 3 августа 2008 г

Йошкар-Ола 2008

УДК 001.895:(53+57+316+61)

ББК Ч21к94+В3+Е0+С+Р

М 341

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ ISS «SI-2008»

- И. И. Попов (Россия, Йошкар–Ола) – **председатель**
- В. Г. Зинов (Россия, Москва) – **сопредседатель**
- В. А. Козлов (Россия, Чебоксары) – **ученый секретарь**
- Ю. Б. Грунин (Россия, Йошкар–Ола)
- И. П. Зелди (Россия, Йошкар–Ола)
- В. К. Канюка (Москва)
- Поль Мандель (Бельгия, Свободный университет Брюсселя)
- С. А. Моисеев (Россия: Казань, Канада)
- Д. В. Николаев (Россия, Москва)
- Дж. Одюрс (Бельгия, Католический университет Лёвена)
- В. В. Самарцев (Россия, Казань)
- А. П. Сухоруков (Россия, Москва)
- Э. М. Шарапов (Россия, Йошкар–Ола)
- Р. Н. Шахмуратов (Россия, Казань)
- А. А. Шуканов (Россия, Чебоксары)
- В. Г. Яшин (Россия, Москва)
- Л. В. Нестеренко – представитель Фонда СРМФП в НТС (Россия, Москва)

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ ISS «SI-2008»

- И. И. Попов (Россия, Йошкар – Ола) – **председатель**
- В. Г. Зинов (Россия, Москва) – **сопредседатель**
- А. А. Шуканов (Россия, Чебоксары) – **сопредседатель**
- В. А. Козлов (Россия, Чебоксары) – **ученый секретарь**
- Т. Л. Балдина (Россия, Йошкар – Ола)
- П. П. Баскевич (Россия, Казань)
- Т. С. Гильмутдинов (Россия, Йошкар – Ола)
- Н. В. Глотов (Россия, Йошкар – Ола)
- Ю. Б. Грунин (Россия, Йошкар – Ола)
- И. П. Зелди (Россия, Йошкар – Ола)
- В. П. Ившин (Россия, Йошкар – Ола)
- В. Ж. Карпов (Россия, Йошкар – Ола)
- Л. И. Камышева (Россия, Йошкар – Ола)
- Л. Б. Киселева (Россия, Йошкар – Ола)
- И. И. Кузьменкова (Россия, Москва)
- Л. В. Нестеренко (Россия, Москва)
- В. Т. Нигматуллина (Россия, Йошкар – Ола)
- Д. В. Николаев (Россия, Москва)
- С. А. Туйкин (Россия, Москва)
- Э. М. Шарапов (Россия, Йошкар – Ола)
- В. Г. Яшин (Россия, Москва)

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Д-р физ.-мат. наук **И. И. Попов** (председатель редакционного совета)

Д-р биол. наук, канд. мед. наук, **В. А. Козлов** (зам. председателя редакционного совета)

Д-р физ.-мат. наук **В. В. Самарцев**,

Д-р эконом. наук **В. Г. Зинов**, канд. техн. наук **В. Г. Яшин**

М341 Материалы Третьей международной научной школы «Наука и инновации – 2008» ISS «SI-2008»: Материалы Третьего международного научного семинара «Фундаментальные исследования и инновации» и Всероссийского молодежного научного семинара «Наука и инновации – 2008» / Под ред. И. И. Попова, В. А. Козлова, В. В. Самарцева, В. Г. Зинова, В. Г. Яшина. – Йошкар–Ола: МарГУ, 2008. – 283 с.

ISBN 978-5-94808-435-0

В данный сборник вошли лекционные заметки и статьи приглашенных лекторов по актуальным научным проблемам, сообщения докладчиков по инновационно-ориентированным НИР и лучшие выступления молодых ученых по программе «У.М.Н.И.К.»

www.marsu.ru

УДК 001.895:(53+57+316+61)

ББК Ч21к94+В3+Е0+С+Р

ISBN 978-5-94808-435-0

© Марийский государственный университет, 2008.

СОДЕРЖАНИЕ

I. ТРЕТИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР

"ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ"

Попов И. И., Козлов В. А.

Третья международная научная школа «Наука и инновации 2008»: содержание и перспективы 7

«ИННОВАТИКА»

Зинов В. Г., Кузьменкова И. И.

Государственная политика в области венчурного финансирования инновационной деятельности 10

Попов И. И.

Многофункциональная модель привлечения интеллектуальных ресурсов в инновационный бизнес, как форма активизации развития экономики Республики Марий Эл 26

Попов И. И., Гладышева Е. И., Рыбакова А. Е., Рыбакова О. Е.

Проектное обучение специалистов в вузе по индивидуальным планам согласно реализации научно – инновационных проектов 29

Абдуллаев В. И., Попов И. И., Куклина Г. И., Рычкова И. М.

Проблемы информационной поддержки виртуального инновационно – технологического центра 39

Курманаевский В. А.

Структура и функции регионального агентства инновационного развития 46

«ФИЗИКА РЕЗОНАНСНЫХ ЯВЛЕНИЙ И ЕЕ ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ»

Белоненко М. Б., Лебедев Н. Г., Тузалина О. Ю.

Решетки электромагнитных солитонов в углеродных нанотрубках с оптическими примесями при низких температурах 48

Калачёв А. А., Калашиников Д. А., Калинин А. А., Митрофанова Т. Г., Самарцев В. В., Шкаликов А. В.

Бифотонная спектроскопия примесных кристаллов: достоинства и возможные применения 56

Каримуллин К. Р., Калачёв А. А., Зуйков В. А., Самарцев В. В.

Особенности сигналов фотонного эха в кристалле граната с высоким содержанием ионов тулия 62

Нигматуллина В. Т., Попов И. И., Козлов В. А.

Диэлектрическая спектроскопия растворов компонентов плазмы крови 67

Кокурин М. Ю., Попов И. И., Нигматуллина В. Т., Попова Г. Л.

Моделирование режимов формирования многоимпульсного фотонного эха и его применение для решения бинарной задачи о рюкзаке 79

Самарцев В. В.

Когерентная оптическая спектроскопия раковых клеток на основе фемтосекундного аккумулированного фотонного эха 82

Шахмуратов Р. Н., Одюрс Дж., Мандель Поль

Однофотонные источники и взаимодействие одного фотона с резонансной средой 86

«ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ИННОВАЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ»

Глотов Н. В.

Фундаментальные проблемы и прикладные аспекты популяционной биологии растений 91

Гильмутдинов Т. С., Гильмутдинов Р. Т., Карпов В. Ж., Любушкин Н. В.

Оптимизация тренировочного процесса полиатлонистов с помощью контроля методом измерения КУРП (омега – потенциала) 97

Васина Е. М., Зелди И. П.

Методы оценки загрязнения окружающей среды диоксинами и диоксиноподобными веществами	101
<i>Григорьев С. Г., Шуканов Р. А., Шуканов А. А., Козлов В. А., Архипова М. Н.</i>	
Совершенствование физиологических систем у хрячков в биогеохимических условиях чувашского юго – востока с использованием биогенных веществ.....	105
<i>Грунин Ю. Б., Грунин Л. Ю., Никольская Е. А.</i>	
Структура поверхности аморфных областей некоторых видов целлюлозы.....	110
<i>Ившин В. П., Морозова Т. В., Ившина Т. Н., Шарнина Ф. Ф.</i>	
Хитинсодержащие продукты природных объектов	117
<i>Камышева Л. И., Зелди И. П.</i>	
Молекулярные механизмы регуляции мозгового кровообращения	125
<i>Козлов В. А., Любовцев В. В., Шарапов Э. М., Попов И. И., Балдина Т. Л., Свечников А. Л., Васильев А. Н., Любовцева Е. В., Шарапов М. Э.</i>	
Качественно – количественный состав ингибитора α -амилазы из отрубей пшеницы.....	131
<i>Козлов В. А., Новиков К. В., Ионова Д. А., Васильев А. Н., Матьков К. Г., Лычиков А. Н.</i>	
Реакции конденсации с мочевиной как новое направление синтеза 5-замещенных гидантоинов и производных пиперидина	136
<i>Митрасов Ю. Н., Савинова Н. П., Смолина И. Н., Кондратьева О. В., Фролова М. А., Лукичева Н. А., Гаврилова А. В.</i>	
Стратегия целенаправленного поиска регуляторов роста растений.....	141
<i>Николаев Д. В., Руднев С. Г., Смирнов А. В., Туйкин С. А., Казакова О. А.</i>	
Возможности биоимпедансного типирования в антропологии и клинической практике..	152
<i>Сухоруков Б. И., Тихоненко С. А., Сабурова Е. А., Шабарчина Л. И.</i>	
Создание полиэлектролитного ферментного микродиагностикума многоразового использования, изучение его свойств и возможности применения для клинико – биохимического анализа	156
<i>Хохлова Е. А.</i>	
Коррекция микронутриентного дисбаланса в рационе питания населения Чувашской Республики с помощью региональных биологически – активных добавок к пище	158
<i>Козлов В. А., Балдина Л. А., Попов И. И., Степанова Л. А., Шарапов Э. М.</i>	
Блокада альфа – амилазы, как альтернативный путь коррекции постпрандиальной гликемии	164
<i>Шарапов Э. М., Марьин Г. С., Апаева Н. Н., Балдина Т. Л., Свечников А. К., Вафин Н. К., Вафин Р. Н., Вафин И. Н.</i>	
Новая методика увеличения показателя числа падения ржаной муки	167
<i>Ахметзянов К. Г.</i>	
Многопрофильный центр гомеопатии — модель развития гомеопатической службы в Республике Марий Эл	171

II. ТРЕТИЙ МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР

"ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ — 2008"

Яшин В. Г.

Проведение бизнес анализа инновационных и инвестиционных проектов.....	176
<i>Каримуллин К. Р.</i>	
Когерентное и некогерентное фотонное эхо и пути решения научно – инновационных задач по спектроскопии биологических объектов	191
<i>Москаленко О. И.</i>	
Способ скрытой передачи информации на основе хаотической синхронизации, обладающий устойчивостью к шумам.....	196

III. КЛУБ ПРОФЕССОРСКОЙ МЫСЛИ**«МЕЖВУЗОВСКИЙ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ
ИННОВАЦИОННО – ОРИЕНТИРОВАННЫЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР»**

<i>Воронов Л. Н., Жукова Е. А., Козлов В. А.</i>	
Новый принцип моделирования нейронных систем на примере межполушарной асимметрии мозга птиц	201
<i>Зелди И. П., Киселева Л. Б., Камышева Л. И.</i>	
Биохимические механизмы регуляции процессов обеспечения головного мозга глюкозой	213
<i>Карпов Н. В., Карпов В. Ж., Карпова Е. В.</i>	
Проблемы компьютерного проектирования автоматизированных обучающих систем в электротехнике	222
<i>Козлов В. А., Ионова Д. А., Попов И. И., Гладышев А. М., Лопатиев О. А.</i>	
Перспективы использования газовых ресурсов Черного моря	226
<i>Орлов А. И., Попов И. И., Соловьёв В. Г.</i>	
Проблемы повышения эффективности электротехнического комплекса системы теплоснабжения г. Йошкар – Олы	229
<i>Скворцов А. И., Фишман А. И.</i>	
Инновационный учебник по физике. Что это такое?	234
<i>Смоленцев С. Ю., Папуниди К. Х., Гасанов А. С.</i>	
Применение природных минералов и янтарной кислоты для коррекции обмена веществ сельскохозяйственных животных	239

IV. ДОКЛАДЫ ПО ПРОГРАММЕ "У.М.Н.И.К"**«ФОНД СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ МАЛЫХ ФОРМ ПРЕДПРИЯТИЙ
В НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКОЙ СФЕРЕ»**

<i>Архипова М. Н.</i>	
Становление и развитие функциональных систем у боровков в биогеохимических условиях Чувашского центра с назначением биогенных соединений	243
<i>Балдина Т. Л.</i>	
Биологически активные вещества для регулирования концентрации сахара в крови человека	246
<i>Васина Е. М.</i>	
Экспресс – метод определения смеси диоксинов в пищевых продуктах, почве и воде	248
<i>Глушков Н. В., Изияев И. Р.</i>	
Диэлектрическая спектроскопия как метод диагностирования качества сетевой воды	250
<i>Ионова Д. А.</i>	
Гибридное устройство для получения электроэнергии из гидратов метана и сероводорода	253
<i>Князев Д. А.</i>	
Метод диагностирования автомобильного масла по его диэлектрическим спектрам	256
<i>Корнилова Л. Г.</i>	
Разработка аппаратно – программного комплекса для передачи информации по гидроакустическому каналу связи на основе шумоподобных сигналов	259
<i>Латыпов И. З.</i>	
Фемтосекундный время – разрешенный бифотонный релаксометр	262
<i>Морозова Т. В.</i>	
Хитинсодержащие соединения и материалы из плодовых тел высших грибов произрастающих в регионах среднего Поволжья	264
<i>Рычкова И. М.</i>	
Виртуальный инновационно – технологический центр	268

Свечников А. К.

Подавление стафилококковых болезней с помощью биологически активных веществ
пшеничных зерен 271

Смирнов М. А., Кузьминых С. И.

Метод диагностирования трансформаторного масла по его диэлектрическим спектрам..273

Смоленцев С. Ю.

Профилактика железодефицитной анемии поросят с помощью сукцината железа 275

ФОТОХРОНИКА ТРЕТЬЕЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ

«НАУКА И ИННОВАЦИИ — 2008» 277

Четвертая международная научная школа «Наука и инновации — 2009»:

Первое информационное сообщение 281

І. ТРЕТИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР

"ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ"

ТРЕТЬЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА «НАУКА И ИННОВАЦИИ 2008»: СОДЕРЖАНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

И. И. Попов¹, В. А. Козлов²

¹ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»,
(424001, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1)

E-mail: popov@marsu.ru

²ГОУ ВПО Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева,
(428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38),

E-mail: pooh12@yandex.ru

Третья международная научная школа «Наука и инновации 2008» реализовала себя как научное мероприятие, продолжившее и развившее традиции, заложенные проведенными нами в 2006 – 2007 гг. Первой и Второй международными научными школами «Наука и инновации». В рамки научной школы «Наука и инновации 2008» органично влились Третий международный научный семинар «Фундаментальные исследования и инновации» и молодежный научный семинар «Фундаментальные исследования и инновации — 2008», проведенные под эгидой РФФИ. На Третьей международной научной школе «Наука и инновации 2008» с успехом прошла такая хорошо зарекомендовавшая себя форма общения ученых, как межвузовский междисциплинарный инновационно – ориентированный научный семинар «Клуб профессорской мысли». Как и год назад, успешно был реализован отбор победителей программы «Участник молодежного научно – инновационного конкурса» (далее, программа «У.М.Н.И.К.»).

Третий международный научный семинар «Фундаментальные исследования и инновации» включал работу четырех секций и трех сателлитных симпозиумов: секции «Инноватика»; «Особенности выполнения фундаментальных и фундаментально-поисковых НИР в области физики в составе единого инновационного цикла»; «Особенности выполнения фундаментальных и фундаментально – поисковых НИР в области биологии и медицины в составе единого инновационного цикла»; стендовая секция; сателлитный симпозиум «Физика резонансных явлений и ее инновационные аспекты»; сателлитный симпозиум «Живые системы и их инновационная привлекательность»; сателлитный симпозиум «Проблемы природопользования и инновационные пути их решения», заседания семь круглых столов.

В рамках сателлитных семинаров наиболее близкие к коммерциализации результаты фундаментальных исследований были заслушаны на междисциплинарном научно-инновационном семинаре «Клуб профессорской мысли». В результате обсуждения научных сообщений был произведен предварительный технологический аудит деятельности авторов сообщений и рекомендованы наиболее коммерциализуемые прикладные направления развития результатов фундаментальных исследований.

В целом в результате работы Третьего международного научного семинара «Наука и инновации 2008» было заслушано ряд лекций ведущих ученых, определивших наиболее перспективные участки ряда областей знаний с точки зрения создания научно – инновационных заделов, полезная работа выполнена по поиску новых коммерциализуемых идей, по определению эффективности путей их реализации и выбору моделей их капитализации и коммерциализации.

Число участников семинара составило 103 человека. Свои научные сообщения представили ученые Казани, Чебоксар и Йошкар – Олы, Москвы, Санкт – Петербурга, Волгограда, в том числе два коллеги из Бельгии. Среди них было много молодых научных работников из Саратова, Казани, Чебоксар и Йошкар – Олы. Именно для них был организован конкурс программы «У.М.Н.И.К.» и научно – практический семинар «Проведение бизнес – анализа инновационных и инвестиционных проектов». Основными организаторами Третьего международного научного семинара «Фундаментальные исследования и инновации» были Марийский государственный университет, Чувашский педагогический государственный университет им. И. Я. Яковлева, Факультет Инновационно – технологического бизнеса Академии народного хозяйства при Правительстве РФ, Российский фонд фундаментальных исследований, Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно – технической сфере и Фонд «Международный инкубатор технологий», малое предприятие ООО «Орол».

Одиннадцать лучших научно – инновационных предложений молодых ученых были заявлены на конкурс и заслушаны жюри конкурса, проводимого Фондом (федеральным) содействия развитию малых форм предприятий в научно – технической сфере (Фонд СРМФП в НТС) по программе «Участник молодежного научно – инновационного конкурса» («У.М.Н.И.К.». Шесть заявок рекомендовано для финансирования и в дальнейшем утверждено Фондом СРМФП в НТС. Четыре научных доклада обладателей грантов программы «У.М.Н.И.К. – 2007» были заслушаны в форме научных отчетов, по результатам сообщений работы всех участников программы «У.М.Н.И.К. – 2007» рекомендованы для финансирования на второй год.

Результаты конкурса утверждены Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно – технической сфере и вошли в проект № 8719 «Новые технические и биотехнологические решения в вопросах жизнеобеспечения и профилактики здоровья человека», на основе которого будет заключен государственный контракт.

Новой формой работы школы стало проведение директором НИЦКАДРЫ ФИТБ Академии народного хозяйства при Правительстве РФ, к.т.н., В. Г. Яшиным бизнес – школы для молодых ученых, на которой в целом была решена поставленная задача обучения молодежи современным формам построения бизнеса, основанного на новых научных достижениях. Молодые исследователи получили знания по правильному составлению бизнес – проектов и оформлению необходимой документации с использованием специального программного обеспечения, основам экономического аудита, выбору бизнес – модели и прогнозированию ее развития.

Таким образом, можно заключить, что сформулированные нами концептуальная установка, стратегическая цель и задачи Школы [1] оказались верной и востребованной формой междисциплинарного общения как состоявшихся, так и молодых ученых разных специальностей. Выбранная форма позволяет не только подвести определенные итоги научной и коммерческой деятельности, но также осуществить междисциплинарный аудит новых научных идей, форм и методов их реализации, провести оценку эффективности выбранной бизнес – модели продвижения инновации на рынок.

Такой вывод был подтвержден участниками школы, единогласно решившими:

1. Третий международный научный семинар «Фундаментальные исследования и инновации» прошел на высоком научном и организационном уровне, а работа ее организаторов и лично председателя программного и организационного комитетов заведующего кафедрой электро-механики Марийского государственного университета, д.ф. – м.н., профессора И. И. Попова, сопредседателя программного комитета декана Факультета Инновационно – технологического бизнеса Академии народного хозяйства при Правительстве РФ В. Г. Зинова и ученого секретаря профессора Чувашского государственного педагогического университета д.б.н., к.м.н. В. А. Козлова признана отличной. Поднятые физико – технические проблемы, проблемы физического и биологического подхода к решению биологических и медицинских про-

блем являются актуальными и перспективными как с точки зрения научной значимости, так и с позиции их коммерциализации;

2. Выразить глубокую признательность и коллективную благодарность участников Третьего международного научного семинара «Фундаментальные исследования и инновации» Марийскому государственному университету в лице ее ректора, профессора В. И. Макарова, Чувашскому педагогическому государственному университету им. И. Я. Яковлева в лице ее ректора, профессора Г. Н. Григорьева, Факультету Инновационно – технологического бизнеса Академии народного хозяйства при Правительстве РФ, в лице его декана профессора В. Г. Зинова, Российскому фонду фундаментальных исследований, Фонду содействия развитию малых форм предприятий в научно – технической сфере, Фонду «Международный инкубатор технологий», малому предприятию ООО «Орол», ГУ Национальный парк «Марий Чодра», Пансионату с лечением «Яльчик» за всемерную поддержку данного научно – инновационного мероприятия.

3. Отметить, что конкурс программы «У.М.Н.И.К.» прошел в условиях честной, но жесткой конкуренции, в ходе которой независимое жюри, состоящее из известных российских ученых (председателя — профессор, зав. кафедрой электромеханики, д.ф. – м.н., И. И. Попов и членов: д.б.н., к.м.н, профессор В. А. Козлов — Чебоксары, академик РАЕН, зав. кафедрой физики МарГТУ, академик РАЕН Ю. Б. Грунин — Йошкар – Ола, зав. кафедрой органической химии, профессор МарГУ В.П. Ившин, зав. кафедрой информационных систем в экономике, к.т.н. В.И. Абдулаев, профессор, зав. кафедрой биологии человека, к.б.н., И. П. Зелди — Йошкар – Ола, представителей ФСРМФП в НТС — председатель ФСРМФП в НТС П. П. Баскевича — Казань, куратора приоритетного направления «Информационные технологии» ФСРМФП в НТС Л. В. Нестеренко — Москва), отобрало шесть лучших инновационных проектов молодых ученых:

а) Васина Е. М. (МарГУ, г. Йошкар – Ола), «Определение смеси диоксинов в пищевых продуктах и воде»;

б) Балдина Т. Л. (МарГУ, г. Йошкар – Ола), «Биологически активные вещества для регулирования сахара в крови человека»;

в) Морозова Т. В. (МарГУ, г. Йошкар – Ола) «Хитинсодержащие материалы из плодовых тел высших грибов, произрастающих в регионах среднего Поволжья»;

г) Ионова Д. А. (ЧГПУ, г. Чебоксары) «Гибридное устройство для получения электроэнергии из гидратов метана и сероводорода»;

д) Архипова М. Н. (ЧГПУ, г. Чебоксары) «Становление и развитие функциональных систем у боровков в биогеохимических условиях Чувашского центра с назначением биогенных соединений»;

е) Князев Д. А. «Метод диагностирования автомобильного масла по его диэлектрическим спектрам».

Результаты работы Школы «Наука и инновации 2008» позволяют сделать вывод о качественном росте нашего научного форума, что позволяет надеяться на дальнейшее успешное перспективное развитие школы. Комплексной оценкой эффективности работы Школы может являться афоризм д.б.н., профессора Н. В. Глотова: «Это не может не привести к формулировке и нахождению методов решения реальных прикладных задач».

Литература

[1] Попов И. И. Вторая международная научная школа «Наука и инновации 2007» содержание и перспективы / Матер. второй междунаро. научн. шк. «Наука и инновации – 2007» ISS «SI – 2007». – Йошкар – Ола (2007) С. 5–8.

«ИННОВАТИКА»**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА В ОБЛАСТИ
ВЕНЧУРНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ****В. Г. Зинов, И. И. Кузьменкова***Факультет инновационно-технологического бизнеса Академии народного хозяйства
при Правительстве РФ, г. Москва***Что такое инновационный бизнес?**

Мы учим управлять инновациями, и сами являемся, фактически, инновационной фирмой. Мы придумали программу, вывели ее на рынок, когда вышли на объемы в 1 млн. \$, нам дали статус факультета. Однако ощущение того, что мы уже много знаем, так и не пришло в этой новой области знаний. Почему она нас так привлекала?

Тогда в 90-ые мы все с физико – техническим, инженерным, биологическим образованием считали себя достаточно умными, но хотели понять, как создается конкурентоспособный продукт, потому что в Советском Союзе конкурентоспособных продуктов для мирового рынка было очень мало. Т.е., мы этим занимаемся не потому, что такое дело пришло в руки, а потому что нас по – настоящему искренне интересовало, как это делается? Почему люди за рубежом, занимаясь наукой, выходят на приличные доходы? Их результат используется в практическом бизнесе, и они состоятельные люди, а не только живут на гранты. Там считается типичной, прекрасной карьерой, когда человек занимается каким – то техническим или научным вопросом, оканчивает аспирантуру, в результате научных исследований получает прикладной результат. Этот результат переносит в промышленность и много зарабатывает на этом, становится предпринимателем, либо остается ученым, но его результат приносит реальный доход ему и обществу. Вот это нас интриговало и ради этого мы этим занимались.

Мы стажировались в разных бизнес – школах за рубежом, в разных инфраструктурах, много чего было за 15 лет. И вот в реальных российских условиях мы постарались сделать образовательную программу и не одну, но самое главное мы стараемся быть «играющими тренерами». Мы стараемся объединить обучение с консалтингом и приглашать в качестве преподавателей менеджеров и консультантов из инновационной сферы. Например, кроме того, что я декан, руковожу консалтинговой фирмой, учрежденной Фондом содействия и нашей Академией. Несколько лет руководил Центром коммерциализации Института проблем химической физики РАН, уже 3 – 4 года являюсь членом Совета директоров технопарка «Идеи», пожалуй, лучшего технопарка России, который был создан правительством республики Татарстан и наработал очень интересный опыт. Вот уже третий год руковожу группой экспертов, которые отбирают проекты резидентов технико – внедренческих особых экономических зон. Последний год мы работаем только с Дубной, а вначале вообще со всеми. С этого года стал экспертом Региональных сессий практического консалтинга, которые проводит ОАО Российская венчурная компания, т.е. стараюсь быть в потоке меняющейся информации. И об этой информации хотел бы рассказать, поэтому мое выступление носит информационный характер.

Сейчас происходят необыкновенные вещи в России на нашей площадке. Почему необыкновенные, я этим занимаюсь с 91-го, и все, что было, не сравнить с тем, что происходит сейчас. Первый вопрос: государственная инициатива развития венчурной индустрии. Сейчас, с моей точки зрения, мы проходим такой же этап, как в начале 90-ых, когда создавали банки, страховые компании, и люди, их создававшие, никогда в жизни не работали в банках и страховых компаниях. Теперь же некоторые из них выросли настолько, что вышли на мировой

уровень и признаны мировым сообществом. Вот нечто аналогичное сейчас происходит, потому что венчурной индустрии у нас как таковой практически до сих пор не было, в силу ряда обстоятельств.

Почему государство за это взялось? Прежде всего, потому, что денег от продажи углеводородов приходит в страну много, и нельзя просто ждать, когда, изменится конъюнктура на рынке нефти и газ, потому правительство приняло целый ряд принципиальных решений. Эти решения мотивированы именно серьезными факторами. Мы очень сильно отстаем по параметрам, которые характеризуют экономику знаний, экономику инновационную, экономику, которая осваивает новые прогрессивные технологии. Мы теряем свои позиции в сферах, которые объявили нашими национальными приоритетами. Например, знаменитые нанотехнологии с 150 млрд. выделенных на корпорацию «Нанотех», тем не менее, количество Российских патентов по нанотехнологии за последние 4 года значительно снизилось, а у зарубежных партнеров значительно увеличилось. Россия продает только низко- и средне низкий технологический продукт и ничего выше средне – технологического на рынок не попадает. Словом, нарастают проблемы системного характера. Вообще законодательство противоречит тому, что говорит Кремль. Инновационные технологии это скорее красивый лозунг на фоне нашего реального законодательства, очень много вопросов не решается. Удивительная вещь, 65% патентов РФ владеют иностранцы, т.е. мы в интеллектуальном плане как держава, ориентированная многими поколениями на знание, на высшее образование, на фундаментальную науку, проигрываем. Наши ученые пишут такие статьи, которых никто в мире не знает, они мало цитируются, они мало используют зарубежную информацию, вообще ситуация драматическая.

На этом фоне государство принимает очень серьезные, очень рискованные, очень ответственные решения по развитию национальной инновационной системы. Предлагается целый ряд шагов, связанных с поддержкой науки по приоритетным направлениям, по развитию инфраструктуры, снятию ряда налоговых барьеров. Больше всего хотелось рассказать про обеспеченность инвестиционных возможностей для производственных компаний с помощью нового Института развития — ОАО «Российская венчурная компания». Сейчас есть несколько таких крупных программ, прежде всего федеральные технопарки, 11 технопарков, которые получают десятки миллиардов рублей. Что должно быть в технопарках? В них должна быть полноценная структура выращивания бизнеса, в них должны быть инкубаторы.

Минэкономразвития России создало программу создания и развития бизнес – инкубаторов, второй год финансирует миллиарды руб. Бизнес – инкубаторов будет 500, сейчас 41 строится еще 100 и есть большая программа на развитие технопарков. Т.е., строятся все бизнес – инкубаторы на основе 50% федерального и 50% регионального или муниципального бюджетов. Если они построены и запущены, то возникает вопрос: как они работают, как отобранные компании, насколько они могут развиваться, и поэтому с этого года существует программа финансированья развития бизнес – инкубаторов. Если региональная власть, по словам начальника департамента Андрея Владимировича Шарова, берет на себя все коммунальные платежи, т.е. содержание построенной инфраструктуры, то программы по развитию бизнес – инкубатора, по выращиванию в нем бизнеса, по финансированию консультирования Минэкономразвития России берет на себя и финансирует. Поэтому я сам собираюсь написать с технопарком «Идея» такую заявку. Т.е., это вторая огромная программа, которая сейчас финансируется очень серьезно, и такого раньше не было.

Это только часть инфраструктурных проектов на сегодняшний день, финансируемых государством и направленных на развитие рынка высоких технологий, чтобы инновации можно было подкреплять реальным госзаказом. Собираются создать, так называемый, инновационный кодекс. Не будет закона об инновациях, чему я всегда был противником, потому как любой закон ограничивает чьи – нибудь права, а общество, государство и бизнес еще не договорились о многом, что понимается под инновациями. Поэтому будут приняты как кодекс некоторые принципы, постоянно дорабатывается программа инновационного развития,

ряд законов, которые сейчас готовятся в думе, т.е. такой бум поддерживается еще организационно и финансово.

Все это для того чтобы инновационно – технологический бизнес рождался и развивался в наших условиях, потому что в основном малый бизнес это торговля, это регулярный бизнес, не связанный с инновациями, бизнес который приносит относительно небольшой доход, но бизнесмена это вполне устраивает. Скорее инновациями занимаются те, кому скучно заниматься регулярным бизнесом, я имею виду предпринимателей, либо авторов, которые становятся предпринимателями.

Очень интересная идея о концепции нового технологического вуза, вуз который объединяет экономическое, гуманитарное и техническое образование, вуз который должен вписаться в сложившуюся экономическую систему. Таких якорных вузов будет несколько. Ведется выбор регионов, подготовка планов создания такого специального особенного вуза, будут вложены большие деньги. Будет видимо конкурс, разработаны программы.

У высшего образования невероятные проблемы, они учат таких специалистов, которых критикует реальная практика. Спросите любого директора, устраивают ли его выпускники высшего образования, вузов и все говорят одинаково нет, не устраивают. Учат не на основе профессиональных стандартов, разработанных на основе анализа реальной практики, а на основе фантазий весьма достойных людей, преподавателей вуза, которые вкладывают в знания и навыки чаще свои прежние представления. Поэтому вузовская среда требует реорганизации, но с другой стороны она по своему консервативна, она много лет существует, ее очень страшно разрушить и, хочется не разрушая советское образование, дополнить его.

Сейчас руководство страны сильно обеспокоено, вкладывает большие деньги, проводит дискуссии на тему, как лучше этими деньгами распорядиться, и создает, как теперь говорят, несколько институтов развития, т.е. организации, порождающие другие инструменты экономического развития. К таким системным решениям относится создание АО «Российская венчурная компания» со 100% государственным капиталом. О чем идет речь? О развитии венчурного финансирования, о том, что новый продукт нельзя сделать конкурентным, если в него не вкладывается частный предприниматель, а для того, чтобы он вкладывался, его риски необходимо несколько уменьшить. Потому что общая экономическая ситуация такова, что риски инновационного бизнеса чрезвычайно высоки. Венчурное финансирование, это финансирование не под залог, а за долю в уставном капитале. Форме венчурного финансирования более 50 лет, во всех странах оно очень бурно развивается, в нашей стране оно стоит только в рамках определений. Мы говорим сейчас о венчурном финансировании, как одном из институтов инновационного развития на фоне всего остального. Был принят целый ряд новых нормативных актов за 2006 – 2007 гг, была создана организационная основа, правовое обеспечение.

Прежде всего, правовое обеспечение позволило создать правовую форму венчурного фонда, не являющегося юридическим лицом. В этом было главное противоречие, ведь венчурный фонд — это фонд, который создается инвесторами. Эти инвесторы организуют управляющую компанию, компания выбирает отдельные бизнесы, она их инвестирует, выращивает, затем эти бизнесы продает, получает прибыль, а эту прибыль распределяет между инвесторами. Так вот, если фонд структура организационно – правовое, юридическое лицо, то она должна заплатить с прибыли налоги, а потом те инвесторы, которые получают прибыль, должны заплатить вторые налоги. Вследствие этой проблемы венчурные фонды пока не работали в принципе, пока не была принята новая правовая форма без образования юридического лица как закрытые ПИФ, в нем тоже есть ряд отрицательных особенностей, но он решает главную задачу. Были созданы государственные программы развития венчурного финансирования. В двадцати регионах организованы фонды содействия венчурным инвестициям, как организационные структуры для финансирования региональных венчурных фондов. Потому что фонд содействия это просто учреждение, а не инвестор. В региональном венчур-

ном фонде 50% деньги федеральные, 50% — региональные. Это двадцать регионов. Я недавно был в Екатеринбурге и видел проект, который они уже начали инвестировать, инвестиции в венчурных фондах в пределах 50 – 100 млн. руб.

Вторым источником финансирования высокорисковых бизнесов являются сети бизнес – ангелов — объединения частных инвесторов, которые подхватывают бизнес на ранней стадии, чтобы потом продать его, чаще всего венчурным фондам.

Но самое удивительное, для меня во всяком случае, что в России созданы две фондовые площадки одна в Санкт Петербурге, другая в Москве по типу NUSDAQ. Там должны потом эти бизнесы продаваться, должны котироваться акции высокотехнологических компаний. Такой инструмент в России создан, но пока мало что делает, но организационно – правовая основа появилась. В 2006 – 2007 специальным постановлением Правительства РФ была создана венчурная компания. Ее функции — не самим инвестировать, а создавать венчурные фонды, поддерживать российские инновационно – технологические компании, в том числе на мировой арене. Вообще это редкий случай, когда государство приняло решение, полностью соответствующее мировой практике. Когда предложено создавать фонды, в которые будут вкладываться 50% государственных денег, и из этих фондов будут выращиваться бизнесы, из которых государство выйдет после получения прибыли, возместив свои инвестиции по первоначальной стоимости. А всю прибыль заберет тот инвестор, который вкладывал и рисковал.

Это яркий пример реализации государственно – частного партнерства. Когда государство своими инвестициями снимает риски и бизнес начинает интересоваться этими инвестициями, потому что без бизнеса, без частного предпринимателя не получается никакой инновационный продукт. Это природа вещей, почему так, никто не знает, но во всем мире именно так. Иначе можно сделать по государственной целевой программе, решить проблему экологии, обороноспособности, много чего и это надо, не все сектора конкурентные, в том числе и у нас. Но сделать конкурентоспособную продукцию на мировом рынке можно только с участием частного интереса, который будет искать способы заработать на этом. Конкурентоспособность — это быть лучшим на рынке и получить прибыль.

Первое важное, я бы сказал, фундаментальное решение — заинтересовать предпринимателя от денег. Им сказали: «Вы вкладываете деньги, рискуете только на 50%, а прибыль делите на 100% и деньги побежали в Российскую венчурную компанию. Когда в марте они объявляли об открытии конкурса на венчурные фонды, пришли все инвестиционные компании, хотя они никогда не занимались венчурными инвестициями, они занимались нефтью, логистикой, недвижимостью, чем только они не занимались они достойные предприниматели, но венчурным бизнесом технологическим они никогда не занимались. Заявок сдало 20 компаний, 18 прошло первичный формальный отбор, выиграло 5.

У предпринимателей от технологий другой стимул в этом участвовать. Вменено в обязанность Федеральной службе финансовой разведки жестко контролировать деятельность венчурных фондов, созданных с участием РВК. Проблема в том, что за 15 лет накопилось огромное недоверие к бизнесу со стороны тех, кто выращивает новые технологии, очень часто отказывая себе во многом. Каждый из них понимает, он выращивает «машину для умножения денег» и опасается, что венчурные финансисты, которые за это дело возьмутся, как только машина начнет все больше и больше производить, захотят тебя выбросить. Для опытного венчурного капиталиста, получившего долю в уставном капитале, выбросить партнера — дело техники. Для того, чтобы это не произошло, государство предлагает ФСФР вести жесткий контроль за происходящим. Дают полномочия аннулировать лицензию управляющей компании венчурного фонда, вводить временную администрацию. Эти нормы появились в 156 ФЗ об инвестиционных фондах, который был принят в прошлом году. Сделан целый ряд разумных шагов, которые должны сдвинуть вопрос с мертвой точки и фактически предлагается стране такая программа действий.

Сейчас зарегистрировано пять фондов, по правилам, где 50% вкладывает государство и гарантирует выход по первоначальным инвестициям + 5% инфляция. Когда оно выйдет, никто пока не знает, организационный период не завершен. Но два фонда, которые были организованы в прошлом году, уже работают и поддерживают много проектов. В фондах, которые создает РВК в форме закрытых паевых инвестиционных фондов, доля РВК будет 49%, естественно в совете директоров будет офицер этой инвестиционной компании, оставшиеся средства привлекаются из частного бизнеса. Какие правила им установили законом — 80% капитала фонда должны быть направлены именно на развитие малых фирм с объемом реализации менее 150 млн. руб. — это первое. Второе, создаваемые с участием РВК венчурные фонды могут приобретать ценные бумаги только российских инновационных компаний, тоже жесткое правило. Поставлена задача в течение 5 лет собрать не менее десяти инновационных компаний, которые будут финансировать.

По сути, государство хочет, чтобы РВК, как институт, помогла отобрать и вырастить технологические звезды и вывести их на мировой рынок. Потому что перед РВК ставится задача организационно – финансового характера, создание механизмов прямого инвестирования высокотехнологичных компаний, в т.ч. фонды посевного инвестирования, которых у нас в принципе нет, это 10 – 20 млн. руб., которых часто не хватает, для того, чтобы расширить опытную партию, купить оборудование. Планируется создание некоторых иных программ, но это в будущем.

Но кроме этого, перед РВК поставлены задачи не финансового характера, во – первых, они должны создать систему повышения компетентности в сфере инновационной деятельности для тех, кто этим занимается. Это не совсем образовательные структуры, они пока сами не знают какие, я им написал проект вместе с одним бизнес – инкубатором, на мой взгляд, самым лучшим в России. Не знаю, как они на это посмотрят, мы предлагаем им фабрику по производству инновационных бизнесов, где при консультировании и обучении в течение 1 – 2 лет молодые люди вырастают в квалифицированных предпринимателей. Если их бизнес оказывается не столь существенным, все – таки мы вырастим команду, которую можно «пристроить» к другому бизнесу. Уже есть реальные способы это сделать, как из выпускников вузов, молодых специалистов, которые впитали в себя знания в тех научных группах, с которыми они работают, сделать высококвалифицированных и успешных технологических предпринимателей.

Кроме этого РВК предполагает финансирование различных маркетинговых исследований, мероприятий, они собираются открывать зарубежные представительства, чтобы продвигать те «звезды», которые будут вырастать на мировом рынке. Стране нужны действительно «герои», как для пропаганды русского мира, так и для формирования центров кристаллизации для развития отраслей. Около них начинается бурная экономическая деятельность, как и во всем мире, как на западе, так и на востоке, так и на севере Финляндии и Швеции, так и на юге Новой Зеландии, например.

Во всем мире, одинаково работают по одному механизму, но чтобы его запустить государство приняло такие серьезные решения. Создан специальный инвестиционный фонд для коммуникационных технологий, это не венчурный фонд, это фонд прямых инвестиций ранних стадий формирования бизнеса. Я недавно познакомился с его руководителем, этот фонд тоже только в стадии рождения. Здесь государство планирует продавать акции этого фонда на открытом рынке и это специфическая организация финансирования именно для информационных технологий. У информационных технологий короткая жизнь, там только высокие технологии, каждый продукт это опытная партия, там есть целый ряд особенностей.

Мало меняется наше законодательство, но какие – то улучшения появились. Введены налоговые стимулы, во – первых, убрали НДС во всех сделках, связанных с продажей интеллектуальной собственности и НОУ – ХАУ ввели в состав интеллектуальной собственности. Разрешили списывать расходы на НИОКР, результаты, которой не принесли ожидаемых

экономических эффектов. Мы пятнадцать лет на эту тему говорили, потому что инновационная деятельность это всегда НИОКР, а НИОКР надо финансировать из каких – то источников. И если финансировать только с прибыли, это не выгодно, поэтому нужно разрешать списание на себестоимость, причем В. В. Путин заявил, что списание будет не в объеме потраченного, а умножено на коэффициент 1,5, т.е. это будет прогрессивная норма, стимулирующая инновационную деятельность. Есть страны, где коэффициент 1,7 и даже 2 — это и есть реальное стимулирование.

Ввели налоговые льготы, пока только для резидентов технико – внедренческих зон, убрали социальный налог пополам, НДС, имущественный, земельный налоги убрали. Дубна, Томск, Зеленоград и Санкт Петербург это 4 кв. км. площадка, которая сейчас бурно развивается. РВК начала проводить региональные сессии практического характера, которые были проведены в четырех городах в апреле – июне, куда нас пригласили рассказать о существующих возможностях. Мы проводим коллективные и индивидуальные консультации, отбираем интересные проекты. РВК обязало нас эти проекты детально не освещать, поскольку они отбираются для посевного финансирования. Практически, венчурным фондам мало что можно финансировать, проектам готовым для венчурного инвестирования, жалко отдавать долю бизнеса, проекты, которые пока не готовы — достаточно рискованные, чтобы начать работать с венчурным фондом.

Итак, придумано, заимствовано и реализовано многое из мирового опыта, программы приняты, финансируются. Вопрос только в том, как эти воспользоваться. Модель инновационного бизнеса понятна. Нужно либо что – то придумать, либо произвести новый продукт для продажи, либо продать новую технологию тому, кто будет эту новую технологию проводить, либо оказывать услуги, либо продать лицензию, войти в уставной капитал — вариантов много.

Откуда берутся новые модели бизнеса, они, конечно, в основном принадлежат тем людям, у которых есть предпринимательские способности. Я сам дитя Советского союза и для меня это дело новое, я сам, изучая это дело, понял, что есть любое дело и есть бизнес, на этом деле основанный и это разные вещи. Если нет модели бизнеса у этого дела, оно умирает, либо его должен финансировать большой и сильный инвестор, например государство. Однако государство делает это таким образом, что становится не выгодным никому, убыточным и его надо финансировать дополнительно. Есть много дел, которые надо финансировать без всякой предпринимательской модели. Но государство богатеет только благодаря предпринимательской модели бизнеса, от другого оно не богатеет. Сложить дело с моделью бизнеса — в этом вся суть, поэтому нужны молодые мозги. Молодые люди должны этим делом загореться, мы им должны помочь их идею осуществить.

Модель бизнеса — это не столько деньги, сколько удовлетворение нужды потребителя. Когда Сергей Бриль рассказывал о том, как они создали Google, он говорил, что: «... нас никогда не интересовали деньги, а нас интересовало, кому нужно то, что мы выдумываем и насколько ему это нужно». Это и есть алгоритм создания модели бизнеса. Модель — это нужда потребителя, это путь к нему, понимание, сколько этих потребителей и насколько это им нужно. Чаще всего источником инноваций являются не научные знания сами по себе, а знания из практики, а научные знания хороши, когда стыкуются с практикой.

Пример «загорающая кукла». Редкий случай по понятности самой идеи. Ученый проводил фундаментальные исследования, обнаружил, что определенные виды полимеров обрабатываются в мягком ультрафиолете. И он решил, что можно создать дозиметр на мягкий ультрафиолет. Сейчас медики очень заинтересованы слабым излучением, а дозиметров дешевых нет. Когда он об этом рассказывал, сидел на семинаре предприниматель, и предложил ученому создать «загорающую куклу», которой еще нет на миллиардном рынке игрушек. Это было несколько лет назад, и пару лет назад, я явлюсь экспертом конкурса «Русские инновации», которые проводит журнал «Эксперт», нам на конкурс поступил проект «загорающая кукла». Тогда предприниматель задавал вопросы каким санитарно – гигиеническим тре-

бованиям отвечает исследованный полимер, насколько четкая граница, какой цвет потемнения. Ни на один вопрос автор не мог дать ответа, его это не интересовало, факт потемнения ему был достаточен. За два года разработали технологию и придумали модель бизнеса. Которая заключалась в том, чтобы кукла сначала розовела на солнце, потом коричневела, а потом синела. Это посинение говорит ребенку, что прав родитель, который предупреждает: «Не сиди долго на солнце». Кукла становилась определенным дозиметром, таймером, а модель бизнеса была ориентирована не только на детей, которые попросят купить родителей куклу, но и на родителей, которые увидят пользу в этой кукле, а не просто очередную игрушку. Такая модель отвечает каким – то конкретным потребностям конкретных покупателей, и это главная находка. В основе этой «загорающей куклы» глубокие научные исследования, но результат прикладной, который увидел автор, совершенно неинтересен для рынка дозиметров, который мал. Рынок кукол гигантский. Нет больших различий для общественной значимости между озарением ученого, который открыл что – то новое и интуицией предпринимателя, который увидел будущий рынок. Это блестящие успехи, которые останутся в памяти поколений.

Статистика говорит, что источники инновационных идей для разных секторов рынка бывают разными. Чаще для пищевой, цементной, стройматериалов, где масштабы большие источники инноваций — разработчики. Как снизить затраты, себестоимость, для секторов, где в основном оптовые поставщики товаров массового потребления, там сам поставщик источником инновационной идеи. Там, где специализированный продукт, индивидуальный там инновационные идеи формируют, фактически, потребители. И только в наукоемких отраслях, где высока доля реинвестиций в НИОКР, источники инноваций в научных исследованиях. В любой отрасли появляется что – то новое, но темп появления разный. В биотехнологии или электронике, в которых норма реинвестиций 30 и бывает 35% от выручки, а есть отрасли, где 0,2%; 0,02% от выручки вкладывают в разработку нового продукта. Вот там, где много вкладывается, там ученые являются источниками инновационных идей. Особенно меня поражают штаммы микроорганизмов. Штамм рождается на лабораторном столе, в результате фундаментальных исследований, штамм с этого стола отправляется на биостанцию и начинает работать. Прямой, короткий путь.

Стоимость новых знаний на разных этапах разная, на стадиях начальных она меньше понесенных затрат. Когда ученый рассказал о темнеющей пластмассе, его идея не стоила почти ничего. Она стоила того, чтобы ему заказать эту разработку сделать, а заказчик работы по прямым затратам заберет всю его интеллектуальную собственность автоматически, т.е. он отдает свои прежние наработки бесплатно, ему платят только за НИОКР, потому что на начальной стадии его прикладной результат ничего не стоит. На стадии, когда уже отработана технология, придумана бизнес – модель, проведены исследования на технологические работы — это стоит значительно больше. Важно понять базовую идею бизнеса, когда вклад от выращивания стоимости нового продукта в основном принадлежит тому, кто придумал модель бизнеса. Не автору, который может быть и академиком, у которого может быть за плечами целая школа, благодаря которой результат получен. А тому, кто придумал модель бизнеса, в какую сторону нужно прикладной результат нужно доработать, чтобы выйти на рынок.

Эффективность управленческих решений — это главное, что влияет на получение результата. Колоссальную ценность имеет не формализованное знание, которое непосредственно не изложено на материальном носителе, знание не запатентованное, знание которое есть у автора, и только автор может доработать дешевле и квалифицированнее, чем кто – либо другой. Поэтому инвестор захочет, чтобы именно автор проводил дальнейшие исследования. Если автор не захочет этим заниматься — дело лопнет, либо должен кто – то из компании автора заняться этим делом, отложив остальные. Неформализованное знание у тех,

кто придумал научные основы новой технологии, потому большую ценность создает тот, кто может придумать — как продвинуть этот будущий продукт на рынок.

Модель бизнеса — это модель заработка денег. На какой стадии можно деньги заработать? На посевной, на начальной стадии денег заработать нельзя, автор получит только новые заказы на НИОКР, а прежнюю интеллектуальную собственность отдаст бесплатно. На стадии создания фирмы, эта фирма может уже чего — то стоит, даже на начальной стадии. Эта фирма создается на основе интеллектуальной собственности, которая вложена в уставной капитал в форме передачи патента. Это уже старт — ап, а когда растут продажи, то ценность этого знания существенно выше, чем больше будет продаж, тем дороже будет стоить фирма. Обычно в мире успешный инновационный бизнес рассматривают 13 этапов: научные знания в основе, бизнес — идея сформирована, написан бизнес — план, создана компания, выявлена интеллектуальная собственность и охраняется, создан прототип, опытный образец, который можно тиражировать, испытан прототип, получены все лицензии и сертификаты, конструкторская документация разработана, производство, продажи, их рост и котировка на фондовой площадке и продажа бизнеса.

Заработают все, кто имел доли собственности в уставном капитале, имел инвестор — получит, осталась у автора доля — получит уже при выходе, когда компания будет дорого продана. Кто купит? Купит фондовая площадка, может купить стратегический инвестор, какая — нибудь крупная компания, которая захочет выпускать эту продукцию, ведь у нее есть система сбыта, она на этом может хорошо заработать.

Рассказы о том, что из бизнеса в гараже может вырасти транснациональная компания — фантастика и носят больше пропагандистский характер. «Гараж» собственно есть, в котором рождался Hulet Pakkard, я сам видел его в Силиконовой долине, но эти примеры единицы из миллионов, на которые не надо рассчитывать. Бизнес обычно перепродается. У нас много говорят, даже с высоких трибун слова, которые сами не очень понимают. Все говорят что интеллектуальная собственность на наших предприятиях составляет ничтожное количество, а за рубежом в структуре активов 30 – 40% являются нематериальными, но оказывается все эти большие доли нематериальных активов в зарубежных компаниях — результат перепродажи бизнеса. На балансе стояло меньше, продали за большее, разница — нематериальные активы, а сама собственность, патенты, например, как у нас — проценты.

Института посевного финансирования в России практически нет, есть Фонд содействия, которым руководил до мая великий человек Иван Михайлович Бортник. Сейчас он член наблюдательного совета этого фонда. Этот фонд мог дать 2 – 4 млн. руб. это деньги относительно небольшие и они грантовые. А посевные фонд в разных странах финансируют в разных объемах, есть страны, где финансирование может быть до 500 тыс. \$ безвозвратных денег. У нас такое организовать для власти страшно, что — бы по полмиллиона безвозвратных денег давать на условии каких — то фантазий, под легенды о возврате? Поэтому у нас посевной фонд хотят сделать возвратным. Существует четыре модели, какую примут в августе, не знаю. Я лично за то, чтобы 100% посевного фонда были государственными. Дальше должны работать венчурные фирмы, они должны начать именно на стадии, когда идет рост объема продаж, когда темп продаж растет и это дает основание для беззалогового финансирования в уставной капитал. Если нарисовать зависимость вероятности получения инвестиций на разных стадиях инновационного проекта, то сложнее всего найти средства на стадии создании опытной партии. На графике это провал за рубежом называют «долиной смерти». Кто — то его должен финансировать, бизнес еще не хочет рисковать, а государство боится воровства. Где — то надо переступить, либо придумать какой — то государственно — частный вариант, что сейчас и делается.

Содружество бизнес — ангелов и коммерческие фонды, т.е. частные инвесторы, готовы сыграть в венчурную рулетку на начальной стадии. Потом начинают венчурные фонды, фонды поздних инвестиций. Финансирование на ранних стадиях безвозвратно, потому что нельзя посчитать, когда и сколько получишь. Когда это возможно посчитать, хоть и с не высокой

вероятностью — их начинают финансировать венчурные фонды. В регионах есть много разных вариантов, например, в Казани и много что делается. Очень интересная позиция выдачи гарантий поручительства до 50%, причем в прошлом году они выдали 1/3 гарантий заявкам регионам, не москвичам. Такое же существует в Татарстане.

Количество денег, которое нужно, это реальные данные бизнес – инкубаторов, которые подсчитали — сколько денег необходимо на каждой стадии. Это единственный реальный российский опыт, который работает аналогично мировой практике. На стадии формирования идеи, отбора, проверки и ее демонстрации — 2 – 3 тыс. \$. На стадии проекта, который можно написать как бизнес – план и формирование компании — до 10 тыс. \$. В фонде у Ивана Михайловича Бортника вполне можно получить такие деньги, только надо уметь ими распоряжаться. Мы второй год в Казани по программам СТАРТ и УМНИК учим отобранные команды обоснованию, как потратить деньги. Мы учим четыре дня и через месяц они докладывают нам свое обоснование. В прошлом году 50% сделали не правильно, т.е. учили мы их, а толку мало, потому что за этой командой стоит научный руководитель, который говорит, мне дали деньги на науку, и не дает ребятам до следующего этапа добраться. Прототип 10 – 30 тыс. \$. Это 750 тыс. руб. — реальные деньги. Технологии уже дороже стоят и т.д. Я хочу сказать, что это тот минимум, который в профессиональных руках можно превратить в бизнес.

Не забуду того индийца, аспиранта Техасского университета, он получил 400 тыс. \$. на проверку своего кардиологического прибора. Я его спрашиваю: «Сколько ты из этих денег получаешь сам?» — «Ноль». Он нанял людей, а сам подрабатывал в бухгалтерии этого же университета, кроме стипендии. На полученные деньги он нанял людей и квалифицированно выращивал бизнес. Поэтому деньги от фонда Бортника можно тратить на текущие нужды и пройти эти этапы. И это делается в Москве сегодня и это цифры, из практики, которая насчитывает уже 18 выращенных бизнесов.

ОБСЕ публикует статистику ежегодно, мой выпускник нашел эту статистику, и она мне кажется характерной. По мировой статистике у нас в России венчурный бизнес оказывается существует. И в 90-е годы небольшая сумма в млн. \$. показывается, как венчурная, но на начальных стадиях почти ничего, а на поздних стадиях даже есть рост. Как работает венчурный фонд. Поток проектов отбирается, проводится предварительный анализ, принимается решение, что их надо финансировать, составляются соответствующие соглашения, поток детально анализируется. Вся суть в двух инструментах: это декларация о намерениях — страниц семь – восемь текста только деклараций о намерениях, выглядит как своеобразный бланк. И вторая важная бумага — обязательство предоставить деньги. Если первая составляется с предпринимателем от технологии, и содержит — что ему ждать от венчурного фонда и когда, то вторая бумага составляется между ними для подтверждения доверия, которое участники должны обязательно испытывать. Есть статистика зарубежных венчурных фондов: из рассмотренных проектов профинансировано 2%, из этих 2% — только 1 проект оказывается сверхдоходным, а остальные принесут средний доход, либо вообще будут неудачными, в этом риск финансистов. Очень важно попасть в прогноз роста отрасли, это формирует одно из будущих продаж. В нашей стране в прошлом году венчурных сделок даже пять не произошло, а деньги, которые лежат на депозитных счетах перегреты, они не для того выделялись из бюджета, чтобы лежать в банках. Они требуют, чтобы фонда нашли до сотни малых компаний, которые надо финансировать.

Я говорил о модели, и что теперь можно предложить, чтобы вывести результат на рынок. Эти деньги должны быть в 100 раз меньше, чем возможные продажи за средний жизненный цикл продукта, о котором идет речь. Вариант 1 к 100 знает весь мир, поэтому человек, предлагающий свои разработки для инвестиций должен показать, что рынок в 100 или близко к 100 раз больше, т.е., легенда о рынке и оценка инвестиций должны соответствовать — это необходимое условие. Достаточным условием считается компетентность команды, а она бывает по какой угодно причине.

Чего хочет венчурный инвестор? Вот, мы с вами сказали, что нужно, для того, чтобы подготовить вашу идею к инвестициям. Слово «венчур» переводится по – разному, если вы посмотрите в словаре. Но венчур — это всегда рискованно, а вот венчурный фонд — это специфический институт инвестирования, который создается таким образом, которым я рассказывал, финансирует беззалогово, но за долю, которой он управляет. Как отобрать? Нужно начать с фантазии — какой может быть рынок, сколько нужно денег, чтобы до рынка дойти. Чем больше надо денег, чтобы дойти до рынка, вывести продукт, тем больше должен быть рынок. Понятно, что если вам никаких денег не надо и то, что у вас есть продаваемо и тиражируемо, то вас интересует любой рынок, который будет вам доступен, потому что вы можете тиражировать то, что у вас уже сделано.

Вот если у вас это еще не сделано, то первым делом нужно понять, кому это надо. Нужно сформулировать идею нового продукта, понять, кому бы это надо было, и найти реальных двух – трех человек, которые бы представляли портрет вашего пользователя. И поговорить с ними, понятна ли им ваша идея, то, что вы собираетесь выносить на рынок. Этого у вас еще нет, но вы планы такие строите, он подтверждает наличие преимуществ того, что вы планируете делать. Может оно им потом и не нужно будет, но сейчас это им надо? Насколько оно им необходимо, какую цену они готовы заплатить? Это такие важнейшие вопросы, с которых все начинается. Начинается работа с инновацией не с доработки опытного образца, а с поиска реальных покупателей. А если покупатель этот еще и письмо пишет, что он готов купить такое – то количество на такую – то сумму, то это вообще удивительный результат. Я видел примеры совсем недавно, когда продукции нет, живьем ее еще никто толком не видел, есть только такие опытные образцы, которые не прошли испытаний и не продаваемы, а есть уже письма: 300 – 400 млн. рублей объем покупок готовых. Вот конечно, это очень заинтересует венчурного инвестора, когда есть такие потенциальные покупатели.

Многие заявки на инвестиции отсеиваются сразу без участия специальных экспертов. Я вам скажу, что когда конкурс «Русские инновации» проходит, это не инвестиции, седьмой год идет, уже можно выводы делать! Мы отбрасываем большую часть первичных заявок фактически по названию. Не то, чтобы там вчитываясь во что – либо, по названию. Ну, приходит примерно заявок 500 – 600 в год. Из этих 500 – 600 мы отбираем сотни полторы, потом этим 150 мы предлагаем написать бизнес – предложение уже более детально. Потом из этого отбираем штук 40, и сорока предлагаем приехать и презентовать свою работу. Из этих 40 отбираем примерно 10. Вот поэтому многие заявки на инвестиции отсеиваются практически сразу. Вот три параметра, которым должна отвечать идея нового бизнеса:

1. Новые потребительские свойства, не аналог того, что есть. А новыми потребительскими свойствами может быть и то, что есть, но может существенно дешевле продаваться, либо себестоимость производства меньше;
2. Нужно, чтобы человек, который предлагает, понимал эту модель бизнеса, как это донести, т.е. в чем там бизнес то?;
3. Нужно положить на это мнение реальных будущих потребителей, потенциальных покупателей.

Вот, если эти три параметра есть, можно сказать, что команда адекватна. С ними можно работать. Очень часто с авторами нельзя работать. Они этого не понимают.

Когда все начинается, инвестора интересует, что автор знает о ситуации на рынке, какие у него преимущества, почему он этим занимался и т.д, и т.п. Т.е., нет автора, недоступен автор, не хочет разговаривать, уехал автор, ну и пропало все. Не о чем говорить!

Поэтому экспресс – оценка технологии — это уточнение мнения автора, поиск потенциальных покупателей и уточнение преград и возможностей. У меня слушатели выбирают из базы данных фонда «Русские инновации» то, что им нравится, какая – нибудь технология и вот такую оценку я с них требую. Чтобы они придумали, кому – бы это было надо, нашли этих людей примерно, проинтервьюировали их, и вот за интервью я ставлю им оценку. Нет интервью положительного или отрицательного, значит ничего не сделал. Ну и конечно саму

технологии они должны сами по этой структуре немного описать. Находятся очень интересные примеры, есть такие потенциальные покупатели, которые говорят что это так надо, что вообще цена не интересует. Есть примеры, когда сами слушатели говорят, да мы это сами будем выпускать. Последний пример сейчас у меня в памяти: придуманы были весы, которые взвешивают или вагон, или состав даже при скорости движения до 15 км в час. Под рельсы закладываются такие датчики.

А вот другой пример, и он кстати призером был в этом году, предлагали какой – то там необыкновенный спрей, который на влажную поверхность очень хорошо накладывается и защищает тепло- и электроизоляционно. Слушатели подошли к автору по отдельности. Один представился студентом МБА, который пишет бизнес – план, и он какие – то вопросы ему задал. Другой представился бизнесменом, который хочет купить партию этого спрея, третий представился разработчиком, который делает аналогичный спрей. Разыграли, они сами придумали, это не я их учил. Получили от этого автора ответы, сложили их, и пришли к выводу — что автор обманывает. Люди взрослые, серьезные, состоявшиеся, они платят деньги, чтобы научиться, получить какие – то инструменты. Вот один из инструментов.

В Техасском университете, где я стажировался, получают примерно 130 новых результатов в год при выполнении НИОКР. Все эти новые технические решения они просматривают на предмет коммерческой ценности. В 80% результатов не очевиден коммерческий потенциал, не понимают, что с ними делать, и нанимают студентов –старшекурсников, которым по этой схеме предлагают провести работу. Они им платят по 200 \$ за такую работу. Понять, вникнуть в чем продукт, поговорить с автором, понять кто должен быть у него покупателем в будущем, найти таких потенциальных покупателей, по определенной структуре написать ответы и проинтервьюировать потенциального потребителя. Т.е., это совершенно стандартная процедура, тут не нужно особенных маркетинговых исследований, тут нужно принципиально наличие потребителей. Поэтому структура краткой презентации, чему мы учим технологических предпринимателей, состоит из пяти позиций:

1. Доказательство новизны потребительских свойств. Наличие патента — недостаточный аргумент о новизне. Потому что патент говорит, что вы оригинально написали формулу, и ничего более. А вы покажите отчет о патентных исследованиях на технический уровень, на патентную чистоту. Когда у вас по ГОСТу выполнены информационные исследования — тогда вы можете утверждать, что потребительские свойства вашего продукта новые;

2. Предложение бизнес – модели, т.е. что предполагается делать, дозиметры или загорающую куклу;

3. Наличие потенциальных реальных покупателей;

4. Рентабельность, т.е. прогнозируемая прибыль к себестоимости должна быть не менее 50%. Понятно, что никто еще толком не знает себестоимости, но можно отталкиваться от стоимости продукта – аналога на рынке, ведь аналог — это не тоже самое, а то, что удовлетворяет такую потребность. Вот мы всегда говорим, если вы хотите знать, сколько стоит дорогой автомобиль, то аналог дорогого автомобиля — не другой автомобиль. Если это спрей для влажной поверхности, то сколько стоит аналогичный продукт.

Обоснование необходимых инвестиций, которые должны быть меньше возможных продаж, по крайней мере, в десятки раз. Т.е., это краткая, более полная презентация требует, понимания — насколько команда готова к работе на рынке, насколько разумна ее стратегия действий и т.д. Существует распространенное мнение, что на инновационный проект пишется бизнес – план. Мы считаем, что бизнес – план — это результат выполнения инновационного проекта. Бизнес – план — это то, что должно получиться в результате работы над инновационным проектом, т.е. инновационный проект — это план разработки бизнес – плана. Бизнес – план — это обоснование будущих денежных потоков и если вы их обосновали, вам нужны уже инвестиции. А поскольку вы его обосновать не можете, вам нужно провести до-

полнительные НИРы, закрыть эти белые пятна в разработке бизнес – плана. Т.е. для того, чтобы получить венчурные инвестиции, нужно представить свою работу достаточно убедительным образом и кроме этого показать план работ. Вы декомпозировали, вы проанализировали риски, вы эти риски какими – то мероприятиями собираетесь прикрыть, у вас есть сетевая диаграмма.

Мы этому учим, т.е. мы учим управленца, который должен владеть инструментами, как ему сделать из идеи успех на рынке, как ему к этому прийти, какие инструменты для этого используются, как представить проект. На каждой стадии инновационного проекта существует набор стандартных задач, перечень необходимых информационных исследований, которые надо провести. На основании этого принимаются решения: либо мы беремся за следующие деньги и будем этот проект дальше продолжать, либо мы поняли, что надо остановиться и подумать, что же будет дальше, либо надо сказать: «Да, решения предыдущие были ошибочными, надо с этими планами расстаться».

По каждому этапу есть набор соответствующих обязательных работ. Эти работы отличаются тем, что имеют два аспекта: рыночный и технический. Причем рыночный первичен: прежде чем истратить рубль на разработку нового проекта, нужно потратить деньги на то, чтобы найти потенциальных покупателей и их спросить, а надо ли им это, за какую стоимость, и какие особенности их бы интересовали. Это на каждом этапе, вот второй этап — проверка технической осуществимости, тут уже нужно писать план стратегии маркетинга, как вы собираетесь на рынок выходить.

Инновационной деятельность и интеллектуальная собственность

Мы понимаем инновационную деятельность как воспроизводство коммерциализуемого знания, т.е., в ходе наработки прикладной идеи каждый этап разработки должен приносить новую стоимость. Ваша технология должна становиться дороже, а дорожает она именно потому, что приобретается какое – то новое знание. Коль это новое знание и это главный продукт инновационной деятельности, то естественно хочется, чтобы оно было соотносено с интеллектуальной собственностью. И про эту интеллектуальную собственность, что только не рассказывают. Очень часто это новое знание нельзя непосредственно соотнести с каким – то патентом.

Есть характерный пример, как одна группа сделала медицинский прибор. Проект выполнялся совместно институтом и малым предприятием. Когда писали ТЗ на документацию, работали вместе, но малое предприятие делало это более квалифицированно, когда делали опытный образец, и на этом этапе в основном работало малое предприятие. Потом нужно было испытать прибор в кардиоцентре, ну кто туда пустит малое предприятие, поэтому здесь работал институт. И все они так по шагам, каждый шаг, каждая новая дельта новых, повышающих стоимость знаний — либо один партнер больше делал, либо другой. И вот настал момент, когда надо было договориться с покупателями. А как с ними договориться? Директор института — известный академик — на совещании директоров кардиоцентра, выступил, рассказал об этом. И он выступал вообще по другому поводу, ему дали полстранички, чтобы просто объявил, проинформировал. После его объявления посыпались письма от директоров кардиоцентра, что мы это купим, и посыпались они конечно в институт. Директор института обеспечил своей краткой информацией рост стоимости инновации, этот вклад ни с каким патентом не связан! Вот это и есть коммерчески значимая интеллектуальная собственность и повышающие стоимость нового бизнеса знания, которые нарабатываются.

Хорошо когда это знание можно зарегистрировать как объект интеллектуальной собственности. Обычно такое знание существует в двух видах: формализованное и неформализованное. Выступление выше упомянутого директора института было примером неформализованного знания. Почему оно было такое ценное, потому что за плечами стоял многолетний авторитет этого директора, ему доверяла аудитория, состоящая из покупателей.

Очень важный вопрос, когда мы говорим об интеллектуальной собственности в инновационном проекте. Там все время нарабатывается новое знание, и оно одновременно всегда

и формализованное и неформализованное. И вот с ним надо по-разному обращаться, оформляя правовую охрану. Обязательства сохранять конфиденциальность, передавать права на все результаты работодателю и т.д. Интеллектуальная собственность в инновационном проекте — это не только патент или авторское право, в значительно большей степени построение отношений с автором, со всеми источниками, откуда вы эти знания получаете.

Базовая форма охраны — это совсем не патент, базовая форма — это режим коммерческой тайны, ноу – хау. Для того, чтобы вы это ноу – хау оформили, нужно соответственно несколько позиций. И вообще договор о конфиденциальности с работником ничего не стоит, если предмет договора не оформлен как коммерческая тайна, т.е. просто написать договор конфиденциальности, что я такой – то пришел работать и все вопросы, связанные с разработкой новой технологии для меня являются конфиденциальными, я беру на себя такие обязательства. Это все ерунда. А вот если этот объект охраны оформлен как коммерческая тайна, вот тогда соглашение о конфиденциальности становится приемлемым и имеет правовую силу.

Если вы создаете знание как культурную ценность для того чтобы написать диссертацию, и положить ее в библиотеку, послать статью — это никакое не ноу – хау, это в принципе не для инноваций, это для культурного обмена. Если вы разрабатываете новый продукт, например НИОКР для загорающей куклы, то все, что автор сделал, обнаружил темнеющий полимер при изучении — это все наука, культурная ценность, а вот все доработки, которые он делал, для создания загорающей куклы являются знанием, на распространение которого он должен иметь серьезные ограничения своих прав. Вот это очень важно, т.е. если это в начале работы не сделано, то к инновации это вообще не имеет никакого отношения. Потому что если что – то можно узнать из открытого источника, то зачем же на это тратить деньги? Поэтому закон о коммерческой тайне дает нам очень важный механизм, позволяющий возместить упущенную выгоду. Ведь если взять и рассказать как это все устроено, раскрыть наше ноу – хау, то нового продукта у нас не будет. По закону обязательства конфиденциальности могут длиться даже после увольнения человека с работы в течение 5 лет.

Объекты интеллектуальной собственности — это те результаты интеллектуальной деятельности, которым может быть представлена правовая охрана согласно действующему законодательству. Т.е. результаты это одно, а если им можно придать статус объекта интеллектуальной собственности, статус объекта права, то у вас результат приобретает новый статус — статус объекта гражданских прав. Потому что сам по себе результат — это информация. Информация продается по механизму продажи носителя, сколько бы он ни стоил. А вот если то, что на вашем носителе вы оформили как объект права, и у вас есть правоудостоверяющий документ, то вы можете продать право использовать этот результат. Совсем другая история получается.

В законодательстве РФ есть 16 наименований результатов, которым может быть предоставлена правовая охрана. И поэтому когда вы строите дом из кучи строительных материалов, заплатив за работу и услуги, за строительные материалы, возводите здание, то это здание вы можете превратить в собственность одним единственным способом — вы должны пойти в регистрационную палату, заполнить документы и получить правоудостоверяющий документ на право собственности. А если вы получили результат научно – технической деятельности, то оформить его как объект права вы можете 16 способами по вашему усмотрению.

Например, вы написали программу для ЭВМ и оформили как объект авторского права. Если эту программу продавать копиями, то такая форма охраны помогает запретить копирование без разрешения собственника, а за разрешение можно брать деньги. Если эту программу «вшить» в процессор, который управляет технологической линией, которую вы продаете, то никто копировать программу не будет, и правовая охрана как объекта авторского права ничем не поможет. Поэтому нужно алгоритм программы описать как способ и устройство

преобразования сигнала для функционирования технологической линии и получить на нее патент на изобретение. Но патенты на программы закон запрещает выдавать. Поэтому в описании изобретения слово программа не упоминается, а описывается идея управления технологической линией.

Вопрос о том, какой объект права выбрать, связан с двумя факторами:

1. Экономическая целесообразность, связанная с использованием объекта охраны;
2. Наличие соответствующей нормы прав.

Очень важно понимать, что объекты интеллектуальной собственности — это объекты исключительных прав, т.е. содержание права — запрещение использовать. Если можно запретить другому пользователю использовать, значит права интеллектуальной собственности сильные, если реально запретить использовать нельзя, то права хороши например для того, чтобы поставить на учет нематериальный актив, передать в уставной капитал.

Те права, которые возникают как объекты авторских прав, это первые три позиции (произведения науки, программы для ЭВМ, базы данных), для авторов, создавших такие результаты, существует норма охраны неимущественных прав. Неимущественные права — это право на название, право на имя автора, право на первую публикацию, на целостность этого произведения. Все остальное неимущественных прав не имеет. Авторские права возникают автоматически у автора, но если придумано техническое решение, назвать его изобретением можно только после того, как проведена экспертиза в Патентном ведомстве на патентоспособность. Пока писали свою заявку, фактически, создавали объект авторского права. Послали ее, зарегистрировали, и это уже не объект авторского права, потому что это зарегистрированная заявка. У этого документа есть другой правовой статус — зарегистрированная заявка. И никаких неимущественных прав у вас как у автора нет. У автора изобретения есть право на вознаграждение (это не является неимущественным правом). Стратегия управления интеллектуальной собственностью предполагает, что полученные результаты, прежде всего, должны быть закреплены. Закрепление прав — это получение права использовать. Потому что если у вас есть результат, не факт что у вас есть право использовать этот результат. Если, например заказчик написал в договоре — права принадлежат мне — то вы все знаете, но использовать не можете, на рынок вывести не можете, коммерциализация вообще противозаконна, подать заявку на изобретение не можете. Хотя вы все знаете, вы авторы. Для того, чтобы решить вопрос, можно ли использовать, надо разобраться в каких отношениях был создатель этого результата с работодателем, с тем, кто оплачивал эту работу в момент, когда все это происходило. Можно выделить четыре пары, при взаимоотношении которых возникает новое знание:

- автор — работодатель
- исполнитель — заказчик
- исполнитель — госзаказчик
- собственник разработки — инвестор.

Отношения между ними регулируются и законом, и договором. Ничем третьим не бывает. Но если есть закон, то чтобы в договоре не было написано, это не должно противоречить закону. Закон может умалчивать какую-либо ситуацию. Это все важно, для того, чтобы знания, создающие стоимость инновации имели собственника. Эта принадлежность знания начинается с первого шага — закрепление прав. Второй шаг — это регистрация прав при наличии необходимости. А что определяет необходимость? Стратегия. Зачем это надо? Какую дополнительную выгоду принесет регистрация прав? Помните про компьютерную программу? Ее можно вшить в процессор, или продать копии. Это абсолютно разные стратегии использования и совершенно разная должна быть правовая охрана. У меня вышла книжка «Управление интеллектуальной собственностью» 2003 года издания. Там много конкретных примеров и рекомендаций.

Можно использовать ваши экономически ценные знания, не превращая их в объект интеллектуальной собственности, но получив право использовать, т.е. превратив знание в свое

интеллектуальное имущество. Это значит использовать в собственном производстве и поддерживать в состоянии использования. Распоряжаться, на рынке выгодно продать интеллектуальное имущество можно просто как информацию по договору купли – продажи без передачи прав. Но при этом гарантии получения роялти (доли будущих доходов покупателя знаний) нет никаких. Если же зарегистрировать права, то продажа знаний вместе с правами использовать их дает возможность отложенное условие в договор записать. Если роялти платить не станут, то право использовать исчезнет. Информация остается, а право использовать нет.

Последовательность коммерциализации экономически ценных знаний следующая: сначала превращаем такие знания в интеллектуальное имущество, затем находим покупателей, затем договариваемся, как эти знания будем продавать, составляем проект договора о передаче прав, и только после этого оформляем заявку на регистрацию прав, которые уже договорились передавать. В реальной российской действительности до сих пор в ВУЗах, государственных НИИ происходит наоборот. Сначала они получают знания, их не интересует, что написано в договоре, могут они использовать или нет, затем торопятся оформлять заявку на патент, платят за него и ищут, кто бы купил. Найти очень трудно.

Рынка патентов на самом деле не существует, а существуют огромный рынок технологий, рынок технологического знания. Причем в таких сделках объект интеллектуальной собственности может даже не участвовать. Например, продали в Черноголовке технологию синтетических масел Татнефти, и не было вообще никаких патентов в сделке. Объект интеллектуальной собственности дает снижение рисков, потому что, передавая сразу всю информацию и право использовать ее, можно согласно договору запретить использовать переданную информацию, если обещанные платежи не приходят. Право использовать у покупателя знаний исчезает, и можно подать в суд, чтобы он прекратил использовать ваши знания, а если у продавца нет переданного объекта интеллектуальной собственности, то с него и нечего требовать. Покупатель знания получил, и распоряжается как хочет. Даже сам патент получит, и предложит приобрести лицензию.

Очень важно правильно разобраться, кому принадлежит это право использовать, например, автору или работодателю. Эти отношения регулируются рядом законодательных актов, прежде все это 4 часть ГК, и пр. В общем, закон говорит, если все сделано по заданию работодателя, по служебному или конкретному техническому заданию, то все права принадлежат работодателю. Закон говорит, если это сделано не по служебному заданию, техническому заданию не по служебной обязанности, то оно не принадлежит работодателю, но если автор использует какие – то материальные ресурсы, то он должен возместить их работодателю. Вот если он использовал знания, опыт информацию, т.е. не осязаемое, закон ничего не говорит. Значит должен думать работодатель, чтобы, перед тем как нанять работника, как заключить договор о передаче всех прав на все результаты, что получит работник. Это большая проблема в организации НИОКР.

Отношения между заказчиком и исполнителем регулируются 38 гл. ГК РФ, по которой, если в договоре ничего не оговорено, то заказчик имеет все права, а исполнитель имеет право на использование собственных нужд. Собственные нужды это что? Прежде всего это желание заработать, продав копию кому – то, этот кто – то чаще всего конкурент заказчика. Поэтому требуется детальное урегулирование возможного конфликта.

Отношения между государственным заказчиком и исполнителем пока еще окончательно не урегулированы. Есть 685 постановление Правительства РФ, действующее с 2006 г. Однако оно не работает и по возможности всеми саботируется. Как предлагает власть закреплять права на то, что сделано на деньги бюджета. Когда вы получаете по госконтракту средства на НИОКР, то нужно сразу же определиться, связаны ли результаты с нуждами обороны, безопасности государства, планами промышленного использования. Если это не нужно, то можно планировать закрепление права за собой. Это предполагает, что после окончания

работы нужно сдать отчет и единицу учета полученных исполнителем новых результатов, в которой должен быть описан новый результат с приложенной оценкой коммерческой ценности и оценкой патентной чистоты.

Государственный заказчик должен в своей депозитарии учесть полученный за средства бюджета результат, либо как объект исключительных прав, либо как НОУ – ХАУ. Как описывать НОУ – ХАУ? Как его учитывать? Это такая головная боль, что никто и не понял как его делать и поэтому Роснауке поручили возглавить это юридикское направление и всех научить, а они сами отказались НОУ – ХАУ регистрировать. Академия наук в прошлом году (2007), проведя НИР на 70 – 80 млрд. руб., говорит, что делает только фундаментальные исследования, прикладных результатов нет, и нечего регистрировать. И она ничего не регистрировала, чтобы бумаги не писать. Постановление правительства не выполняется. Почему не выполняется, потому что после того, как оформили единицу хранения описанного нового результата нужно не позже чем через шесть месяцев прийти с бизнес – планом использования полученного нового результата. Этот бизнес – план порождает необходимость подписать так называемый типовой договор, по которому возникает обязанность от будущих ваших доходов отчислить государству 2 – 9% в зависимости от отраслей. Это фактически второе наложение.

Сейчас идет борьба за то, чтобы эти компенсаторные платежи убрать.

За рубежом это задача реализуется по – разному. Можно привести пример из американской инновационной системы, которая больше нравится мне и весь мир ее копирует. Там человек подписывает контракт с государством, и сразу же в госконтракте, если этот продукт не будет использоваться для государственных нужд, за ним закрепляется право собственности без всяких компенсационных платежей. Там есть целый ряд обязательств, например, он не имеет право давать лицензию на этот результат не резиденту США, т.е. если кто – то купит лицензию на результат, потом выпустит продукт и привезет в США, а правительство захочет закупить для собственных нужд, оно не может диктовать цену. Потому что если резидент покупает эту лицензию, выпускает продукт, который покупает правительство США для собственных нужд, то оно не платит в цене этой продукции роялти для университета. У нас придумано постановление № 685: если закрепляются права, по этой сложной схеме, то госзаказчик, закрепивший права, оставляет за собой право разрешить использовать эти же результаты третьему лицу, если это будет использовано для государственных нужд. Ну кто же будет инвестировать, когда у тебя права на передачу вроде бы есть, но у заказчика они тоже есть! Поэтому все инвесторы говорят, что безотзывная возможность права на то, что сделано на деньги бюджета, это главное, чего им не хватает. Потому что госзаказчик – исполнитель пока недостаточно урегулирована, и любой венчурный фонд с результатом, созданным на средства бюджета, не хочет иметь дело по определению. Сам факт, что приходится дважды идти к чиновнику и спрашивать разрешение на закрепление прав, только плодит коррупцию. Владелец разработки – инвестор регулируют свои отношения по договору. Когда инвестор финансирует разработку и уже есть опытная технологическая партия, ему нужно доработать технологию для производства большего масштаба. Он понимает, что вкладывает не только деньги, но и свою интеллектуальную собственность в форме знаний. Он выбрал, оценил, бренд свой приложил к этим результатам, поэтому требует свою долю. В Черногловке за то, что Татнефть купила право один раз использовать разработку, в договоре было записано, что все последующие продажи содержат 25% прав покупателя.

В завершении хотел бы рекомендовать не торопиться с получением патента, но не мешкать с патентованием. Если у вас есть такое пионерское решение, которое нужно запатентовать, то подать заявку нужно, но торопиться с получением патента не нужно. Продукт еще окончательно не продуман, это будет дозиметр или кукла из темнеющей в ультрафиолете пластмассы. Когда найдется партнер и вы решите, с каким окончательным продуктом выходите на рынок, тогда и получите патент. Закреплять права на перспективные в коммерче-

ском плане результаты нужно как можно быстрее. Подавать заявку на оригинальные решения в этих результатах тоже нужно сразу, но торопиться с получением патента не следует.

Очень важно помнить про критический срок 12 месяцев с даты после подачи заявки. После проведения формальной экспертизы у заявителя появляется приоритетная справка. Важно помнить, что в течение 12 месяцев вы можете забрать свою заявку и не попадете в базу данных экспертов на будущее. Если получена приоритетная справка после подачи заявки, то в переговорах становится возможным показывать свои патентуемые результаты партнеру, потому что ценное знание задепонировано в Роспатенте и бесполезно его воровать. Если переговоры не завершаются, с даты подачи заявки уже приближается 12 месяцев, разумно забрать заявку и еще раз подать, потому что составить новую заявку стоит дорого, но зато в будущем новой заявке не будет противопоставлена прошлая заявка. Важно сформировать доверие в отношениях с инвестором. Самый простой способ вместе подать заявку, получить совместный патент. Если есть портфель оригинальных решений, то есть пространство для маневра. Если поторопились получить патент, то уже нечего предложить для совместного патентования.

Когда мне рассказывают, без патента нет инновационных проектов, я очень удивляюсь. Зачем, например, патентовать технологию, если сами собираетесь производить. Патентуют технологию, если собираетесь передать в уставной капитал другой компании. Нужно всегда видеть экономический смысл патентования, а не только правовой.

Работа поддержана грантом РФФИ 07-06-12003

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ИННОВАЦИОННЫЙ БИЗНЕС, КАК ФОРМА АКТИВИЗАЦИИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

И. И. Попов

*ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»,
(424001, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1)
E-mail: popov@marsu.ru*

Перед Республикой Марий Эл, как и перед многими другими регионами России, когда – то эффективно обслуживающих запросы государственного оборонного комплекса, стоит задача технологического перевооружения производства и предоставление ассортимента продукции, конкурентоспособной на современном мировом потребительском рынке. Причем в условиях жесткой рыночной конкуренции вопросы создания, производственного освоения и уверенной реализации на рынке конкурентоспособной на длительное время выпускаемой продукции формализуются в виде ключевой стратегической проблемы.

Поскольку обязательными условиями зарождения и успешного ведения высокотехнологичного бизнеса является наличие эффективной коммерциализуемой научной идеи, подготовка менеджеров инновационной деятельности, привлечение достаточного финансирования, обеспеченного гарантиями окупаемости, качественный менеджмент, то для решения выше обозначенной стратегической проблемы очень важно в наиболее оправданной форме как с позиции обеспечения заданных сроков, так и минимизации финансовых вложений организовать становление и наращивание инновационного процесса в республике.

Главным условием в этой деятельности является наличие большого ассортимента коммерциализуемых научных идей, лучше всего базирующихся на новых результатах фундаментальных НИР. В нашем государстве есть хорошие традиции успешного проведения фундаментальных НИР, освоения в кратчайшие сроки производственных технологий. Но вот

мостика между результатами НИР и созданием на их основе конкурентоспособных на мировом рынке продуктов почти – что не было. Инновационная деятельность решает эту проблему. Но только дело это не простое, как минимум в 3 раза более сложное и трудоемкое чем чистый научно – исследовательский процесс. Потому очень важно создать качественную систему образования и подготовки специалистов для инновационной деятельности. Также важно найти форму формирования психологии инновационного мышления среди научных работников. При чем это должно касаться как и умудренных опытом седовласых ученых, так и молодых людей, только что начинающих постигать профессиональные знания. У каждого должны быть свои задачи, посильные их текущей подготовке и имеющимся способностям. Необходимо построить систему взаимоотношения между ними, привлекаемыми консультантами и профессиональными предпринимателями. Система проектной подготовки отраслевых специалистов, предложенная профессорами Марийского государственного университета решает эти задачи. Содружество профессора (ведущего ученого университета) и менеджера инновационной деятельности, имея коммерциализуемую научную идею и стратегию выхода на инновационный бизнес, берет кураторство над старшеклассниками общеобразовательных школ, студентами, аспирантами и сотрудниками университета, решившим посвятить свою деятельность становлению и функционированию этого бизнеса. Они на договорной основе объединяют свои ресурсы и возможности на свой страх и риск для создания реализуемого на рынке продукта и получения прибыли или другой выгоды от его реализации. Это объединение оформляется в виде создания при одном из юридических лиц Холдинговой временной творческой компании (ХВТК) [1]. Субъекты этой деятельности получают знания, необходимые для выполнения своих функций при коллективной работе над проектом. Все заинтересованы в наличии хороших знаний и высокой квалификации каждого участника работ над проектом. Потому передача знаний и опыта происходит естественным образом под контролем кураторов. В процессе обучения в университете студенты пользуются услугами учебно – наглядных научно – инновационных предприятий (УНИП) [1]. УНИП является предприятием, работающим в реальном секторе экономики, вид его основной деятельности совпадает с профилем подготовки специалистов на факультете. Лабораторные, курсовые и дипломные работы выполняются с учетом информации о деятельности предприятия, открытой им для учебного процесса. Одной из форм подготовки кадров для инновационной деятельности может стать целенаправленная подготовка специалистов в вузе по направлению «Инноватика». Также дает хороший эффект участие республики в ряде существующих в России образовательных бизнес – программ послевузовской подготовки менеджеров инновационной деятельности.

Созданию основ для решения всех выше обозначенных задач посвящена работа ежегодной Международной научной школы «Наука и инновации», третий год подряд проводимая учеными Марийского государственного университета на территории Республики Марий Эл. В этом году активное участие в работе школы приняли участие Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева, Факультет инновационно – технологического бизнеса Академии народного хозяйства при Правительств РФ. Проводимая на школе стратегия формирования малого инновационного бизнеса имеет свою специфику. Поскольку одним из основных инструментов оценки эффективности инновационной деятельности является капитализация научной идеи по мере ее коммерциализации и создания на ее основе инновационного предприятия, поэтому здесь выбран наименее затратный подход становления инновационного бизнеса. Он осуществляется через организационную форму объединения интеллектуальных ресурсов и их обладателей, формирование моды на научную деятельность, технологический аудит научных коллективов, аккумуляцию коммерциализуемых научных идей с различных регионов России и из – за ее пределов, сопровождение их до этапа научно – инновационных заделов, инкубацию малых инновационных предприятий и вывод на рынок их продукции, создание самодостаточной финансовой системы поддержки инновационного предпринимательства путем участия в бизнесе создаваемых инновационных

предприятий. Стратегия продвижения инновационного бизнеса от идей и коммерциализуемых научных заделов через эффективную инвестиционную политику к капитальным вложениям в инновационную инфраструктуру и выход на стратегического инвестора является экономически более обоснованной, имеет минимизированные риски, повышает показатели капитализации продвигаемых на рынок интеллектуальных продуктов. Первый этап создания научного инновационно – ориентированного задела начинается с лекционного обзора научных проблем, освещающих состояние научных исследований и перспективы получения практически значимых результатов по приоритетным направлениям развития науки и техники. Второй этап связан с обсуждением на «Клубе профессорской мысли» (действующем в рамках Школы межвузовском междисциплинарном научном инновационно – ориентированном семинаре) перспектив коммерциализации результатов решения крупной научной проблемы. В результате обсуждения предложенного материала происходит предварительный технологический аудит авторского коллектива и вырабатываются рекомендации по корректировке точек практического приложения, более успешного с позиции коммерциализации полученных знаний, и по методикам проводимых исследований. Также в этом случае формулируются примеры возможных коммерциализуемых научных идей. В работе этого Клуба принимают участие ученые из различных городов России и ее Зарубежья. Заседания клуба проводятся в полном составе по мере востребованности всего один раз в год. С целью повышения эффективности его работы была выбрана стратегия создания на базе ежегодно проводимой школы «Наука и инновации» Виртуального инновационно – технологического центра (ВИТЦ). Этот ВИТЦ должен иметь хорошую информационную поддержку, опирающуюся на все последние достижения в области информационных технологий. В этом случае в банке данных будут аккумулироваться в реальном масштабе времени интеллектуальные продукты разной степени готовности для коммерциализации. Будет организован диалог автора инновационного предложения с экспертами ВИТЦ. Работу по совершенствованию интеллектуального продукта, подготовку его для реализации и непосредственно продажу в супермаркете интеллектуальных продуктов (входящем в состав ВИТЦ) будут выполнять штатные менеджеры инновационной деятельности. Нарботки ВИТЦ пригодные для внедрения в производство Республики Марий Эл и ее партнеров по обеспечению функционирования этого центра будут на договорных или иных экономически обоснованных условиях, передаваться на местные предприятия и бизнес инкубаторы. Остальное будет реализовываться по рыночной цене.

Большая поддержка становлению инновационной деятельности среди научных работников оказывается благодаря конкурсам, проводимым Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно – технической сфере, а также образовательная деятельность факультета инновационно – технологического бизнеса АНХ при Правительстве РФ. Очень эффективным оказался бизнес – семинар, проведенный на данной школе для молодых ученых и начинающих предпринимателей директором НИКАДРЫ факультета ИТБ АНХ при правительстве РФ, к.т.н. В. Г. Яшиным. Особенно хорошо это вписалось в подготовку номинантов программы «У.М.Н.И.К.». В результате защиты зачетного задания на этом семинаре выяснилось, что наиболее успешно с поставленной учебной задачей справились те, кто был рекомендован на получение гранта. Выяснился такой факт, что способности в научно – исследовательской деятельности коррелируют с готовностью осваивать знания по коммерциализации своих научных разработок. В этом случае у ученых формируется психология инновационного мышления и происходит формирование будущего менеджера инновационной деятельности. Молодые ученые — будущие предприниматели — вместе знакомятся с участниками школы с финансовыми инструментами, поддерживающими инновационную деятельность, и правилами работы с ними.

Таким образом, выбранная Марийскими учеными и их коллегами из других городов России модель вхождения научных работников в инновационный бизнес, не требующая ка-

питательных затрат со стороны региональной власти, позволяет вести независимую работу по созданию, аккумуляции, капитализации и реализации своих интеллектуальных ресурсов, поддерживая при этом процесс активизации развития экономики Республики Марий Эл через формирование основ для становления высокотехнологичного бизнеса.

Литература

[1] Попов И. И., Гладышева Е. И., Рыбакова О. Е. Возможные формы ведения и пути развития инновационной деятельности в вузе / Матер. второй междунаrodn. научн. шк. «Наука и инновации – 2007» ISS «SI – 2007». – Йошкар – Ола (2007) С. 20–29.

ПРОЕКТНОЕ ОБУЧЕНИЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ВУЗЕ ПО ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ПЛАНАМ СОГЛАСНО РЕАЛИЗАЦИИ НАУЧНО-ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

И. И. Попов, Е. И. Гладышева, А. Е. Рыбакова, О. Е. Рыбакова

¹ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»
(424001, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1)

E-Mail: popov@marsu.ru

²Марийский филиал ОАО «АК БАРС» БАНК
(424000, г. Йошкар-Ола, ул. Успенская, д. 11)

Новая система проектного обучения в Марийском государственном университете является одной из разновидностей обучения студента по индивидуальному плану, проводимого в рамках темы образовательного научно – инновационного проекта под руководством профессора, курирующего данный проект, обладающего большим опытом научной работы и владеющего навыками инновационной деятельности. Данная система представляет одну из разновидностей сквозного по всем предметам образования.

Design training at Mari state university the new system is one of versions of training of the student under the individual plan which is spent within the limits of a theme educational scientifically the innovative project under the guidance of the professor supervising the given project, possessing wide experience of scientific work and owning skills of innovative activity. The given system represents one of versions of through formation in all subjects.

Профессор – куратор вместе с преподавателями всех дисциплин, дающих знания по профилю работ, выполняемых по образовательному научно – инновационному проекту, разрабатывает содержание практических занятий и курсовых проектов, руководит дипломным проектом (дипломной работой), утверждаемых учебно – методической комиссией факультета. Он уделяет особое персональное внимание общему и профессиональному воспитанию студента, руководит его научно – исследовательской работой, помогает ему освоить навыки проведения научных исследований, написания научных публикаций, конкурсных проектов и научных отчетов. Профессор готовит его к выступлениям на научных конференциях, защите проектов, работе с финансовыми средствами при выполнении НИР, знакомит его с основами знаний и навыками работы в области инновационной деятельности. Помогает при разработке инновационного проекта, открытии малого предприятия и запуске его работы на потребительском рынке. Профессор – куратор участвует в комиссиях по защите курсовых проектов и дипломной работы своего подшефного, руководит его обучением в аспирантуре. Он организует индивидуальное обучение студента во взаимодействие Марийского государственного университета с Учебно – наглядным инновационным предприятием, работающим на рынке с продуктами, получаемыми в результате реализации учебного научно – инновационного про-

екта¹ [1]. Положение о проектном обучении по индивидуальному плану, перечень проектов и индивидуальных планов обучения по нему утверждается учебно – методической комиссией и советом факультета (института).

Студент, поступивший в МарГУ, с первых дней обучения, получает персональную опеку профессора, ведущего ученого, имеющего опыт ведения инновационной деятельности. Студент входит в состав творческого коллектива, работающего по научно – инновационному проекту, предложенному профессором, куратором студента. В процессе обучения в МарГУ, студент выполняет практические задания, курсовые и дипломные работы, научные исследования в соответствии с темой проекта. Становится одним из основных соавторов научных заделов, перспективных с позиции их коммерциализации.

В течение 1 – 2 лет происходит адаптация студента в научной проблеме, он приобретает навыки ведения научных исследований. По мере готовности студент становится носителем коммерциализуемой научной идеи и выходит на ежегодный конкурс федеральной программы «У.М.Н.И.К.» (Участник Молодежного Научного Инновационного Конкурса), с первого или со второго захода получает персональный грант финансовой поддержки своей индивидуальной научной работы в размере 400 тыс. руб. на 2 года. К моменту получения диплома результаты работы по гранту он доводит до коммерциализуемого продукта, вместе с коллегами создает свое высокотехнологичное малое инновационное предприятие под реализацию гранта федеральной программы «Старт» с объемом финансирования на 3 года 4,5 млн. руб. из федерального бюджета и порядка 4 млн. руб. от инвестора. После 3 лет работы годовой оборот малого предприятия, возглавляемого выпускником МарГУ, растет до 30 млн. руб. и выше. При этом заработная плата и перспективы профессионального роста у молодого человека значительно превышают успехи своих одноклассников, подавшихся искать свое счастье на стороне. Имеется задел по данной системе обучения. В качестве живого примера реализованного на практике дела можно привести выпускников МарГУ этого года по специальности «Защита растений» Татьяну Балдину и Александра Свечникова. Татьяна сейчас директор малого предприятия, а Александр — технолог. Молодые люди за время учебы в МарГУ и во время занятий в кружке научно – исследовательской работы студентов стали соавторами первого в мире решения проблемы биологического сохранения влажного зерна на токах сроком до одного месяца без потери семенных и продовольственных качеств. Результаты НИР реализованы в производство биологического препарата, востребованного производителями зерна во всем мире².

Имеются примеры успешной подготовки научно – инновационного задела в рамках работы по образовательному проекту и выполнения грантов по программе «У.М.Н.И.К.» аспирантами Людмилой Камышевой с кафедры биологии человека (руководитель — зав. кафедрой, профессор Зелди И. П.) и Верой Нигматуллиной с кафедры электромеханики (руководитель — зав. кафедрой электромеханики, профессор Попов И. И. Их работы также имеют мировой приоритет. С 2008 года получили гранты по программе «У.М.Н.И.К.» аспирантка Васина Е. М. (руководитель — Зелди И. П.), аспирантка Морозова Т. В. (руководитель — Ившин В. П.), выпускница АТИ этого года Балдина Т. Л. (руководители (Марьин Г. С., Козлов В. А.), студент 4 курса ЭЭФ Князев А. Д. (руководитель — Попов И. И.).

Гарантии успешного обучения предлагают заведующие кафедрами и профессора МарГУ Попов И. И. Марьин Г. С., Зелди И. П., Ившин В. П., Кокурин М. Ю., Гловатов Н. В. и др. участники заседаний клуба профессорской мысли. Они имеют многолетний опыт успешного выполнения фундаментальных и прикладных научно – исследовательских работ (НИР), фи-

¹ См. на: www.marsu.ru/наука и инновации/наука и инновации2007/Материалы Второй международной научной школы «Наука и инновации 2007», С. 20–28

² См. на: www.marsu.ru/наука и инновации/Проспект малого инновационного предприятия «Орол»; см. на: www.marsu.ru/наука и инновации/наука и инновации2007/Материалы Второй международной научной школы «Наука и инновации 2007», С. 134–138.

нансиремых из федерального бюджета, регулярно выступают с докладами на российских и международных конференциях, где их научные успехи ни только не уступают, но по некоторым позициям и превосходят как зарубежных коллег, так и ученых из крупных российских городов — тех самых, в которые едут искать счастье выпускники марийских школ.

У профессоров МарГУ есть опыт и определенный авторитет в области инновационной деятельности. Так, например, возглавляемая профессором Поповым И. И. ежегодная международная научная школа «Наука и инновации» третий год подряд проходит в Республике Марий Эл, она входит в 150 лучших научных мероприятий России, ежегодно получающих аккредитацию по федеральной программе «У.М.Н.И.К.», т.е. право выдавать гранты молодым ученым – инноваторам. При МарГУ действует Клуб профессорской мысли, своеобразный фильтр инновационных идей и наставник их носителей.

На базе Клуба профессорской мысли разрабатывается виртуальный супермаркет интеллектуальных продуктов. Для того чтобы этот супермаркет заработал в полную силу, республике необходимы молодые талантливые люди, являющиеся хорошими специалистами в различных областях знаний, имеющими инновационно – ориентированную психологию творческого и практического мышления.

Будущим новым студентам МарГУ предлагается участие в решении проблем создания новой гибридной энергетики для олимпийского Сочи, технологий создания и контроля новых материалов с заданными свойствами, проблем увеличения и сохранения урожая сельскохозяйственных культур, овощей и плодов, получения биопрепаратов сельскохозяйственного и медицинского назначения, диагностики и борьбы с заболеванием энцефалопатии мозга, т.е. потерей памяти, создания ряда оригинальных биотехнологий и нано – технологий, остро востребованных на современном потребительском рынке.

Проекты предлагают профессора кафедры электромеханики по специальности «электроснабжение», кафедры защиты растений по специальности «защита растений», кафедры биологии человека и кафедры ботаники и микологии по специальности «биология», кафедры органической химии по специальности «химия», кафедры математического анализа и теории функций по специальности «математика». Данная система проектного обучения вводится ради удержания в республике талантливой молодежи, создания сильного среднего класса предпринимателей – инноваторов, формирования в республике хорошо образованной и высоко культурной интеллигенции [2]. В последнее время не без причин сложилась традиция отъезда из республики наиболее способных и активных выпускников школ. Не видят молодые люди как, обучаясь в вузе республики, после его окончания можно получить работу, обеспечивающую им выход на лидирующие позиции в обществе. Хотя трудности и проблемы, с которыми приходится сталкиваться выпускникам школ республики, уехавшим на чужбину искать свое счастье, чаще всего не перекрывают получаемые там радости жизни. Нас ученых эта проблема отъезда молодежи давно беспокоила. И вот результаты многолетней работы в науке и в области инновационной деятельности позволили нам выйти к нашим молодым землякам с предложением получить дома престижное и перспективное образование по инновационной образовательной системе проектного обучения студентов и аспирантов.

Так что нет нужды талантливой молодежи ехать искать свое счастье за семь морей и океанов. Можно жить в своей семье и самому творить свое успешное будущее. Счастье — оно рядом, в Марийском государственном университете. Приходите и берите его. Добро пожаловать в МарГУ!

Абитуриентам МарГУ, имеющим в аттестате о среднем образовании отличные оценки по предметам одного из профилей подготовки специалистов в МарГУ (математика плюс физика или биология плюс химия), или учащимся старших классов средних общеобразовательных школ, лицеев, техникумов предлагается записаться по электронной почте (ropov@marsu.ru) или позвонить с 14 до 16 часов по телефону 42–55–94. Необходимо передать для Попова Ивана Ивановича сообщение с указанием фамилии абитуриента, номера телефо-

на или др. координат для связи, номера и названия выбранного проекта, фамилии профессора, при котором они желают обучаться в МарГУ.

С записавшимися абитуриентами выбранные ими профессора в установленное время проведут собеседование по адресу Йошкар – Ола, ул. Осипенко, д. 60, ком. 216. Расскажут подробнее о сути и перспективах проекта. Беседующие стороны примут решение о целесообразности многолетнего творческого научно – образовательного сотрудничества.

Будущим студентам МарГУ, не имеющим отличных оценок, но чувствующим свой высокий потенциал и желающим обучаться по такой системе будет на конкурсной основе предоставлено такое право в случае сдачи экзаменов за 1 курс на «отлично».

Вниманию абитуриентов МарГУ предлагаются следующие варианты проектного обучения.

(Аннотации проектов предложены их руководителями)

1. Специальность «электроснабжение». По кафедре электромеханики, обучение при заведующем кафедрой, докторе физико – математических наук, профессоре Попове Иване Ивановиче имеются следующие проекты (соруководитель проекта 1.1. профессор ЧГПУ (г. Чебоксары) Козлов Вадим Авенирович).

Проект 1.1. Новая гибридная энергетика для олимпийского Сочи

Предлагается разработка и создание плавающей гибридной энергетической установки, позволяющей получать электроэнергию из растворенного в морской воде метана, путем окисления метана на твердом топливном элементе, погружаемом непосредственно до содержащего метан слоя воды. Предлагаемое решение является новым, не имеет технологических аналогов.

Актуальность темы обусловлена двумя аспектами. Первый аспект связан с уменьшением запасов нефти, что диктует необходимость внедрения технологий создания альтернативных возобновляемых источников топлива, равноценных продуктам переработки нефти. Второй аспект обусловлен естественным биологическим и техногенным загрязнением закрытых водоемов, таких как Аральское и Черное море, в толще которых, на глубинах более 200 м, происходит экологическая катастрофа, вызванная накоплением сероводорода и метана [1]. Оба вещества накапливаются в виде газогидрата и обладают значительной энергоемкостью. Не смотря на внешнюю простоту и привлекательность этой не новой идеи, реализовать ее в экономически приемлемом виде до сих пор не удалось никому.

Метан в водах Черного моря присутствует в нескольких формах. Метан, растворенный в воде на глубинах около двухсот метров. Это метан биологического происхождения. В его образовании участвуют метан продуцирующие бактерии. Слой его составляет 100 – 150 м. Растворенный в воде придонный метан, слой которого может достигать 300 – 400 м. Это метан также биологического происхождения, вероятно, образуется в результате заноса из вышеописанного слоя. В этом слое естественные биологические процессы не возможны, поскольку здесь высока концентрация сероводорода. Газогидрат метана, существующий в виде отдельных кусков и находящийся в донном иле на глубинах более двухсот метров [1].

Проект 1.2. Новые методы и приборы непрерывного индикативного контроля состояния автомобильного и трансформаторного масел на основе электромеханических резонансов и диэлектрических спектров.

Проект посвящен идее реализации непрерывного индикаторного контроля состояния автомобильного масла и трансформаторного масла по параметрам его диэлектрических спектров. Эта идея является новой, до сих пор на практике срок работоспособности масла определяется в основном либо по километражу, пройденному автомобилем, либо по истечению какого – то времени. Но при этом не учитывается, ни начальное качество масла, ни его условия эксплуатации. Имеется итальянский аналог непрерывного индикаторного контроля состояния автомобильного масла. В основе этого метода лежит сравнительный показатель отклонения показаний тока в центральном проводе коаксиального кабеля, помещенного в ди-

агностируемое масло, под воздействием внешнего постоянного магнитного поля относительно показаний, полученных для эталонного масла. Этот аналог обладает очень низкой точностью определения регистрируемой величины и высокой ценой (порядка 3500 руб.). Предлагаемый непрерывный контроль позволит с большей точностью определять момент утраты работоспособности автомобильного масла при меньших на порядок затратах, что увеличит его технические и экономические показатели. Применяемый контроль состояния трансформаторного масла трудоемкий и дорогой.

В предлагаемом проекте рассматривается разработка метода непрерывного индикаторного контроля состояния масла в автомобиле (или в трансформаторе) на основе регистрации добротности системы осцилляторов из надмолекулярных структур масла, находящихся в состоянии электромеханического резонанса. Наличие дополнительных включений в масле и повышение его температуры приводят к снижению добротности резонирующей системы. Путем снятия диэлектрических спектров предлагается регистрировать добротность электромеханического резонатора в масле, а по ее значению и форме диэлектрических спектров проводить непрерывную диагностику состояния масла.

Для реализации идеи построения индикаторного контроля состояния масла, необходимо провести дополнительные научные исследовательские работы. Они будут включать расчеты и результаты экспериментальных измерений добротности систем осцилляторов из надмолекулярных структур масла, находящихся в состоянии электромеханического резонанса в зависимости от марки масла, от температуры, от километража автомобиля, от срока эксплуатации. Идея индикаторного контроля состояния автомобильного масла по точности регистрации и цене значительно превосходит имеющиеся аналоги.

Рынок реализации конечного продукта распространяется на весь мировой автомобильный рынок. В случае выхода датчика на весь автомобильный рынок, при его цене 300 рублей и себестоимости 150 рублей, экономический эффект может достичь миллиардов рублей, т.е. ожидается высокий экономический эффект от реализации предложенной идеи.

Проект 1.3. Новые технологии получения металлических конструкционных материалов с помощью специально организованных акустических полей.

Проект посвящен разработке новых технологий формирования структуры металла за счет акустического управления процессом застывания его расплава. Специально организованное акустическое поле заменяет легирующие добавки в расплаве металла, которые, застывая первыми, задают размеры структуры металла и, соответственно, его требуемые свойства. Впервые в мире поставлена такая фундаментальная проблема и предлагаются пути ее решения. Создана экспериментальная установка для формирования необходимых акустических полей. Получена теоретическая оценка условий эксперимента. Начинаются экспериментальные исследования.

2. Специальность «защита растений». По кафедре защита растений, обучение при заведующем кафедрой, докторе сельскохозяйственных наук, профессоре Марьине Геннадии Семеновиче и старшем научном сотруднике Шарапове Эбраре Махмутовиче:

Направление проектного обучения «Технологии глубокой переработки продуктов зернопроизводства и создание на их основе препаратов и биотехнологий сельскохозяйственного и медицинского назначения»

Проект 2.1. «Получение биологических препаратов и разработка биотехнологий для продления сроков сохранности влажного зерна без потери его продовольственных и семенных качеств»

Актуальность. Существует проблема быстрого самосогревания влажного зерна и порчи его с потерей продовольственных и семенных качеств. При таких условиях повышается активность микроорганизмов на поверхности зерна и активность ферментов зерна.

Для ее решения будет проведены научные исследования:

1) по изучению действия биологического препарата на предотвращение развития микроорганизмов на поверхности зерна, являющихся виновниками самосогревания зерновой массы.

2) изучение действия биологического препарата на активность ферментов зерна. Причем обе проблемы должны решаться действующим веществом одного препарата.

Научная новизна. Существующие в настоящее время препараты позволяют продлить срок сохранности зерна с потерей его семенных и продовольственных качеств.

Практическая значимость. Заключается в создании биологического препарата, не имеющего аналогов в мире.

Перспективы получения коммерческого результата

Создан промышленный образец под названием «Орол».

Проект 2.2. «Получение биологических препаратов и разработка биотехнологий для коррекции соотношения массы корня и стебля зерновых культур с целью увеличения содержания белка в зерне»

Актуальность. Существует проблема низкого содержания белка в зерне злаковых культур. Количество белка в таком зерне не отвечает требуемому соотношению его к углеводам. Возникают эти проблемы вследствие воздействия комплекса факторов возникающие от условия произрастания и место произрастания. Причем пониженное содержание белка сопровождается увеличением подземной массы растения.

Пониженное содержание белка приводит к проблеме не полноценности кормов

Для ее решения будут проведены научные исследования по изучению влияния некоторых БАВ, выделяемых с растения на соотношение массы наземной и подземной части растений. Идея заключается в том, что изменение соотношения наземной и подземной массы растений приводит к изменению содержания белка в сторону его увеличения.

Перспективы получения коммерческого результата Препараты будут получены из недорогого и доступного сырья, производство препарата малозатратное. Препарат будет очень востребован в сельском хозяйстве и сфере ландшафтного дизайна.

Проект 2.3. «Получение биологических препаратов и разработка биотехнологий для снижения сахара в крови с целью профилактики и снижения вероятности заболевания сахарным диабетом»

Актуальность. Существует проблема повышенной «усвояемости» энергетически богатых веществ (углеводов) в желудочно – кишечном тракте человека и животных вследствие исключения из рациона частиц зародыша и оболочек зерна в муке и продуктах ее использования. Все это приводит к увеличению нагрузки на инсулиновый механизм регулирования сахара в крови.

Для ее решения будут проведены научные исследования по изучению влияния биологически активных веществ оболочек зерна на активность ферментов желудочно – кишечного тракта человека и животных в целях уменьшения образования сахара в желудочно – кишечном тракте, что приводит к уменьшению уровня сахара в крови.

Научная новизна Общеизвестным продуктом в рационе человека, который влияет на уровень «усвояемости» энергетически богатых веществ являются фрукты и овощи. Элементом, который воздействует на уровень усвояемости пищи в желудочно – кишечном тракте человека и животных, признают наличие в них клетчатки. Несмотря на наличие во фруктах и овощах биологически активных веществ, влияющие на активность ферментов факт их регулирующего воздействия на процесс «усвояемости» пищи не рассматривается. Идея заключается в том, что БАВ играют первостепенную роль, в регулировании процессов усвоения пищи. Такие БАВ можно выделять из более доступных, дешевых источников пищевого сырья.

Практическая значимость заключается в том, что в рацион питания человека и животных вводится дешевый, легкохраняемый и доступный продукт.

Перспективы получения коммерческого результата Наличие огромного запаса дешевого сырья малозатратного производства, совмещающаяся с отсутствием затрат на специаль-

ные условия хранения, малый объем и транспортабельность открывает огромные перспективы для получения коммерческого результата.

Проект 2.4. «Получение биологических препаратов и разработка биотехнологий для повышения качества зерна»;

Актуальность. Существует проблема низкого качества зерна, связана с активностью некоторых ферментов, активация которых зависит от условий прорастания и географического места произрастания. Для ее решения будут проводиться научные исследования: влияния факторов прорастания на активность ферментов «атакующий» крахмал зерна.

Проводятся исследования выделения БАВ, сдерживающих механизм запуска активации фермента.

Научная новизна. Заключается в том, что практически открывается класс веществ, находящихся в оболочках зерна, многофункциональной биологической ролью. Эти вещества находятся внутри зерна, и их присутствие блокирует механизм активации ферментов. Находятся эти вещества на поверхности зерна, в зависимости от условий внешней среды, их присутствие блокирует увеличение численности микроорганизмов на поверхности зерна.

Практическая значимость. Регулирование путем введения таких БАВ внутрь зерна позволяет корректировать показатели качества зерна, связанные с активностью фермента альфа – амилаза.

Перспективы получения коммерческого результата. Наличие огромного запаса дешевого сырья малозатратного производства, совмещающаяся с отсутствием затрат на специальные условия хранения, малый объем и транспортабельность открывает огромные перспективы для получения коммерческого результата.

Проект 2.5. «Получение биологических препаратов и разработка биотехнологий для борьбы с болезнями, вызываемыми бактерией *Bacterius mezentericum*»

Актуальность. Существует проблема так называемой картофельной болезни белого хлеба, батончиков, выпекаемых из пшеничной муки в условиях высоких температур (выше 35°). Болезнь вызывает порчу мякиша хлеба, сопровождающаяся неприятным запахом приводящая к полной потере потребительских свойств. Причем такой хлеб подлежит только уничтожению, а предприятие всего цикла от производства муки до выпечки хлеба подлежит к закрытию производства, до полной ликвидации этих микроорганизмов в технологическом оборудовании. Все это приносит колоссальный ущерб производителю

Для решения этой проблемы будут проведены научные исследования, которые предлагают решение данной проблемы на основе комплексного биологического препарата, выделяемое из различных растений и вводимое в опару как профилирующий препарат, предупреждая развитие этой болезни.

Проект 2.6. «Получение биологических препаратов и разработка биотехнологий для продления сроков сохранности свежих овощей и плодов без потери товарной привлекательности (вкуса и внешнего вида)»

Актуальность. Существует проблема естественной потери товарной привлекательности свежих овощей и плодов, вследствие их хранения из – за действия комплекса причин: 1) увеличение численности микроорганизмов на поверхности плодов и овощей, 2) потери влаги и снижение тургора, 3) увеличение содержания фитогормона этилена.

Для ее решения будет проведены научные исследования воздействия биопрепарата, уменьшающего численность микроорганизмов на поверхности плодов и овощей, с одновременной способностью сохранять влагу и поддерживать тургор. Также будет проводиться исследование по биолого – химической дезактивации фитогормона этилен.

Научная новизна. Заключается в разработке препарата, сдерживающего увеличение численности микроорганизмов на поверхности плодов и овощей, так как в основном разработки в этой области ведутся в направлении изменения физиологических процессов происходящих внутри плодов овощей, посредством генной инженерии.

Практическая значимость Создание препарата комплексного воздействия в сочетании с химическими методами дезактивации фитогормона этилен.

Перспективы получения коммерческого результата Получены первоначальные результаты с использованием БАВ растительного происхождения. Доступность растительного сырья в сочетании с дешевым производством, без специальных методов, открывают перспективы получения коммерческого результата.

3. Специальность «биология».

Обучение **при заведующем кафедре биологии человека, кандидате биологических наук, профессоре Зелди Иване Петровиче** имеются следующие проекты:

Проект 3.1. Разработка комплекса физико – химических методов для решения проблемы диагностики и лечения энцефалопатии у человека

Предлагаемый проект заключается в разработке комплекса физико – химических методов оценки действия тканеспецифических цитокининов на градиент концентрации 2,3-бифосфоглицерата (2, 3-БФГ), решающего рыночную проблему диагностики энцефалопатии у человека. Научная новизна предлагаемой идеи заключается в том, что в современной диагностике энцефалопатии отсутствует информация о молекулярных механизмах регуляции кислородзависимого метаболизма в нейронах головного мозга³ [5].

В течение 2 лет будут решаться следующих проблем:

- изучение закономерностей тканеспецифических изменений концентрации 2,3-БФГ в альвеокапиллярной сети и капиллярах головного мозга;
- исследование тканеспецифического содержания цитокининов (ИЛ-2, ИЛ-4, ИЛ-7, ИЛ-8), обеспечивающих разность концентрации 2,3-БФГ в капиллярах головного мозга и альвеокапиллярах.

В результате выполненных исследований будет получен научный задел для создания востребованного потребителем рынком инновационного продукта в виде диагностического и фармако – коррекционного комплекса. На создание этого комплекса и его внедрения для оказания услуг населению потребуется еще 4 – 5 лет.

Таким образом, срок получения конечного продукта составит от 6 до 7 лет.

Технический уровень идеи определяется использованием современных методов спектрального анализа, ультрацентрифугирования и иммунохимии для количественного определения 2,3-БФГ и цитокинов при диагностике и коррекции энцефалопатии. Аналоги использования данных показателей в мировой клинической практике отсутствуют. Существующий в мире уровень науки и техники в области диагностики энцефалопатий основан только на измерении количественных параметров кровоснабжения головного мозга.

Экономический эффект от обследования одного пациента высокий и составляет 25 — 30 тыс. руб. Учитывая спрос и актуальность на подобное диагностическое обследование в масштабах страны общий годовой экономический эффект возрастет на 4 – 5 порядков. Это позволит обеспечить экономические интересы всех членов команды. На основе полученных по данному гранту результатов будет разработан инновационный проект, направленный на создание бизнеса за счет финансовой поддержки по программе «Старт» и средств инвестора.

Права авторов на интеллектуальную собственность и долю в бизнесе предполагается защищать через авторство на использованные патенты на изобретение РФ, «НОУ-ХАУ» и обладание долей уставного фонда малого предприятия, реализующего бизнес на основе предлагаемой идеи.

Проект 3.2. Экспресс – метод определения смеси диоксинов в пищевых продуктах, почве и воде.

Предлагаемый проект заключается в возможности экспресс – анализа диоксиноподобных веществ в пищевых продуктах, почве и воде за счет свечения рекомбинантных бактерий

³ См. www.marsu.ru \ наука и инновации \ наука и инновации 2007 \ Материалы Второй международной научной школы «Наука и инновации 2007», С. 92–98.

при их взаимодействии с токсинами. Данная идея является новой, поскольку аналоги, позволяющие определять диоксиноподобных веществ подобным образом, отсутствуют.

Введение. Полигалогенированные дибензо-*n*-диоксины и родственные им соединения принадлежат к категории супертоксикантов, особо опасных загрязнителей, и обладают устойчивостью к химической, биологической и фотолитической деструкции. Не отличаясь по острой токсичности от веществ 1-го класса опасности, диоксины при снижении концентрации действующего на организм вещества не становятся безвредными. Даже при снижении концентрации в 1000 раз от летальной дозы диоксины и родственные им соединения вызывают целую гамму токсических эффектов, видимыми из которых являются резкое снижение веса тела и тяжелое поражение кожи — хлоракне [7][6].

Диоксиды и родственные им соединения оказывают неблагоприятные эффекты на все формы живой материи — от бактерий до теплокровных. Эти ксенобиотики проявляют целую гамму токсических эффектов, реализующихся по разнообразным механизмам [7]. Они не подвергаются естественной деградации в среде обитания человека и в нем самом, аккумулируются в тканях (в основном в жировых) живых организмов, накапливаясь и поднимаясь вверх по цепи питания. На самом вершине этой цепи находится человек, и около 90% диоксинов поступает к нему с животной пищей. Стоит однажды попасть диоксину в организм человека, как он остается в нем навсегда и начинает свое долговременное вредное воздействие. Диоксины вызывают целый ряд серьезных заболеваний, среди которых образование злокачественных опухолей, психические расстройства, нарушение обучаемости, снижение иммунитета, сокращение содержания мужского гормона, диабет, импотенция, эндометрит.

Инструкция. В настоящее время в России имеется лишь две лаборатории, способные проводить достоверный анализ на уровнях, достаточных для определения диоксинов в биологических объектах, пищевых продуктах и объектах окружающей среды. Качественное и количественное определение диоксинов в этих лабораториях целиком проводится с использованием хроматомасспектрометрии высокого разрешения, способной определить следовые концентрации супертоксиканов. Однако высокая стоимость лабораторного оборудования и сложность анализа ничтожно малых концентраций химических соединений привели к появлению новых методик, основанных на биосенсорах. С развитием техники измерения очень слабых световых потоков стало возможным применение хемилюминесценции. Слабое свечение сопровождает по существу все химические реакции, идущие с участием свободных радикалов. Собственное свечение животных клеток и тканей обусловлено преимущественно реакциями цепного окисления липидов и реакциями, сопровождающими взаимодействие окиси азота и супероксидного радикала. Видимое простым глазом свечение некоторых организмов, например светляка, которое называют биолюминесценцией, также нашло широкое применение в клинических анализах и медико-биологических научных исследованиях. Ген — люциферазы светлячков встраивают в геном бактериальных клеток, после чего рекомбинантные клетки бактерий способны люминесцировать в присутствии токсинов.

Светящиеся бактерии весьма чувствительны к примесям вредных веществ в воде, и измерение биолюминесценции можно использовать для оценки загрязнения воды токсическими соединениями. К числу светящихся относится немного видов бактерий. Хемилюминесцентная реакция катализируется ферментом — бактериальной люциферазой и включает в себя процессы окисления восстановленного флавиномононуклеотида ФМН-Н₂ до ФМН и одновременно — алифатического (C¹⁴) альдегида до миристиновой (C¹⁴) кислоты. В последние годы получают все большее распространение биохимические анализы, в которых в качестве тест-объекта используют целые бактериальные клетки (в суспензии), экстракты светящихся бактерий, изолированный фермент — люциферазу.

В качестве биосенсоров используют бактерии *E. coli*, содержащие специально сконструированные гибридные плазмиды. В плазмиду входят два участка — узнающий токсин (промоутер с белком репрессором), и сигнализирующий, который свечением определяет присутствие токсина (гены — репортеры, кодирующие люцефарзу и питательный субстрат

для нее). Если токсина нет, репрессор блокирует работу промотора, который включает работу генов люциферазы (клетка не светится). При появлении токсина бактериальная клетка начинает светиться: токсин связывается с репрессором и они освобождают промотор. Промотор включает гены – репортеры, которые запускают в дальнейшем процесс синтеза люциферазы.

Детектирование химических соединений типа диоксинов с помощью репортер – гена люциферазы позволяет проводить быстрые полуколичественные определения. Испускание света у бактерий можно измерять без лизиса клеток на основе измерения экспрессии гена *in vivo*. Определение диоксиноподобных веществ с помощью люциферазы более чувствительнее, чем с помощью хроматомасспектрометрии, время детектирования становится короче и проще [6], [8].

Таким образом, использование рекомбинантных бактериальных клеток с геном – люциферазы светлячков позволяет определить наличие диоксиноподобных соединений в пищевых продуктах и воде. Этот метод является наиболее удобным, дешевым, чувствительным и эффективным по сравнению с другими методами определения диоксинов, который может найти широкое применение.

По кафедре ботаники и микологии по специальности «биология», обучение **при докторе биологических наук, профессоре Глотове Николае Васильевиче.**

Проект 3.3. Фундаментальные проблемы и прикладные аспекты популяционной биологии растений: компьютерные образовательные курсы и модельные экологические системы индивидуального пользования.

Проект включает разработку информационных образовательных технологий по преподаванию сложных биологических курсов, позволяющих получать знания в режиме самообразования. Создание и предложение на рынок модельных экологических систем индивидуального пользования позволит решить вопросы экологического самообразования и воспитания у людей внутренней экологической культуры.

4. Специальность «химия».

По кафедре органической химии, обучение **при заведующем кафедрой, докторе химических наук, профессоре Ившине Викторе Павловиче.**

Проект 4.1. «Хитиносодержащие соединения и материалы из плодовых тел высших грибов, произрастающих на территории регионов среднего Поволжья»

Одним из важнейших достижений мирового научно – технического прогресса в области изыскания новых перспективных веществ и материалов за последние тридцать лет стало изучение, создание и внедрение в практику технологий получения хитина, хитозана и их производных. Хитин обладает превосходными свойствами, такими как биосовместимость, биodeградируемость, нетоксичность и адсорбционность. К числу основных направлений использования хитиносодержащего материала нужно отнести медицину, косметологию, пищевую промышленность и сельское хозяйство. Производное хитина хитозан называют материалом XXI века, потому что он обеспечивает у тканей прочность, несминаемость с одновременным целебным эффектом. Основным сырьем для получения хитина является панцирь промысловых ракообразных, но потенциальным источником получения этого ценного полимера могут служить грибы, не представляющие интереса в качестве продуктов питания. Разработка технологии может основываться на исследованиях, выполненных за последние годы на кафедре органической химии ГОУВПО «Марийский государственный университет» доцентом Ившиной Т. Н. и ведущим химиком Шарниной Ф. Ф.

Работа по проекту может обеспечить реализацию:

- химреактивов и лекарственных субстанций D – глюкозамина, ценного полупродукта органического синтеза и компонента лекарственных композиций;
- эффективных сорбентов;
- компонентов косметических составов;
- сырья для изготовления изделий медицинского назначения.

Выделение хитина из грибов производится в более мягких условиях, чем из ракообразных, при значительно меньших затратах химикатов. Популяция высших грибов в Республике Марий Эл обильна, имеется возможность выращивания грибов в культуре, как это делается на примере шампиньонов, вешенки и др.

Кафедра органической химии гарантирует консультирование и курирование проекта.

5. Специальность «математика».

По кафедре математического анализа и теории функций, обучение **при заведующем кафедрой, докторе физико – математических наук, профессоре Кокурине Михаиле Юрьевиче.**

Проект 5.1. «Математические методы в информационных технологиях»

Разработка новых математических базисов для вновь создаваемых информационных технологий.

Литература

- [1] Попов И. И., Гладышева Е. И., Рыбакова О. Е. Возможные формы ведения и пути развития инновационной деятельности в вузе // Вторая международная научная школа «Наука и инновации – 2007» ISS «SI-2007. Материалы школы / Под ред. И. И. Попова, В. А. Козлова, А. П. Сухорукова, В. В. Самарцева, В. Г. Зинова, В. Г. Яшина. – Йошкар – Ола: МарГУ, 2007. – С. 20–28.
- [2] Попов И. И., Козлов В. А., Гильмутдинов Т. С., Гаврилов В. Н., Уваров В. А. Актуальность формирования оздоровительной индустрии и пути ее практической реализации // Вторая международная научная школа «Наука и инновации – 2007» ISS «SI-2007. Материалы школы / Под ред. И. И. Попова, В. А. Козлова, А. П. Сухорукова, В. В. Самарцева, В. Г. Зинова, В. Г. Яшина. – Йошкар – Ола: МарГУ, 2007. – С. 134–138.
- [3] Леин А. Ю., Иванов М. В. Крупнейший на Земле метановый водоем // Природа, **2** (2005)
- [4] Гальченко В. Ф. Метанотрофные бактерии, М.: ГЕОС (2001)
- [5] Камышева Л. И., Зелди И. П. Молекулярные механизмы компенсаторной роли 2,3-бифосфоглицерата гипоксии головного мозга // Вторая международная научная школа «Наука и инновации – 2007» ISS «SI-2007. Материалы школы / Под ред. И. И. Попова, В. А. Козлова, А. П. Сухорукова, В. В. Самарцева, В. Г. Зинова, В. Г. Яшина. – Йошкар – Ола: МарГУ, 2007. – С. 92–98.
- [6] Zhang Zhiren, Xu Shunqing, Zhou Yikai, Ren Shu, Liu Zhiwei, Детектирование химических соединений типа диоксинов с помощью репортер – гена люциферазы, Fenxi huaxue Anal. Chem. **29**(7) (2001) 825–827
- [7] Ившин В. П., Полушин Р. В. Диоксины и дикиноподобные соединения: пути образования, свойства, способы деструкции, Мар. гос. ун-т; Йошкар – Ола (2005) 320
- [8] Boylan M., Pelletier J., Meighen E. A. *Fused bacterial luciferase subunits catalyze light emission in eukaryotes» and prokaryotes*, J. Biol. Chem. **264** (1989) 1915– 918

ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ВИРТУАЛЬНОГО ИНОВАЦИОННО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА

В. И. Абдуллаев, И. И. Попов, Г. И. Куклина, И. М. Рычкова

В статье рассматриваются проблемы функционального проектирования информационной системы поддержки виртуального инновационно – технологического центра (ВИТЦ). На основе анализа существующих сетей трансфера инноваций и теоретической связи между управлением знаниями и инновациями формулируются задачи информационной системы ВИТЦ.

In problem article are considered functional designing of information system of support virtual innovative – the technological centre (VITC). Information system VITC problems on the basis of the analysis of ex-

isting networks of a transfer of innovations and theoretical communication between management of knowledge and innovations are formulated.

Инновации и инновационная культура

Не существует общей теории инноваций и, по мнению ряда специалистов, такой теории быть не может из – за слишком широкого понимания предмета исследований. В «Концепции инновационной политики Российской Федерации на 1998 – 2000 годы» дается следующее определение: «Инновация (нововведение) — конечный результат инновационной деятельности, получивший реализацию в виде нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности». В этом определении отсутствует указание на важнейший фактор инноваций — экономическую выгоду, которую инновации должны приносить физическому лицу, группе лиц или организации.

В обзоре определений инновации, данном в работе [1] в качестве наиболее удачного приводится следующее определение: «Намеренное введение и применение в пределах роли, группы или организации идей, продуктов, процессов или процедур, новых для принявшего их субъекта и предназначенных главным образом для выгоды индивида, группы, организации или более широкой социальной группы».

Отметим, что в обоих приведенных определениях имеется указание на некоторый приводящий к инновации процесс (инновационную деятельность), однако, во втором определении процесс более узок, так как не охватывает деятельность, предшествующую созданию «идей, продуктов, процессов или процедур».

Все средства поддержки инновационной деятельности — экономические, финансовые, правовые, научные, инфраструктурные, информационные, организационные, кадровые, — образуют культуру инновационной деятельности.

Инфраструктурными элементами инновационной культуры, в частности, являются инновационные предприятия разной организационной формы (бизнес инкубаторы, технопарки, инновационно – технологические центры и др.), реализующие полный цикл инновационной деятельности или его часть.

Целью статьи является выявление особенностей инновационных предприятий первого типа (с полным циклом) и формулирование задач информационной поддержки их деятельности.

Об актуальности виртуальных инновационно – технологических центров

В работе [2] рассмотрены изменения в практике трансфера знаний и технологий, происшедшие в российской экономике. Отмечено, что в советское время исследователи получали авторские права на результаты своего труда, но не имели возможности их коммерческого использования. Когда такая возможность появилась, коммерциализация знаний, полученных в стенах академических институтов, стала во все больших масштабах осуществляться вне этих стен посредством создания дочерних коммерческих фирм.

Этот процесс создал новые формы трансфера знаний и технологий. Внутри многих государственных научных учреждений вследствие высокого уровня конкуренции и страха утраты ноу – хау многие подразделения обособились, отказались от открытых дискуссий в рамках научно – технических советов, используя стратегию секретности по отношению к другим отделам. В результате обмен научной информацией сместился в плоскость неформальных социальных отношений.

Дальнейшее развитие этих неформальных отношений автор статьи [2] иллюстрирует на примере высокотехнологичной ассоциации, которая возникла, когда для заключения крупного контракта небольшой независимый творческий коллектив вынужден был юридически закрепить свой статус, создав малое предприятие. Через некоторое время успешной работы к коллективу примкнули исследовательские группы из других организаций. В результате практически все сотрудники предприятия используют стратегию «двойного гражданства»,

сохраняя свое рабочее место в научных организациях и университетах, где основная их деятельность сосредоточена на производстве и воспроизводстве знаний, и параллельно работая в инновационных предприятиях, занимаясь коммерциализацией этих знаний.

Сложившаяся в России практика работы специалистов в инновационных предприятиях «по совместительству», естественным путем приводит к концепции виртуального инновационно – технологического центра (ВИТЦ), когда работники центра, находясь по месту основной работы, возможно, в другом городе, могут участвовать в инновационных процессах центра с помощью информационно – коммуникационных технологий.

Для разработки эффективной информационной системы ВИТЦ необходимо использовать существующий опыт построения информационных систем поддержки инновационных процессов, что позволит, с одной стороны, заимствовать проверенные временем и пользователями решения, а с другой — предусмотреть возможности обмена информацией с существующими системами.

Инновационные сети первого поколения

Информационные системы поддержки инновационных процессов признаются необходимым элементом инновационной культуры не только специалистами, но и государственными структурами. Особенно большое развитие они получили в рамках второго определения инновации, когда информационные сети помогают распространению уже реализованных одними субъектами инноваций на как можно большее множество других субъектов. Такие системы называют сетями трансфера технологий (инноваций) или инновационными сетями. В [3] дается краткая характеристика некоторых инновационных сетей уже функционирующих Европейском Союзе:

- ✓ Сеть Инновационных релей центров (Innovation Relay Centers — IRC, создана в 1995г.);
- ✓ Сеть Инновационных регионов Европы (Innovation Regions of Europe — IRE, создана в 1995г.);
- ✓ Европейская сеть бизнес – инновационных центров (European Business Innovation Centers Network — EBN, создана в 1984г.);

Отмечается, что для европейских инновационных организаций характерной особенностью является вовлеченность в несколько сетевых структур. При этом участие в инновационных сетях не является для этих организаций самоцелью: членство в сетях связано с предоставлением услуг, потребностью в развитии новых компетенций или лоббировании своих интересов.

Основной набор сервисов практически одинаков для этих сетей и включает:

- ✓ лоббирование и продвижение членов сети, поддержку тематических подсетей (например, интернационализация малого и среднего бизнеса, информационно – коммуникационные технологии, инновационное финансирование, научно – технические разработки, энергетика, и др.);
- ✓ поддержка участия членов сети в европейских программах путем своевременного информирования о соответствующих конкурсах/тендерах;
- ✓ управление проектами и контрактами Еврокомиссии и их координация;
- ✓ проведение сетевых мероприятий (организация семинаров, конгрессов, конференций, обмен передовой практикой, предложение партнерства);
- ✓ поиск и привлечение экспертов для работы в регионах;
- ✓ распространение информации: регулярные новостные рассылки, обновление информации о программах Евросоюза («Tender Watches» & «Technical Notes»), веб – сайты, базы данных (DETECT – it, NAVOBS, Atlantech), публикации и технические руководства и т.д.

Приведенный список сервисов показывает, что реализующие их крупные и дорогостоящие проекты инновационных сетей концептуально являются зеркальным отображением традиционных элементов инновационной культуры в виртуальную среду электронных ком-

муникаций. Это предопределило невысокую популярность указанных сетей: в некоторых сетях объявленное число клиентов не превышает 100, а в самой крупной сети Европейской ассоциации трансфера технологий, инноваций и промышленной информации, объединяющей инновационно – технологических консультантов, технологических брокеров и консультантов по интеллектуальной собственности, офисы трансфера технологий при университетах и научных центрах, агентства регионального развития и торгово – промышленные палаты, научные парки, инновационные центры и инкубаторы, контрактные исследовательские организации и инженерных консультантов, правительственные министерства и отраслевые профессиональные организации зарегистрировано всего 220 членов.

Несомненным положительным результатом развития инновационных сетей первого поколения является разработка общих форматов и стандартов услуг. Эти форматы и стандарты позволяют участникам сети, которые работают в разных условиях, в разных странах, максимально четко передавать суть предлагаемой технологии или технологического запроса и формировать портрет потенциального партнера. Приведем в качестве примера выдержку из кодекса стандартов сети IRC, касающуюся поведения участников сети [3]:

В отношениях между центром IRC и КЛИЕНТОМ: Создавать стоимость и доверие

- ✓ Набирать мотивированных и подходящих клиентов
- ✓ Предлагать реальные услуги
- ✓ Выполнять обещания
- ✓ Быть профессионалом: серьезным, отзывчивым и ответственным

В отношениях между центрами IRC: Создавать доверие и энтузиазм

- ✓ Отвечать быстро
- ✓ Предоставлять полную и верную информацию
- ✓ Поддерживать современный уровень

В отношениях между центром IRC и Секретариатом: Создавать эффективность и результативность

- ✓ Добиваться мастерства
- ✓ Вносить вклад в непрерывное развитие мастерства в сети
- ✓ Предоставлять полную и верную информацию вовремя
- ✓ Делиться хорошим опытом

Очевидно, что подобные стандарты будут наследоваться сетями нового поколения.

Инновационные сети второго поколения

Путь к повышению эффективности нового поколения инновационных сетей теоретики инноваций видят в повышении интеллектуальности взаимодействия субъектов с сетью за счет использования онтологических баз знаний, описывающих интересы и профессиональный опыт участников сети, а также предметные области, «покрываемые» сетью.

Примером сети трансфера инноваций нового поколения является проект PIM (Process Innovation Managers) Евросоюза (срок реализации 2006 – 2008гг) для повышения инновационных возможностей малых и средних предприятий Восточной Европы, в котором реализуется бесплатный обмен знаниями и ноу – хау, минуя государственные и отраслевые границы, а также границы между разными бизнесами. Разработчики иллюстрируют возможности проекта на реальной ситуации, когда менеджер малого предприятия в Венгрии, производящего программное обеспечение, обнаружил устойчивую тенденцию к сокращению доходов и клиентов. Анализ показал, что рынок претерпевает значительные изменения в уровнях требований по обслуживанию клиентов. Менеджер может обратиться к платформе PIM в поисках решения проблемы. Изучая выбранные статьи по развитию рынков он выяснил, что рынок в Венгрии следует по пути уже пройденному рынком в Чехии и определил, что повышение уровня услуг может привести к повышению доходов его фирмы даже при сокращении числа клиентов. Кроме того PIM помог найти наилучшее решение, получить консультацию экспертов по его внедрению, сравнить уровни обслуживания с уровнями лучших практик.

Архитектура PIM, представленная на рис.1, включает интранет компоненты, реализующие традиционный набор сетевых сервисов, предоставляемых клиентам платформы: электронную почту, обмен мгновенными сообщениями, форум, новостные группы с рассылкой новостей, совместную работу над документами, телеконференции, совместный доступ к графику событий, доску объявлений. Интеллектуальность платформы определяется поисковым сервисом, который использует специальную среду онтологий, обеспечивающую большую полноту извлекаемых релевантных данных из базы знаний платформы. Наконец, расширенное онтологическое описание каждого клиента позволяет создавать и вести персональные базы знаний.

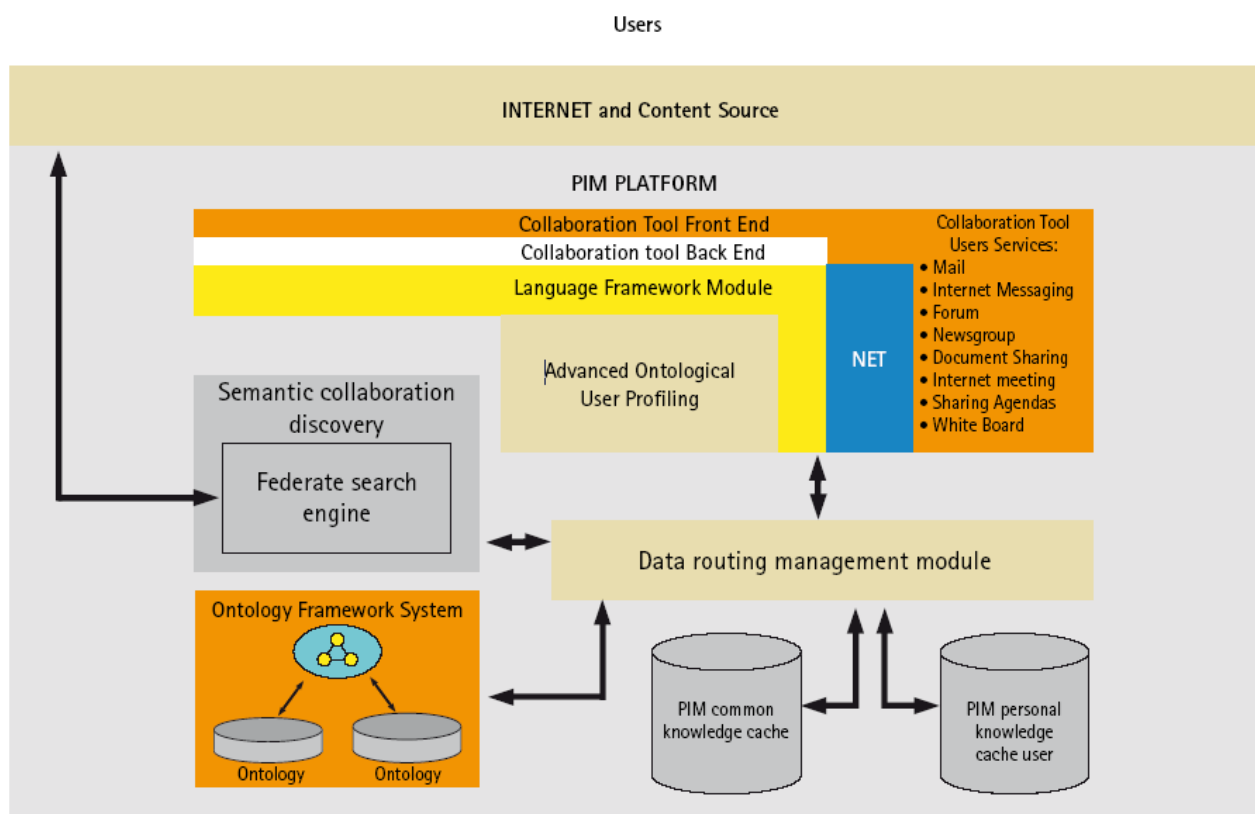


Рис.1 Архитектура PIM

Управление знаниями и управление инновациями

Приведенный выше пример лежит на том направлении развития инновационных сетей, которое связывают с приложениями теории управления знаниями в социальной среде к теории инноваций. На связь между инновациями и знаниями указывает большое число исследователей. Опрос 2000 британских предпринимателей выявил, что 15% считают знания самым важным ресурсом организации, а 65% относят знания к основным ресурсам организации [4].

Несмотря на большое значение, придаваемое системам управления знаниями, широко распространено мнение, что эти системы мало способствуют поддержке инноваций. Считается, что, как правило, невозможно предсказать, как сегодняшние знания будут использованы завтрашними инноваторами: инновации — по определению [6] — «это способы использования знаний в неизвестных будущих контекстах и, следовательно, простой поиск в любом репозитории с малой вероятностью даст инновационные результаты». Самым фундаментальным ограничением репозитория являются виды знаний, которые они могут захватывать и накапливать. Здесь акцент делается на их неспособности обрабатывать скрытые (tacit) знания. В работе [4] глубоко исследован вопрос об ограниченности процессов организационного управления знаниями с точки зрения их применимости к инновационным предприятиям и показывается, что альтернативная модель, настроенная на управление знаниями для

сообществ лучше подходит к таким организациям. Этот вывод основывается на исследованных автором возможностях вовлечения в инновационный процесс скрытых знаний.

Знания делятся на два непересекающихся множества: в первом лежат формальные (точные) недвусмысленные знания, во втором — скрытые: субъективное видение, интуиция, догадки, «коллективный опыт» и т.п. Формальные знания могут быть представлены словами и числами, легко передаются и совместно используются в виде твердых копий, научных формул, закодированных процедур или универсальных принципов. Скрытые знания не поддаются кодированию, выражению на естественном языке и проявляют себя только в различных приложениях (реализациях). Скрытые знания приобретаются индивидом по мере повышения его профессиональной квалификации и накопления жизненного опыта и являются базой персональных суждений типа «Этот продукт как раз то, что надо!».

Считается, что именно скрытые знания придают наибольшую ценность инновационным процессам на всех его этапах от начального зарождения идеи через трансформацию и коммерциализацию, экспериментальное апробирование до рыночной реализации и поддержки. Nonaka и Takeuchi [5] предположили, что возможен переход скрытых знаний в формальные и наоборот путем социальных взаимодействий. Они предложили циклический процесс трансляции, включающий 4 механизма конверсии знаний:

- ✓ трансляция скрытых знаний через социализацию;
- ✓ конверсия скрытых знаний в формальные через экстернализацию;
- ✓ генерация нового формального знания через комбинацию существующих формальных знаний;
- ✓ поглощение индивидами скрытых знаний через интернализацию формальных знаний.

Однако многие специалисты, как подчеркивает Beales [4], считают, что передача скрытых знаний в процессе социальных коммуникаций принципиально невозможна, хотя и признают, что часто специалисты одной предметной области ведут обмен информацией между собой, не выражая ее с помощью точного формального языка. Снять противоречие, по мнению Beales можно, введя третий вид знаний — неявное знание (*implicit knowledge*). Это знания, для которых специалистами могут быть использованы, но не используются (поскольку собеседники и так хорошо понимают о чем идет речь), средства их точного представления. С этой позиции, в социальных коммуникациях на самом деле происходит обмен не скрытыми знаниями, а неявными, полученными в персональной системе знаний индивида путем конверсии из скрытых знаний.

С учетом предположения о роли скрытых знаний для инноваций, одной из главных задач информационной поддержки жизненного цикла инновационного процесса является организация сообщества специалистов (без скрытых знаний нет инноваций, а скрытые знания «сидят» только в головах специалистов!), владеющих релевантными по отношению к данному процессу скрытыми знаниями и создание для этого сообщества такой коммуникативной среды, которая максимизирует эффективность обмена неявной информацией внутри сообщества и с наибольшей скоростью приводит к генерации новых контекстов применения точных знаний и к конверсии скрытых знаний в неявные знания. Заметим, что по мере появления новых контекстов состав сообщества может меняться: специалисты, внесшие наименьшие вклады в создание новых контекстов инновационного процесса и в коммуникативный обмен неявной информацией, будут уступать свое место в сообществе новым членам, релевантность которых с учетом новых контекстов возросла и стала приемлемой.

Динамическая оценка релевантности специалистов по отношению к конкретному инновационному процессу представляет собой стандартную задачу теории управления знаниями и может быть решена с помощью онтологических представлений знаний о процессе и специалистах — потенциальных участниках соответствующего процессу сообщества. В работе [4] такая оценка строится на основе динамического отслеживания и оценивания попарных отношений между поддерживаемыми специалистами Темами (контекстами), Интересами

ми (онтологическими профилями специалистов) и Сообществами (онтологическими профилями конкретных инновационных процессов), представленными в базе знаний.

Основные задачи информационной системы ВИТЦ

На основе рассмотренного выше опыта информационной поддержки инновационной деятельности прикладные задачи информационной системы ВИТЦ можно разделить на три группы: задачи поддержки информационных ресурсов; задачи управления составами и знаниями рабочих групп (сообществ), реализующих каждая свой инновационный процесс; задачи формирования коммуникативной среды исполнения инновационных процессов рабочих групп. К первой группе относятся задачи формирования и поддержки

- ✓ архива служебных документов ВИТЦ;
- ✓ онтологии ВИТЦ;
- ✓ архива документов и контекстов рабочих групп;
- ✓ электронной библиотеки новаций по предметным областям специализации ВИТЦ;
- ✓ электронной библиотеки инновационных идей.

Основными задачами второй группы являются:

- ✓ начальная генерация онтологических профилей консультантов ВИТЦ;
- ✓ начальная генерация онтологического профиля инновационного процесса (профиля рабочей группы процесса);
- ✓ динамическое формирование составов рабочих групп;
- ✓ динамическое обновление онтологических профилей консультантов и инновационного процесса.

Задачи третьей группы, как показано выше, имеют значительную историю исследований в рамках теории и практики инновационных сетей. Целью этих задач является поддержка отдельных видов персональных и групповых коммуникаций, включающих:

- ✓ почту интранет (внутреннюю почту сообществ);
- ✓ мгновенный обмен сообщениями;
- ✓ интранет конференции в режиме он – лайн;
- ✓ интранет форум;
- ✓ панель общих новостей и объявлений;
- ✓ панель планирования мероприятий рабочей группы;
- ✓ целевую рассылку новостей;
- ✓ совместную работу над документами.

К основным системным задачам информационной поддержки ВИТЦ относятся управление правами пользователей, администрирование баз данных и баз знаний, защита информации и авторства документов.

Литература

- [1] Adams R. Perceptions of innovations: exploring and developing innovation classification, PhD thesis, Cranfield University, School of Management (2003)
- [2] Глебовская Н. В. Сетевая приватизация российской науки: изменения в практике трансфера знания и технологий // Экономич. социол. 9(3) (2008) 60–74
- [3] Инновационное развитие и коммерциализация технологий в России и странах ЕС: опыт, проблемы, перспективы. Методическая поддержка центров коммерциализации технологий / Практ. рук. под ред. А. Бретта, О. Лукши. – М. : Центр исследований проблем развития науки РАН, Ч2 (2006)
- [4] Richard M. B. An ontology-based platform to support organizational innovation networks, PhD thesis, School of Electronics and Computer Science, University of Southampton, UK (2004)
- [5] Ikujiro Nonaka, Hirotaka Takeuchi The Knowledge – Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation, Oxford University Press (1995)
- [6] Majchrzak A., Ernst Neece O., Cooper L. P., Knowledge Reuse for Innovation: The Missing Focus in Knowledge Management: Results of a Case Analysis at the Jet Propulsion Laboratory, (2001)

СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ РЕГИОНАЛЬНОГО АГЕНСТВА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

В. А. Курманаевский

*Лицей «Мегатех» г. Йошкар – Ола,
(424006 Йошкар – Ола, ул. Панфилова 17, каб. 526)
E-mail: medeletawrus@mail.ru*

Для того, чтобы зло процветало,
необходимо только одно условие — нужно,
чтобы хорошие люди сидели, сложа руки.
(Английская народная мудрость)

Тезисы к построению

Теза 1⁴. Из более чем 80 регионов России, менее 10 известны как регионы, где инновационная деятельность, как путь социально – экономического развития этого региона, принята публично, где этот путь осознанно и конструктивно декларирован, где этот путь является реальностью и доминантой, приоритетом всей политической, административной, хозяйственной и общественной жизни. Остальные регионы РФ де – факто отстранились от этой деятельности. Де – юре имеют все необходимые элементы для отчёта перед федеральным центром о проведении такой работы. Далее условно будем называть эти регионы как «70» регионов и «10» регионов.

Всё это видно по таким показателям как:

- ✓ процент инновационных предприятий от общего количества предприятий региона,
- ✓ доля инновационного продукта в общем объеме продукции регионов,
- ✓ в наличии или отсутствии структур управления инновационной деятельностью в регионах,
- ✓ в характере документов, принятых администрациями регионов,
- ✓ в материалах СМИ этих регионов.

Теза 2. Исследование причин изменений в «10» регионах показало, что переход к инновационной деятельности осуществился под давлением из федерального центра: оно было воспринято, как весьма позитивное, понятное, увлекательное. В «70» регионах наблюдается противоположная картина: это дело — де непонятное, для него нет ещё необходимых условий, нет кадров, что этому делу надо много десятилетий учиться и т.д. Налицо зависимость перехода или *не перехода* регионов к инновационному пути развития от позиций личностей, возглавляющих регионы.

Теза 3. И в семидесяти и в первой десятке регионов имеются одни и те же ошибки во взглядах на переход к инновационному пути развития: то делается ставка на научное сообщество региона, то делается ставка на бизнес – сообщество региона, то, делаются попытки «столкнуть лбами», заставить сотрудничать первых со вторыми и наоборот. Наше исследование инновационных предприятий и заведомо не инновационных предприятий показало, что инновационные частные средние и мелкие (по масштабам РФ) предприятия уже в момент создания открыты для инноваций, ищут их, внутренне готовы к такой работе, устремлены в неё. Не инновационные предприятия имеют разнообразные иные стратегии и перспективы, существуют благодаря отсутствию конкурентной среды. Инновационные предприятия в «70»

⁴ Теза, Тезис — (от греч. *τησις* — основополагающее положение) — утверждение, положение; в логике — утверждение, требующее доказательства (*Прим. ред.*).

регионов стараются отдалиться от администрации региона, а в «10» — активно приближаются к ней, идут на контакты, лоббируют свои интересы открыто. Не инновационные предприятия стремятся добиваться выгоды для себя через скрытые процессы.

Теза 4. Федеральный центр РФ в последние годы проделал огромную работу по созданию юридической и экономической базы для перехода страны на инновационный путь развития. Однако переход регионов к использованию всех возможностей, созданных федеральным центром неравномерен: там, где регионы возглавляют новаторы — дело идёт, где консерваторы — стоит. *Нам представляется сомнительной правомерность, допустимость зависимости развития регионов от особенностей личностей их возглавляющих.*

Синтез. Для преодоления неравномерности развития регионов РФ, неравномерности их перехода на инновационный путь развития считаем необходимым сделать этот процесс управляемым. На данном этапе развития страны — управляемым из федерального центра. Механизмом такого управления считаем агентства инновационного развития регионов — РАИР, созданных по Указу президента РФ. Основной функцией РАИР должно быть создание и организация работы коммуникативной площадки для безусловного и эффективного обеспечения взаимодействия производителей инновационного продукта с предпринимателями, инвесторам, для взаимодействия всех заинтересованных в инновационном развитии региона персон, личностей, структур. В результате — РАИР создаёт кластер инновационных предприятий региона. РАИР должно быть горизонтально – интегрированной структурой, объединяющей бизнесменов, учёных, изобретателей, инвесторов. Его работа должна быть публичной и прозрачной для СМИ и общественности. Критерием оценки эффективности работы РАИР должно быть количество вновь созданных рабочих мест, инновационных предприятий, повышение доли инновационного продукта в общем объеме продукции региона, количество и масштабы реализованных проектов.

Вместе с тем РАИР не должен быть органом администрирования инновационной деятельности и не должен быть подчинён администрации региона. Некоторым прообразом взаимодействия администрации региона и РАИР является взаимодействие администрации с МЧС, ФСБ.

Литература

Котельников В. Ю. Бизнес – коучинг www.cecsi.ru.

«ФИЗИКА РЕЗОНАНСНЫХ ЯВЛЕНИЙ И ЕЕ ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ»

РЕШЕТКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СОЛИТОНОВ В УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБКАХ С ОПТИЧЕСКИМИ ПРИМЕСЯМИ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

М. Б. Белоненко, Н. Г. Лебедев, О. Ю. Тузалина

НОУ ВПО "Волгоградский институт бизнеса" г. Волгоград.

E-mail: mbelonenko@yandex.ru

Рассматривается распространение переменного электромагнитного поля в системе углеродных нанотрубок типа $z_{1q} - z_{2q}$, в присутствии оптических примесей в случае низких температур. Электронная система углеродных нанотрубок рассматривается микроскопически без учета взаимодействия с фононной подсистемой. Оптические примеси рассматриваются в рамках модели двухуровневых систем. Получена система связанных уравнений на амплитуду вектор – потенциала электромагнитного поля и компоненты матрицы плотности, которые описывают примесь. Выявлены решения в виде нелинейных волн, которые соответствуют решеткам солитонов в случае косинусоидального закона дисперсии для электронной подсистемы. Проанализированы зависимости получившихся нелинейных решений от параметров задачи.

Distribution of a variable electromagnetic field is considered in system of carbon nanotubes of type $z_{1q} - z_{2q}$, in presence of optical impurities in case of low temperatures. Carbon nanotubes the electron system is considered macroscopical without interaction with a phonon subsystem. Optical admixing is considered within the limits of model of two – level systems. The system is received the connected equations on voltage a vector – potential of an electromagnetic field and components of a template of density which describe an admixing. Decisions are taped in the form of nonlinear waves which correspond to lattices of solitons in case of the co sinusoidal law of dispersion for an electron subsystem. Dependences are analyzed the received nonlinear decisions from problem parameters.

1. Введение

Исследования показали, что нанотрубки обладают уникальными свойствами: очень высокой прочностью, проводимостью (полупроводниковой или металлической) и рядом других свойств, обуславливающих неограниченные возможности их применений, например в микроэлектронике [1–4]. Относительная простота строения углеродных нанотрубок и их квазиодномерность сделали данные вещества весьма популярными как для теоретиков, так и для экспериментаторов. Особенный интерес, как и следовало, ожидать вызывают нелинейные свойства нанотрубок, как акустической, так и электромагнитной природы. Так, например, при помощи редукции к уравнению КдФ были исследованы нелинейные свойства углеродных нанотрубок, связанные с негармоничностью потенциала взаимодействия между соседними атомами углерода [5–7]. Вместе с тем, остались вне внимания вопросы, связанные с нелинейными свойствами углеродных нанотрубок в оптическом диапазоне. В работах [8, 9] изучались вопросы, связанные с вопросами нелинейного отклика углеродных нанотрубок на электромагнитное поле. Нелинейность, согласно выводам, сделанным в этих работах, возникает вследствие изменения классической функции распределения электронов и непараболического закона дисперсии электронов. Отметим, что вопрос применения подхода основанного на кинетическом уравнении Больцмана нуждается в обосновании, а для ультракоротких лазерных импульсов само приближение времени релаксации оказывается под вопросом. Хотя возможность существования солитонов и зависимость их параметров от параметров угле-

родных нанотрубок была установлена в работах [10, 11] остался ряд вопросов требующих дальнейшего уточнения. Отметим, в частности, что в случае ультракоротких оптических импульсов необходимо использовать другое кинетическое уравнение, чем в работах [10, 11], поскольку длительность импульса оказывается существенно меньше характерного времени релаксации. Также очевидно, что разработка последовательного квантовомеханического описания, основанного на микроскопическом гамильтониане для системы электронов в углеродных нанотрубках, представляют собой самостоятельный теоретический интерес. Также при изучении нелинейных процессов в углеродных нанотрубках обычно за пределами рассмотрения остается вопрос о влиянии примесей на тот или иной эффект. Согласно данным квантовохимических расчетов [12, 13], углеродные нанотрубки адсорбируют на своей поверхности большое количество разнообразных примесей. При распространении электромагнитного поля оптического диапазона частот очевидно надо учитывать, что если частота переходов между какими либо энергетическими уровнями примеси попадет в спектр электромагнитного поля, то возможен эффект аналогичный эффекту самоиндуцированной прозрачности. Особенно это становится актуальным для случая низких температур, когда необходимо учитывать вырождение статистики электронного газа. Все вышеизложенные обстоятельства и послужили стимулом для написания настоящей работы.

2. Основные соотношения и уравнения

Исследование электронной структуры УНТ приведено в достаточно большом количестве работ [14, 15] и, как правило, проводится в рамках анализа динамики π – электронов в приближении сильной связи. Рассмотрим переменное электрическое поле, распространяющееся в системе углеродных нанотрубок (УНТ) в геометрии, представленной на рис. 1. Гамильтониан системы электронов в этом случае в присутствии внешнего переменного электрического поля, записанного в калибровке $\vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$, имеет вид:

$$H = \sum_{ps} \varepsilon_s(p - \frac{e}{c} A(t)) a_{ps}^+ a_{ps}, \quad (1)$$

где a_{ps}^+, a_{ps} — операторы рождения, уничтожения электронов с квазиимпульсом (p, s) ;

$A(t)$ — величина вектор – потенциала электромагнитного поля, который имеет одну компоненту и направлен вдоль осей нанотрубок;

$\varepsilon_s(p)$ — закон дисперсии электронов.

Учтем, что закон дисперсии, который описывает свойства графена, имеет вид [16]:

$$E(\vec{p}) = \pm \gamma \sqrt{1 + 4 \cos(ap_x) \cos(ap_y / \sqrt{3}) + 4 \cos^2(ap_y / \sqrt{3})},$$

где $\gamma \approx 2.7$ эВ, $a = 3b / 2\hbar$, $b = 0.142$ нм расстояние между соседними атомами углерода в графене, $\vec{p} = (p_x, p_y)$. Разные знаки относятся к зоне проводимости и валентной зоне. Для получения закона дисперсии в случае УНТ достаточно учесть способ сворачивания графеновой плоскости в цилиндр и наложить условия квантования квазиимпульса $\vec{p}$ в направлении вдоль окружности УНТ. Так, для УНТ типа zig – zag на свойствах, которых мы и остановимся для определенности задачи, соответственно получаем:

$$\varepsilon_s(p) = \pm \gamma \sqrt{1 + 4 \cos(ap) \cos(\pi s / m) + 4 \cos^2(\pi s / m)}, \quad (2)$$

где квазиимпульс $\vec{p}$ задается как (p, s) , $s = 1, 2 \dots m$, нанотрубка имеет тип $(m, 0)$.

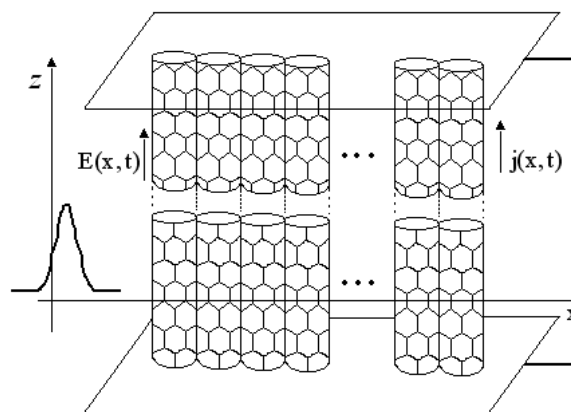


Рис. 1. Геометрия задачи

Уравнения же Максвелла с учетом диэлектрических и магнитных свойств УНТ [15] можно записать как:

$$\frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} + \frac{4\pi}{c} \vec{j} + \frac{4\pi}{c} \frac{\partial \vec{P}}{\partial t} = 0, \quad (3)$$

причем здесь пренебрегается дифракционным распылением лазерного пучка в направлениях перпендикулярных оси распространения. Вектор – потенциал $\vec{A}$ считается имеющим вид $\vec{A} = (0, 0, A(x, t))$. Вектор $\vec{P}$ описывает поляризацию, возникающую за счет адсорбированных на поверхности углеродных нанотрубок примесей и за счет взаимодействия этих примесей с переменным электрическим полем $\vec{P} = (0, 0, P(x, t))$.

Запишем стандартное выражение для плотности тока:

$$j = e \sum_{ps} v_s (p - \frac{e}{c} A(t)) \langle a_{ps}^+ a_{ps} \rangle, \quad (4)$$

где $v_s(p) = \frac{\partial \varepsilon_s(p)}{\partial p}$, а скобки означают усреднение с неравновесной матрицей плотности $\rho(t)$:

$\langle B \rangle = Sp(B(0)\rho(t))$. Учитывая, что $[a_{ps}^+ a_{ps}, H] = 0$ из уравнений движения для матрицы плотности сразу получаем что: $\langle a_{ps}^+ a_{ps} \rangle = \langle a_{ps}^+ a_{ps} \rangle_0$, где $\langle B \rangle_0 = Sp(B(0)\rho(0))$.

Учитывая, что $\rho_0 = \exp(-H/kT)/Sp(\exp(-H/kT))$ (k — постоянная Больцмана, T — температура), и суммируя все вышесказанное, сразу получаем точное уравнение на вектор – потенциал электрического поля:

$$\frac{\partial^2 A}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 A}{\partial t^2} + \frac{4\pi}{c} \frac{\partial P}{\partial t} + \frac{8\pi e \gamma a n_0}{c} \sin\left(\frac{eaA}{c}\right) \bullet$$

$$\sum_{s=1}^m \int_{-\pi/a}^{\pi/a} dp \frac{\cos(ap) \cos(\pi s/m)}{\sqrt{1 + 4 \cos(ap - aeA/c) \cos(\pi s/m) + 4 \cos^2(\pi s/m)}} \frac{\exp(-\beta \varepsilon_s(p))}{1 + \exp(-\beta \varepsilon_s(p))} = 0 \quad (5)$$

$$\beta = 1/kT$$

Уравнение (5) после обезразмеривания, разложения корня в ряд Фурье по $\cos(ap - aeA/c)$ и выполнения интегрирования может быть представлено в виде:

$$\frac{\partial^2 B}{\partial x'^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 B}{\partial t'^2} + \frac{4\pi}{c} \frac{\partial \tilde{P}}{\partial t'} + \sin(B) + \sum_{k=2}^{\infty} b_k \sin(kB) = 0$$

$$B = \frac{eaA}{c}; x' = \frac{ea}{c} \sqrt{8\pi\gamma\delta n_0}; t' = t \frac{ea}{c} \sqrt{8\pi\gamma\delta n_0}; \tilde{P} = \frac{P}{\sqrt{8\pi\gamma\delta n_0}}, \quad (6)$$

$$\delta = \sum_{s=1}^m \int_{-\pi/a}^{\pi/a} dp \frac{\cos(ap) \cos(\pi s/m)}{\sqrt{1 + 4 \cos^2(\pi s/m)}} \frac{\exp(-\beta \varepsilon_s(p))}{1 + \exp(-\beta \varepsilon_s(p))}$$

n_0 — концентрация равновесных электронов в углеродных нанотрубках.

При рассмотрении примесного атома ограничимся моделью двухуровневой системы считая, что более высокие уровни энергии не возбуждаются в интервале температур, при которых рассматривается наша задача. Данное приближение является достаточно стандартным в моделях самоиндуцированной прозрачности. Если через Ψ_+ и Ψ_- обозначить амплитуды вероятностей верхнего (асимметричного) и нижнего (симметричного) состояний атома, отличающихся на энергию $\hbar\Omega_p$ (далее везде $\hbar = 1$), и предположить, что переходы между уровнями осуществляются за счет взаимодействия дипольного момента атома примеси d_p с электрическим полем лазерного импульса, то для величин

$$\begin{aligned}
 N &= \Psi_+^* \Psi_+ - \Psi_-^* \Psi_-, \\
 P_+ &= \Psi_-^* \Psi_+ + \Psi_+^* \Psi_-, \\
 P_- &= i(\Psi_-^* \Psi_+ - \Psi_+^* \Psi_-),
 \end{aligned}$$

получаем уравнения в виде:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial N}{\partial t} &= \frac{2d_p}{c} \frac{\partial A}{\partial t} P_-, \\
 \frac{\partial P_+}{\partial t} &= -\Omega_p P_-, \\
 \frac{\partial P_-}{\partial t} &= \Omega_p P_+ - \frac{2d_p}{c} \frac{\partial A}{\partial t} N
 \end{aligned} \tag{7}$$

Макроскопическая поляризация, которая присутствует в уравнении (6) в этом случае есть:

$$P = n_p d_p P_+,$$

где n_p концентрация примесных атомов. Уравнения (6) и (7) и составляют полную систему уравнений, которая описывает нашу задачу.

3. Случай нулевой концентрации примесей

Рассмотрим сначала случай, когда оптических примесей нет, считая, что их концентрация равна нулю. В этом случае необходимо решать уравнение (6) и $\tilde{P} = 0$. Отметим, что при этом уравнение (6) является просто обобщением хорошо известного уравнения $\sin - \text{Gordon}$ на случай, когда обобщенный потенциал раскладывается в общий ряд Фурье. В силу Лоренц – инвариантности уравнения (6) их решения легко могут быть получены из решений, которые не зависят от времени посредством преобразований Лоренца и достаточно выяснить свойства решений уравнений (6) считая, что решения не зависят от времени. Полученное уравнение (6) в статическом случае интегрировались численно методом Рунге – Кутты восьмого порядка на примере углеродных нанотрубок «zig – zag» типа (7,0). Основные результаты расчета наглядно представлены на рисунках. Значения таких параметров как $\gamma \approx 2.7$ эВ, $b = 0.142$ нм выбирались, исходя из геометрии задачи, а также оценивались, например, при помощи квантово – химического полуэмпирического метода MNDO [17] из расчетов электронного строения углеродных нанотрубок [18]. На рис. 2 приведены типичные зависимости обезразмеренной согласно (6) амплитуды электрического поля от координаты, для случая одинаковых начальных условий, но при разных температурах.

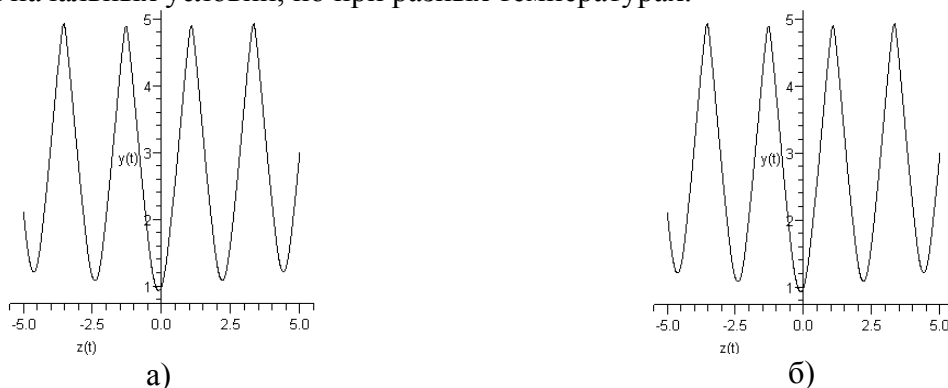


Рис. 2. Зависимость обезразмеренной согласно (6) амплитуды электрического поля от координаты. В случае б) температуры уменьшена в 10 раз.

Возникновение устойчивых периодических колебаний, аналогичных приведенным на рис. 2, можно связать с конкуренцией в рассматриваемой системе двух процессов. Первый процесс, связанный с дисперсией колебаний в рассматриваемой системе, приводит к сжатию пакета волн, в то время как второй, обусловленный нелинейностью, влечет за собой умень-

шение амплитуды пакета. Отметим, что наличие высших гармоник в уравнении (6) приводит к более сложному поведению нелинейных волн, чем в классической модели $\sin - \text{Gordon}$. Хорошо известно, что в модели $\sin - \text{Gordon}$ возможны периодические решения двух типов, одни из которых описываются эллиптическими функциями Якоби sn , а другие описываются эллиптическими функциями Якоби dn . Примеры типичного поведения решений уравнения (6) при одном значении температуры ($\gamma/kT = 200$) приведены на рис. 3. Отметим, что на рис. 3. плавно изменялись начальные условия для безразмерной амплитуды электрического поля с тем, чтобы продемонстрировать отличия решений уравнения (6) от решений уравнения $\sin - \text{Gordon}$. Заметим, что решения соответствующие предельным случаям (при стремлении модуля Якоби к 1, для решений уравнения $\sin - \text{Gordon}$) совпадают. Отметим, что возможна и интерпретация получившейся нелинейной решетки, как решетки солитонов. Это связано с тем, что для случая уравнения $\sin - \text{Gordon}$ эллиптические функции Якоби sn и dn в пределах при стремлении модуля Якоби к 1, переходят в аналоги солитонных решений. Можно дать и другую интерпретацию полученных решений сказав, что образуется решетка доменов тока, амплитуда которых связана с амплитудой переменного электрического поля.

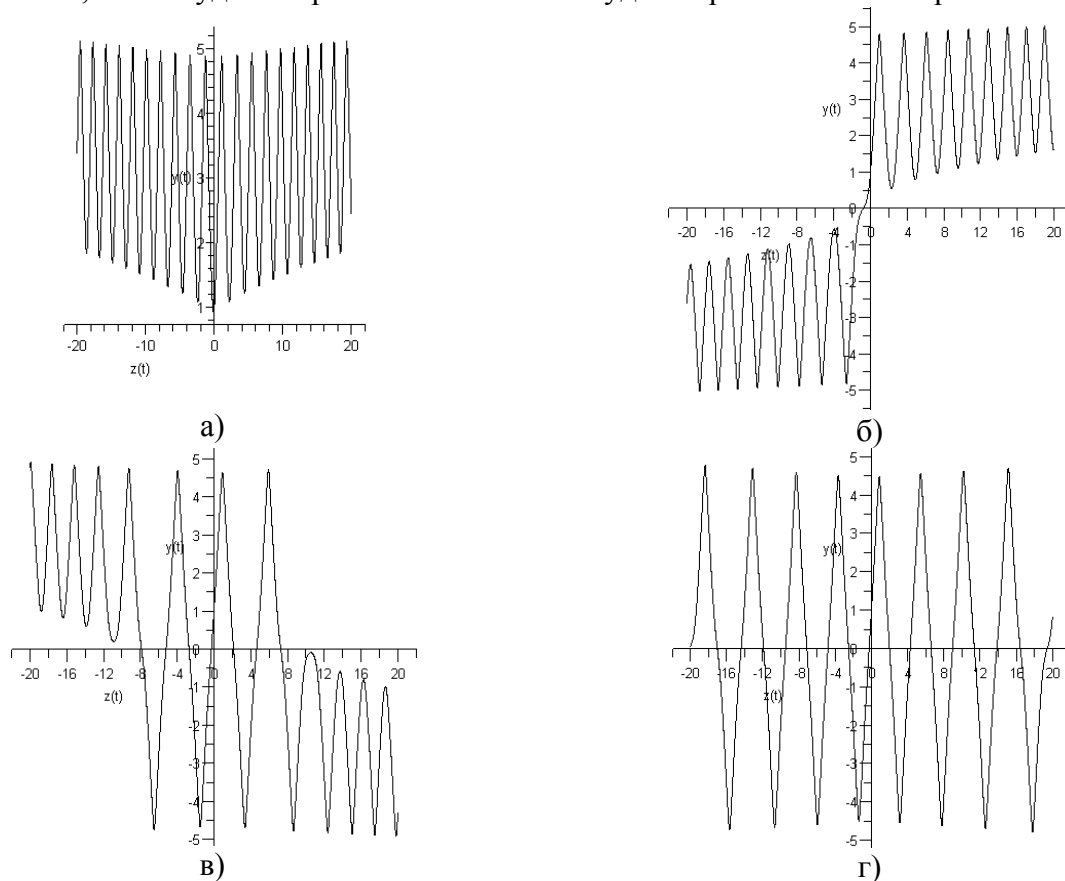


Рис. 3. Зависимость обезразмеренной согласно (6) амплитуды электрического поля от координаты. Начальные условия задаются таким образом, что решение а) соответствует решению dn типа, а решение г) решению sn типа уравнения $\sin - \text{Gordon}$.

Рассуждая по аналогии с уравнением $\sin - \text{Gordon}$, отметим, что при увеличении модуля функции Якоби k^2 , как увеличивается величина области (период солитонной решетки) так и уменьшается размер переходного слоя (доменной стенки) между областями. С физической точки зрения подобное поведение можно объяснить тем, что для существования устойчивого решения нелинейного уравнения необходим баланс процесса дисперсии и нелинейного роста (затухания) амплитуды. Так, в частности, увеличение амплитуды вследствие нелинейного роста приводит к изменению периода колебаний (т.е. приводит к динамическому

сдвигу частоты общему для всех нелинейных систем, а значит, для волн меняется и длина волны), математически описываемому зависимостью от k^2 . В свою очередь, изменение частоты (длины волны) влечет за собой изменение дисперсии, что в общем случае отсутствия баланса приводит к изменению формы решетки. Для функций Якоби sn и dn нелинейность характеризуется отклонением параметра k^2 от единицы. В нашем же случае, в силу того, что в уравнении на амплитуду вектор – потенциала электромагнитного поля присутствуют высшие гармоники, происходит как дополнительная «модуляция» решения, так и разделение решения в пространстве на разные области. Данное поведение легко объясняется с помощью механической аналогии, если учесть, что уравнение (6) в статическом случае, эквивалентно задаче о движении массы в поле с потенциалом, задаваемым условием:

$$\frac{\partial U(B)}{\partial E} = \sin(B) + \sum_{k=2}^{\infty} b_k \sin(kB)$$

Исходя из данной аналогии решения аналогичные решениям, представленным на рис. 3б и рис. 3в соответствуют переходам массы из состояния характеризующегося одним локальным минимумом потенциала в состояние с другим локальным минимумом. Данные минимумы присутствуют в потенциале вследствие того, что он имеет высшие гармоники разложения Фурье по косинусам.

4. Влияние оптических примесей

Будем, как и в предыдущем случае, искать стационарные решения системы (6,7), т.е. решения которые зависят от $x - vt$, где v — скорость нелинейной волны. Полученные уравнения (6, 7) в стационарном случае интегрировались численно методом Рунге – Кутты восьмого порядка на примере углеродных нанотрубок «zig – zag» типа (7,0). Основные результаты расчета наглядно представлены на рис. 4 и 5.

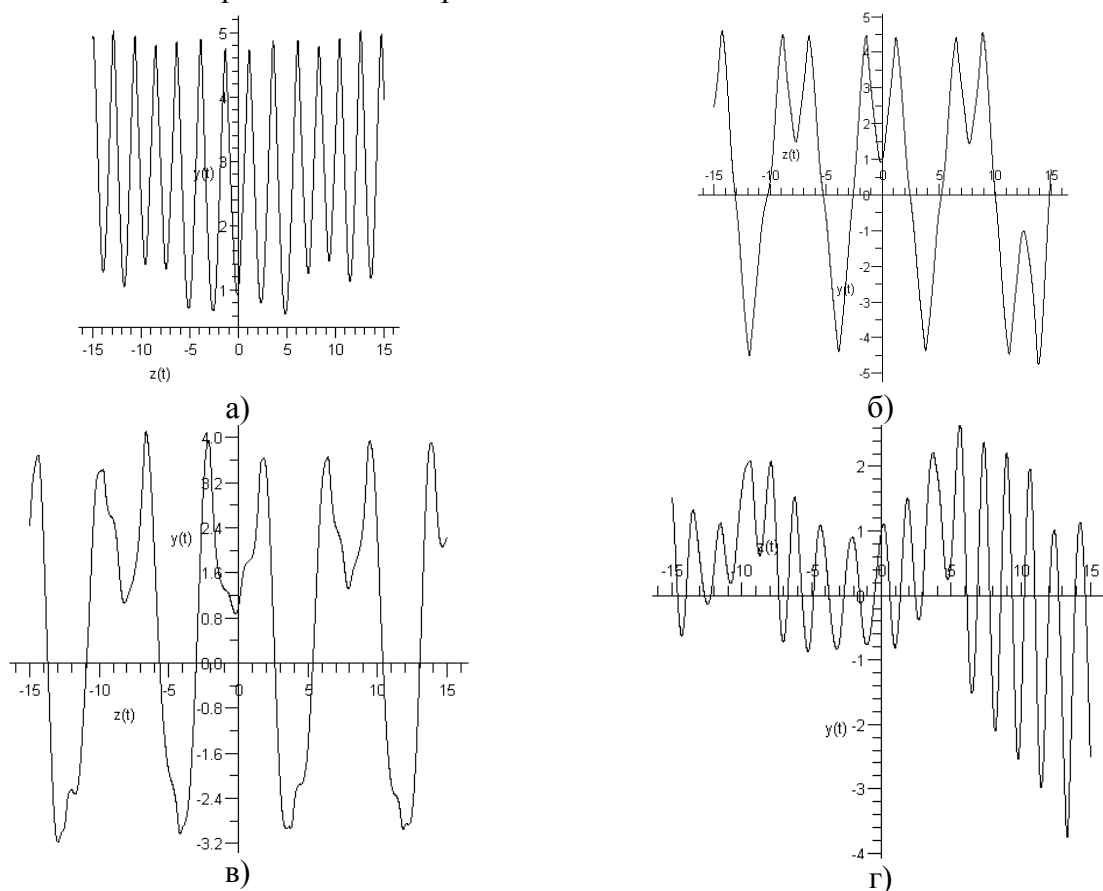


Рис. 4. Зависимость безразмерной согласно (6) амплитуды электрического поля от координаты $x - vt$ при ненулевой концентрации примесной двухуровневой системы. Случай а) соотв. случаю на рис. 3а. Далее концентрация примеси увеличивается последовательно в три раза.

Как показано на рис. 4, введение примесей приводит к более сложному «строению» солитонных решеток. Возникновение устойчивых периодических колебаний, аналогичных приведенным на рис. 4 также можно связать с конкуренцией в рассматриваемой системе двух процессов. Первый процесс, связанный с дисперсией колебаний в рассматриваемой системе, приводит к развалу пакета волн, в то время как второй, обусловленный нелинейностью, влечет за собой возрастание амплитуды пакета. Наличие нескольких видов модуляции на рис. 4 можно объяснить тем, что эффективная система уравнений (6, 7) является многокомпонентной. При этом «многогорбый» характер полученного решения связывается нами с перекачкой энергии из системы электронов в электромагнитное поле, а низкочастотная составляющая связана с обменом энергией с примесной подсистемой. Данный механизм возникновения дополнительной «модуляции» за счет обмена энергией с примесной системой можно также проиллюстрировать зависимостью формы солитонных решеток от частоты переходов между уровнями примесной двухуровневой системы (рис. 5).

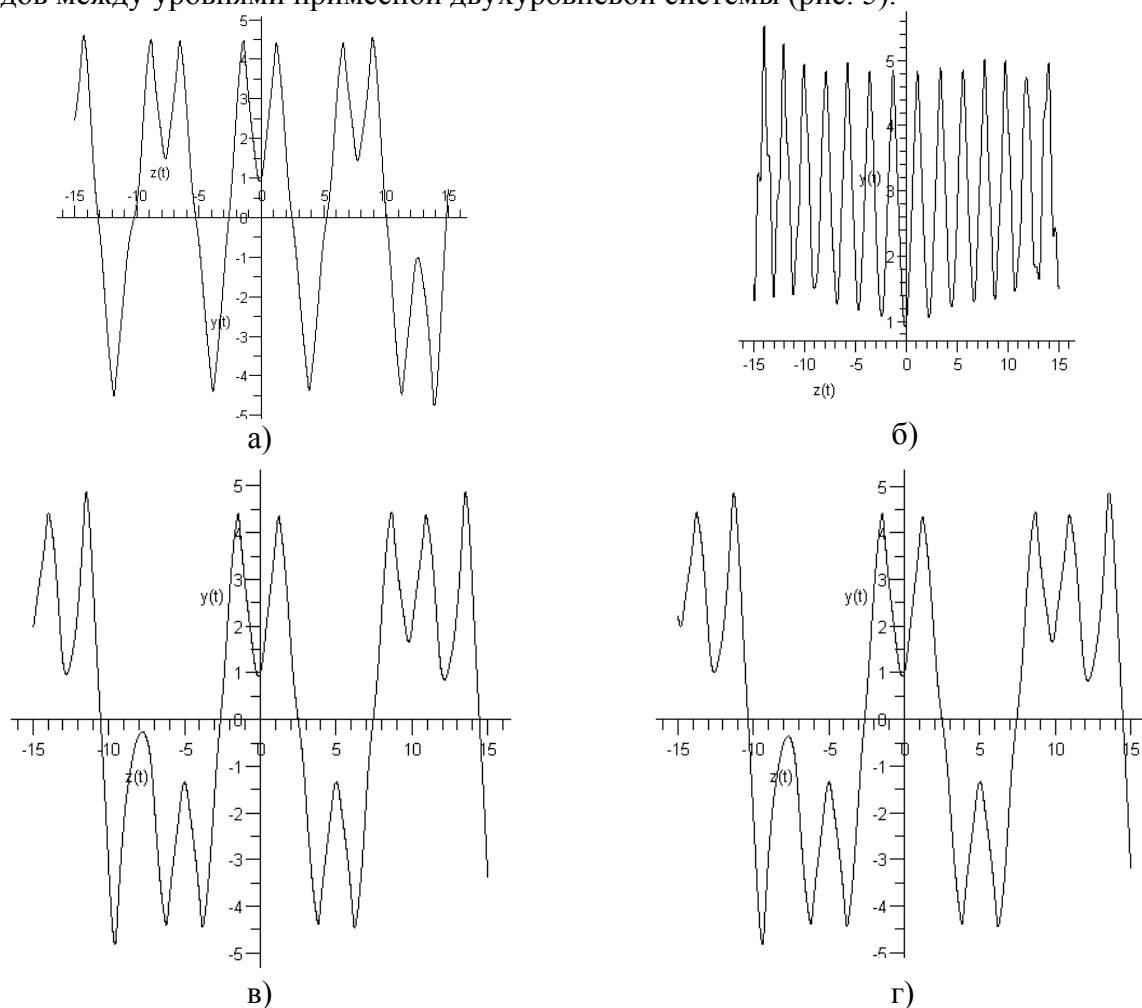


Рис. 5. Зависимость обезразмеренной согласно (6) амплитуды электрического поля от координаты $x - vt$ при ненулевой концентрации примесной двухуровневой системы. Случай а) соотв. случаю на рис. 4б. Случай б) частота Ω_p увеличена в 10 раз. Случай в) частота Ω_p уменьшена в 10 раз. Случай г) частота Ω_p уменьшена в 100 раз.

Отметим, что при значительной отстройке частоты переходов от спектра солитонной решетки в отсутствие примесей, форма солитонной решетки стабилизируется, что является дополнительным аргументом в пользу предложенного выше механизма.

5. Выводы

Из проведенного исследования можно сделать следующие основные выводы:

1. Получено уравнение, описывающее динамику электромагнитного поля в системе углеродных нанотрубок в присутствии примесей.
2. Получены решения уравнения, которые задают регулярную периодическую структуру электромагнитного поля.
3. Образующаяся регулярная структура будет в общем случае двигаться равномерно и прямолинейно с соответствующей скоростью вдоль оси координат u . Движение электрического поля вызовет появление соответствующего тока, текущего вдоль отдельной углеродной нанотрубки.
4. Возникающую нелинейную решетку электромагнитного поля можно будет обнаружить оптическими методами, путем рассеяния света, с учетом того, что период решетки значительно больше расстояния между отдельными нанотрубками.
5. Существование регулярной периодической структуры электрического поля приводит при взаимодействии с такой структурой дополнительной заряженной частицы к квантованию его энергии (в силу теоремы Флоке). Подобное квантование приводит к наличию дополнительных энергетических уровней в спектрах.
6. Влияние оптических примесей сводится к установлению более сложной формы солитонной решетки с несколькими видами модуляции, что вызвано обменом энергией между электронами, электромагнитным полем и примесной подсистемой.
7. Наиболее сильно примесная система влияет на форму солитонной решетки, когда частота переходов между уровнями примесной двухуровневой системы попадает в спектр солитонной решетки в отсутствие примесей.

Литература

- [1] Dresselhaus M. S., Dresselhaus G., Eklund P. C. Science of Fullerenes and Carbon Nanotubes. – Academic Press, Inc. (1996) 965
- [2] Ивановский А. Л. Квантовая химия в материаловедении. Нанотубулярные формы вещества. – Екатеринбург: УрОРАН (1999) 176
- [3] Лозовик Ю. Е., Попов А. М. УФН **165** (1997) 752
- [4] Елецкий А. В. УФН **170** (2000) 113
- [5] Vinogradov G. A., Astakhova T. Yu., Gurin O. D., Ovchinnikov A. A. // Abstracts of invited lectures and contributed papers “Fullerenes and Atomic Clusters”, St. Petersburg, Russia, 4–8 October (1999) 189
- [6] Astakhova T. Yu., Gurin O. D., Vinogradov G. A. // Abstracts of invited lectures and contributed papers “Fullerenes and Atomic Clusters”, St. Petersburg, Russia, 2–6 July (2001) 319
- [7] Astakhova T. Yu., Gurin O. D., Menon M., Vinogradov G. A. // Phys. Rev. **(B 64)** (2001) 035418
- [8] Maksimenko S.A., Slepyan G.Ya. Nanoelectromagnetics of low-dimensional structure. In “Handbook of nanotechnology. Nanometer structure: theory, modeling, and simulation”. Bellingham: SPIE press (2004) 145–206
- [9] Slepyan G.Ya., Maksimenko S.A., Kalosha V.P. et al. // Phys. Rev. A. **60(2)** (1999) R777
- [10] Belonenko M. B., Demushkina E. V., Lebedev N. G. // Journal of Russian Laser Research, **27(5)** (2006) 457–465
- [11] Белоненко М. Б., Лебедев Н. Г., Демушкина Е. В. Электромагнитные солитоны в пучках углеродных зигзагообразных нанотрубок // Физика твердого тела **50(2)** 367–373
- [12] Запороцкова И. В., Литинский А. О., Чернозатонский Л. А. Особенности сорбции легких атомов на поверхности однослойного углеродного тубелена // Письма в ЖЭТФ. **66(12)** (1997) 799–804
- [13] Chernozatonsky L. A., Lebedev N. G., Zaporotskova I. V., Litinskii A. O., Gal'pern E. G., Stankevich I. V., Chistyakov A. L. Carbon single – walled nanotubes as adsorbents of light (H, O,

- C, Cl) and metal (Li, Na) atoms // Proceeding of Adsorption Science and Technology. Brisbane Australia, 14–18 May (2000) 125–129
- [14] Lin M. F. and Shung K. W.–K. // Phys. Rev. B. **50(23)** (1994) 17744
- [15] Saito R., Fujita M., Dresselhaus G., Dresselhaus M.S. // Phys. Rev. B. **46(3)** (1992) 1804
- [16] Wallace P. R. // Phys. Rev. **71(9)** (1947) 622
- [17] Ивановский А. Л. Квантовая химия в материаловедении. Нанотубулярные формы вещества. УрОРАН, Екатеринбург. (1999)
- [18] Запороцкова И. В. Дисс. ... канд. физ. мат. наук. ВолГУ, Волгоград. (1997)

БИФОТОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ПРИМЕСНЫХ КРИСТАЛЛОВ: ДОСТОИНСТВА И ВОЗМОЖНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ

А. А. Калачёв, Д. А. Калашников, А. А. Калинин, Т. Г. Митрофанова,
В. В. Самарцев, А. В. Шкаликов

*Лаборатория нелинейной оптики Казанского ФТИ КазНЦ РАН
(Казань, 420029, Сибирский Тракт, 10)
E-mail: samartsev@kfti.knc.ru*

1. Введение

Коррелированные пары фотонов, или бифотоны [1], рождающиеся в процессе спонтанного параметрического рассеяния (СПР) света в нелинейном кристалле, широко используются в современной квантовой оптике при проведении экспериментов по различным направлениям квантовой информатики, таким как телепортация, квантовые вычисления и криптография, экспериментов по квантовой литографии и квантовой метрологии, а также экспериментов, связанных с проверкой основ квантовой механики (см. обзоры [2–4]). Отличительными особенностями СПР являются широкий непрерывный спектр, не связанный непосредственно с собственными частотами вещества, и двухфотонный характер излучения. Эти особенности позволяют использовать бифотоны и для проведения спектроскопических исследований, а именно для измерения спектров поглощения [5, 6, 7]. Бифотонная спектроскопия обладает целым рядом достоинств и позволяет, например, избежать непосредственного измерения длины волны в неудобных спектральных областях, а именно в ультрафиолетовой (достаточно измерить длину волны лишь у одного из коррелированных фотонов, которая может принадлежать видимой области спектра), а также увеличить отношение сигнал/шум при измерении в инфракрасной области (измеряется скорость совпадений, а не интенсивность проходящего сигнала). В настоящей работе представлены результаты измерений спектров поглощения кристаллов YAG:Er³⁺ и Al₂O₃:Cr³⁺. По сравнению с работами [5, 6] достигнуто значительно более высокое спектральное разрешение (порядка 0.01 нм) и впервые показано, что спектры поглощения можно измерять при наличии сильного шумового поля [7].

2. Теория

В процессе СПР плоская волна накачки с частотой ω_p и волновым вектором $\mathbf{k}_p$ возбуждает квадратично нелинейный кристалл, в котором случайным образом (с эффективностью порядка 10^{-7} – 10^{-11}) происходит уничтожение высокочастотного фотона накачки и одновременное рождение двух низкочастотных фотонов, называемых, обычно, холостым и сигнальным. При определенной ориентации оптической оси кристалла пара фотонов может испускаться коллинеарно, в том же направлении, что и излучение накачки. Однако в общем случае пара фотонов покидает образец неколлинеарно, так что состояние бифотонного поля, излучаемого при СПР, можно записать в виде [8]

$$|\psi\rangle = |0\rangle + \frac{1}{2} \sum_{\mathbf{k}_s, \mathbf{k}_i} F_{\mathbf{k}_s, \mathbf{k}_i} |1_{\mathbf{k}_s}, 1_{\mathbf{k}_i}\rangle, \quad (1)$$

где $|0\rangle$ — вакуумное состояние поля, а $|1_{\mathbf{k}_s}, 1_{\mathbf{k}_i}\rangle$ — состояние с одним фотоном в моде $\mathbf{k}_s$ (сигнальный фотон) и одним фотоном в моде $\mathbf{k}_i$ (холостой фотон). Здесь индексы $\mathbf{k}_s$, $\mathbf{k}_i$ нумеруют частотные, пространственные и поляризационные моды. Величина $F_{\mathbf{k}_s, \mathbf{k}_i}$, называемая амплитудой бифотона, зависит как от спектра накачки, так и от свойств кристалла [9–11]. В стационарном случае, когда в качестве накачки используется излучение одномодового непрерывного лазера, амплитуда бифотона пропорциональна $\delta(\omega_s + \omega_i - \omega_p)$. Если, кроме того, рассеяние происходит в плоском слое, неограниченном в направлениях, поперечных к волновому вектору накачки, то $F_{\mathbf{k}_s, \mathbf{k}_i}$ пропорциональна $\delta(\mathbf{k}_{s\perp} + \mathbf{k}_{i\perp})$ где $\mathbf{k}_{s\perp}$, $\mathbf{k}_{i\perp}$ — поперечные компоненты волновых векторов. Таким образом, пространственно – частотная структура поля излучения представляет собой множество концентрических конусов с вершиной, расположенной в кристалле (каждый конус соответствует потоку фотонов определенной частоты). Ширина спектра бифотонного поля, определяемая синхронизмом, увеличивается с уменьшением толщины слоя. В зависимости от поляризации сигнального и холостого фотонов, формирующих бифотон, различают СПР типа I, когда фотоны в паре поляризованы одинаково (и линейно), и СПР типа II, когда поляризации фотонов в паре являются ортогональными.

В случае вырожденного коллинеарного режима СПР формула (1) принимает вид [8–11]:

$$|\psi\rangle = |0\rangle + \int_{-\infty}^{+\infty} d\Omega F(\Omega) a_s^+(\omega_0 + \Omega) a_i^+(\omega_0 - \Omega) |0\rangle, \quad (2)$$

где $|0\rangle$ обозначает вакуумное состояние, $a_s^+(\Omega)$ и $a_i^+(\Omega)$ — операторы рождения сигнальных и холостых фотонов, соответственно, ω_0 — центральная частота рассеянного поля, которая в два раза меньше частоты поля накачки. Амплитуда бифотона в случае СПР I типа, имевшего место в настоящем эксперименте, имеет вид

$$F(\Omega) \propto L \chi^{(2)} E_p \operatorname{sinc}\left(\frac{\Omega^2 D'' L}{2}\right), \quad (3)$$

где L — длина нелинейного кристалла, $\chi^{(2)}$ — нелинейная восприимчивость, E_p — амплитуда поля накачки, $D'' = d^2 k / d\Omega^2$ — коэффициент, описывающий дисперсию групповых скоростей ($k = \omega n(\omega) / c$, $n_i = n_s$ в случае СПР I типа). Выражение (2) ясно показывает, что бифотонное поле обладает свойством частотной антикорреляции, которое и является основой бифотонной спектроскопии. Сигнальный фотон проходит через образец, спектр поглощения которого измеряется, и попадает на один детектор. Холостой фотон проходит через монохроматор и попадает на другой детектор. Спектр поглощения определяется по зависимости скорости счета совпадений от длины волны пропускания монохроматора.

Скорость совпадений фотоотсчетов R_c на двух детекторах 1 и 2 пропорциональна следующей величине [12]:

$$\int_0^T dt_1 \int_0^T dt_2 \left| \langle 0 | E_1^+(t_1) E_2^+(t_2) | \psi \rangle \right|^2, \quad (4)$$

где T — временное окно схемы совпадений, а положительно– и отрицательно – частотные полевые операторы в точке, где расположен j -й детектор, имеют вид:

$$E_j^+(t_j) = \int d\omega_j^+ a_j(\omega_j^+) e^{-i\omega_j^+ t_j}, \quad E_j^-(t_j) = \int d\omega_j^- a_j(\omega_j^-) e^{+i\omega_j^- t_j}. \quad (5)$$

Поскольку величина T обычно намного больше обратной ширины спектра измеряемого поля, интегралы в формуле (4) приводят к дельта – функциям по $\omega^+ - \omega^-$ [13], так что

$$R_c \propto \int d\omega_1 \int d\omega_2 \left| \langle 0 | a_1(\omega_1) a_2(\omega_2) | \psi \rangle \right|^2. \quad (6)$$

Обозначим через $H_S(\omega)$ и $H_M(\omega)$ — частотные характеристики образца и монохроматора, соответственно. Тогда

$$a_1(\omega_1) = \frac{1}{\sqrt{2}} a_s(\omega_1) H_S(\omega_1), \quad a_2(\omega_2) = \frac{1}{\sqrt{2}} a_s(\omega_2) H_S(\omega_2),$$

при условии, что сигнальные и холостые фотоны разделяются светоделителем 50/50. В результате,

$$R_c \propto \int d\Omega |H_S(\omega_0 + \Omega) H_M(\omega_0 - \Omega) F(\Omega)|^2. \quad (7)$$

Теперь предположим, что $H_M(\omega)$ является дельта – образной функцией по сравнению с $H_S(\omega)$ и $F(\omega)$, т.е. $H_M(\omega) = \delta(\omega - \omega_M)$, где частота ω_M не выходит за пределы частотной области, в которой функция $F(\omega)$ существенно отлична от нуля. Разделив скорость счета совпадений с образцом $R_{c,обр}$ на скорость счета совпадений без образца R_c , получим из (7) искомый спектр поглощения

$$\frac{R_{c,обр}}{R_c} \propto |H_S(2\omega_0 - \omega_M)|^2. \quad (8)$$

Необходимо отметить, что спектральная ширина СПР, т.е. ширина функции $F(\omega)$, определяет спектральный диапазон измерения при заданной ориентации кристалла. Функция $F(\omega)$ не обязательно должна быть плоской в этом диапазоне, однако, если она плоская, то необходимость в указанном делении скоростей отпадает.

Таким образом, скорость совпадений фотоотсчетов воспроизводит спектр поглощения образца (в обращённом виде относительно частоты накачки) при условии, что спектральная ширина излучения накачки и полоса пропускания монохроматора достаточно узкие для того, чтобы разрешить детали спектра (форму или особенности линии поглощения). Для увеличения диапазона измерения предпочтительнее использовать короткие нелинейные кристаллы (см. формулу (3)) и СПР I-го типа.

В заключение рассмотрим измерения, проводимые в присутствии шумов, таких как тепловое фоновое излучение. Обозначим через N и $T_{\text{ког}}$ — среднее число фотонов в моде и время когерентности, соответственно, поля СПР, T — окно схемы совпадений, R — скорость однофотонного счета, которую, для простоты, будем считать одинаковой в сигнальном и холостом плечах, и R_c — скорость счета совпадений. Тогда справедливы следующие соотношения (см., например, [14]):

$$R = \frac{\eta N}{T_{\text{ког}}}, \quad R_{\text{случ}} = R^2 T, \quad R_c = R_{\text{случ}} \left\{ 1 + \frac{[g^{(2)}(0) - 1] T_{\text{ког}}}{T} \right\}, \quad (9)$$

где η — эффективность детекторов, $R_{\text{случ}}$ — скорость счета случайных совпадений и $g^{(2)}(\tau)$ — нормированная функция когерентности второго порядка. Эти соотношения справедливы в случае, когда $T \ll T_{\text{ког}}$, что характерно для подобных экспериментов, и площадь детектирования совпадает с площадью когерентности. Поскольку для поля СПР имеем $g^{(2)}(0) - 1 = N^{-1} \ll 1$, величиной $R_{\text{случ}}$ можно пренебречь по сравнению с R_c , даже если фоновое излучение доминирует в однофотонном счете R . В этом случае отношение сигнал/шум может быть малым в однофотонном счете, что не позволяет проводить измерения обычным способом, но может быть высоким в двухфотонном счете, что позволяет разрешить линию поглощения при корреляционных измерениях.

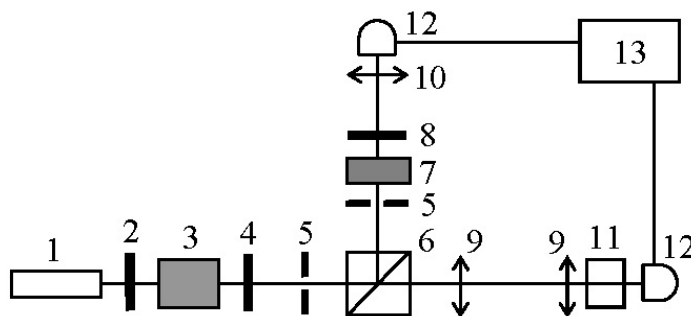
3. Эксперимент

Блок – схема экспериментальной установки, основу которой составляет интерферометр Брауна – Твисса, представлена на рис. 1. Бифотоны генерировались в процессе СПР в 10 мм кристалле йодата лития (LiIO_3), вырезанного для коллинеарного режима I типа синхронизма.

В качестве накачки использовался He–Cd лазер (10 мВт, 325 нм), работающий в непрерывном одномодовом режиме.

Рис. 1. Блок – схема экспериментальной установки:

1 — He–Cd лазер, 2 — УФ фильтр, 3 — кристалл йодата лития, 4 — жёлтый светофильтр, 5 — диафрагма, 6 — светоделитель, 7 — образец, 8 — интерференционный фильтр, 9, 10 — линзы, 11 — монохроматор, 12 — детектор, 13 — схема совпадений.



Перед кристаллом ставился ультрафиолетовый фильтр, который отсекал генерируемые лазером фотоны, лежащие в красной области спектра. Жёлтый фильтр отсекал накачку после нелинейного кристалла и пропускал излучение СПР. Диафрагмы служили для выделения необходимой пространственной моды из

всего пространственного спектра СПР, а также служили для уменьшения засветки. Линзы в канале с монохроматором фокусировали излучение СПР на щель монохроматора, а в сопряжённом канале — на фотодетектор. Излучение СПР в обоих каналах интерферометра Брауна – Твисса регистрировалось лавинными фотодиодами (SPCM: Perkin Elmer AQR–14FC) с низким темновым шумом (порядка 100 имп./с). Импульсы в формате TTL с фотодетекторов поступали на дискриминатор – формирователь импульсов преобразующий сигналы в стандарт NIM. Сигналы с дискриминатора – формирователя через электронную линию задержки поступали на схему совпадений с характерным временным окном разрешения порядка 3 нс. Все блоки были выполнены в виде сопряжённой системы блоков стандарта КАМАК, которая управлялась персональным компьютером.

В качестве образцов использовались примесные кристаллы YAG:Er^{3+} и $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cr}^{3+}$. Кристалл YAG:Er^{3+} имел толщину 3 мм. Основной линией поглощения, в области которой проводились измерения, служил один из переходов между состояниями $^4I_{15/2}$ и $^4F_{9/2}$ иона Er^{3+} с длиной волны 650 нм. Центральная частота спектра СПР в вырожденном коллинеарном режиме была равной 650 нм, а ширина на по-

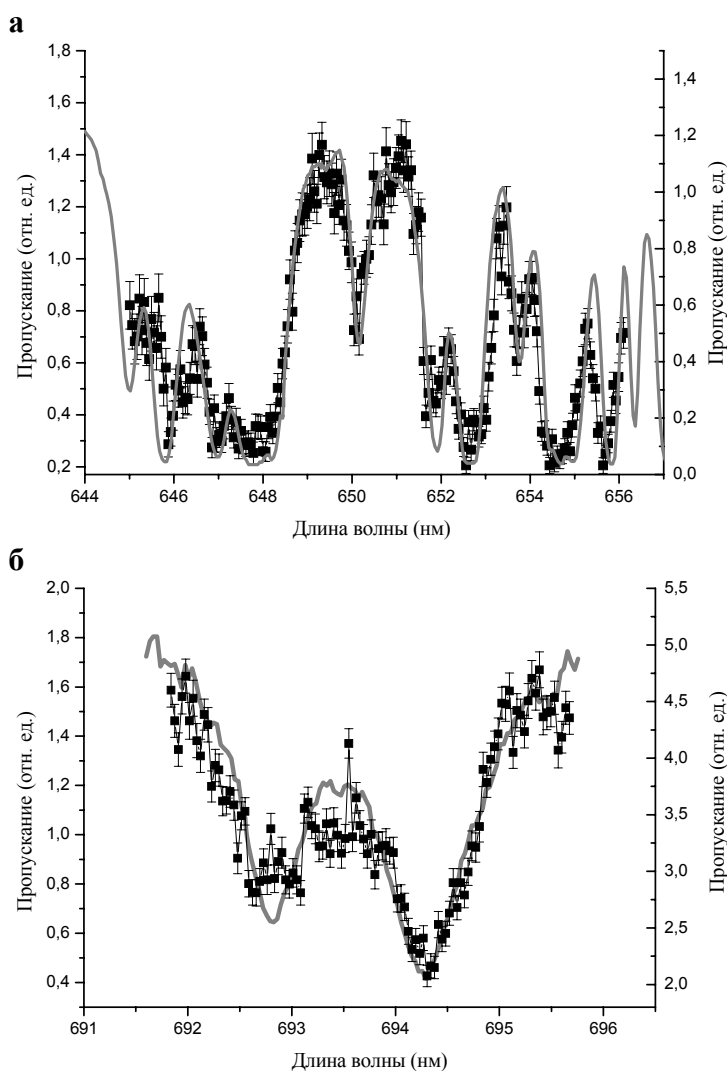


Рис. 2. а — Спектр поглощения ионов Er^{3+} в кристалле YAG в области 650 нм, полученный методами классической спектроскопии (сплошная линия, левая ось у) и бифотонной спектроскопии (■, правая ось у); б — Спектр поглощения ионов Cr^{3+} в кристалле Al_2O_3 в области 693 нм, полученный методами классической спектроскопии (сплошная линия, левая ось у) и бифотонной спектроскопии (■, правая ось у).

лувысоте — около 20 нм, что намного больше диапазона измерений. На рис. 2а показан спектр поглощения ионов Er^{3+} в кристалле YAG, измеренный двумя способами: методом бифотонной спектроскопии, вычисленный по формуле (8), и методом обычной (однофотонной) спектроскопии с использованием источника классического света. Из анализа рис. 2а следует,

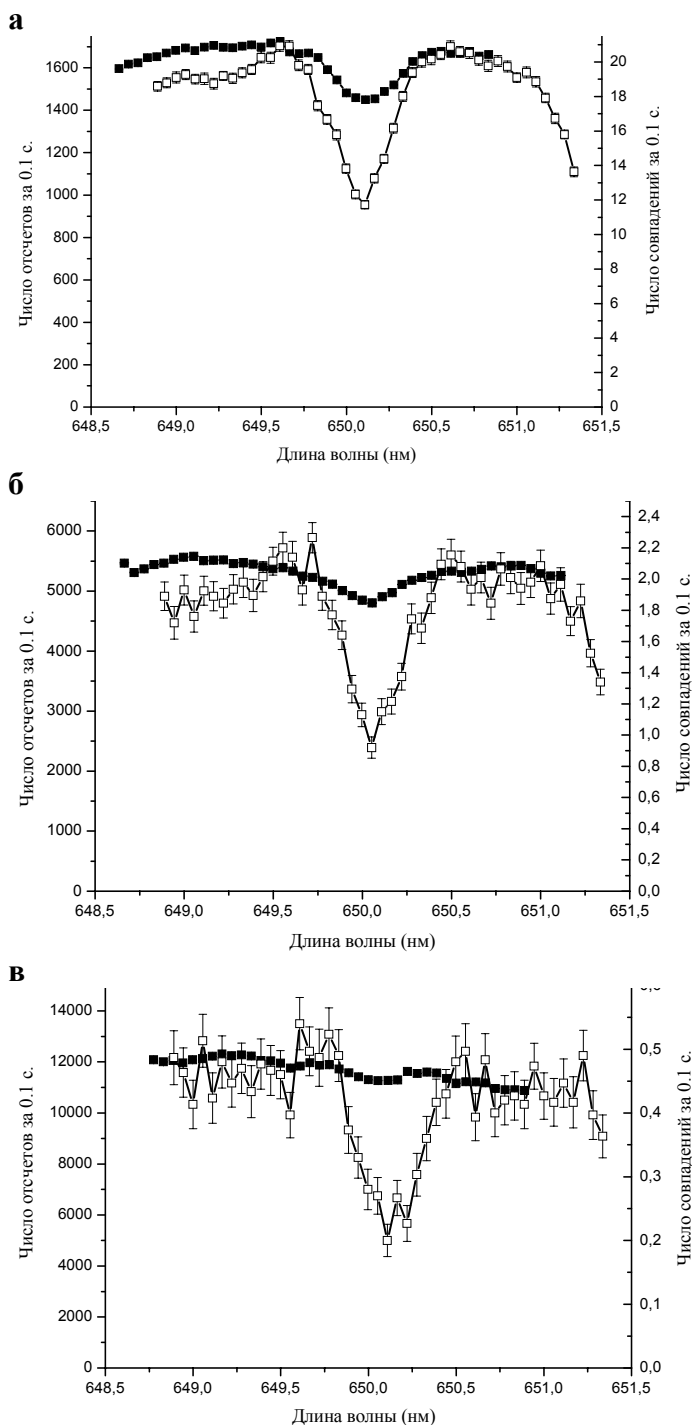


Рис. 3. Спектр поглощения ионов Er^{3+} в кристалле YAG в области 650 нм, полученный с помощью однофотонного счёта

(■, левая ось у) и счёта совпадений (□, правая ось у) при различных соотношениях сигнал/шум в канале, содержащем образец: 1/2 (а), 1/5 (б), 1/30 (в).

что имеется хорошее согласие результатов, полученных двумя способами, что говорит о достоверности метода бифотонной спектроскопии.

Аналогичные измерения, только в невырожденном коллинеарном режиме СПР, были проведены с кристаллом рубина (концентрация ионов хрома 9%, толщина кристалла 3 мм). Результаты показаны на рис. 2б. Спектр поглощения измерялся в области 694 нм, соответствующей известным резонансным линиям R_1 и R_2 . Поскольку ширина спектра СПР в невырожденном режиме на порядок меньше, чем в вырожденном, в ходе измерения спектра поглощения кристалл йодата лития поворачивался на различные углы, что позволило охватить диапазон длин волн 690–697 нм. Как обсуждалось выше, одним из преимуществ бифотонной спектроскопии является устойчивость к шумам, т.е. возможность получать спектроскопическую информацию в тех случаях, когда велика световая засветка детекторов или детекторы характеризуются большим темновым током.

Для демонстрации этой возможности измерения спектра поглощения кристалла YAG:Er^{3+} были проведены в присутствии сильного фонового излучения обычных ламп накаливания. На рис. 3 показан центральный участок спектра поглощения, измеренный двумя способами: по скоростям совпадений фотоотсчетов, как описано выше, и по скорости однофотонного счёта, когда кристалл помещался в плечо с монохроматором, что соответствует классическому методу.

В обоих случаях интенсивность внешнего некогерентного излучения увеличивалась так, что отношение сигнал/шум в одном канале изменялось от 1/2 до 1/30. Из анализа рис. 3 следует, что стандартный классический метод спектроскопии в условиях больших шу-

мов не позволяет выявить линию поглощения, в то время результаты, полученные методом бифотонной спектроскопии, практически не испытывают влияния шумов.

4. Заключение

Измерен спектр поглощения примесных ионов Er^{3+} в кристалле YAG и ионов Cr^{3+} в кристалле Al_2O_3 с использованием бифотонного света, генерируемого в процессе спонтанного параметрического рассеяния излучения гелий – кадмиевого лазера в кристалле йодата лития. Экспериментально продемонстрировано основное преимущество бифотонной спектроскопии по сравнению с однофотонной — возможность измерять линии поглощения в присутствии значительного внешнего шумового фона (или при наличии больших темновых токов у фотодетекторов). Данное преимущество играет роль в тех случаях, когда необходимо проводить измерения объектов, чувствительных к интенсивности поглощаемого света, особенно в инфракрасном диапазоне (биологические объекты, хрупкие кристаллы и др.). В целом, метод бифотонной спектроскопии, по сравнению с однофотонной, позволяет существенно снизить время воздействия света на объект по мере достижения необходимой точности измерения.

Авторы благодарны А. М. Шегеде за спектры поглощения, измеренные с помощью перестраиваемого лазера.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты № 07–02–00883а, 08–02–00032_а, 08–02–90001–Бел_а), Фондом содействия отечественной науке, программой Президиума РАН «Квантовая макрофизика», программами ОФН РАН «Оптическая спектроскопия и стандарты частоты» и «Когерентные акустические поля и сигналы», а также грантом Президента РФ НШ 2965.2008.2 и Государственным контрактом №02.514.11.4067.

Литература

- [1] Клышко Д. Н. Фотоны и нелинейная оптика, Наука, Москва (1980)
- [2] Клышко Д. Н., Пенин А. Н., Успехи физических наук **152** (1987) 653
- [3] Tittel W., Weihs G. Quantum information and computation **1** (2001) 3
- [4] Shih Y. Reports on Progress in Physics **66** (2003) 1009
- [5] Yabushita A., Kobayashi T. Phys. Rev. A **69** (2004) 013806
- [6] Scarcelli G., Valencia A., Gompers S., Shih Y., Applied Physics Letters **83** (2003) 5560
- [7] Kalachev A. A., Kalashnikov D. A., Kalinkin A. A., Mitrofanova T. G., Shkalikov A. V., Samartsev V. V. Laser Physics Letters **4** (2007) 722
- [8] Belinsky A. V., Klyshko D. N. Laser Physics **4** (1994) 663
- [9] Rubin M. H., Klyshko D. N., Shih Y. H., Sergienko A. V. Phys. Rev. A **50** (1994) 5122.
- [10] Keller T. E. Rubin M. Phys. Rev. A **56** (1997) 1534
- [11] Grice W. P. I. Malmsey A. Phys. Rev. A **56** (1997) 1627
- [12] Glauber R. J. Phys. Rev. **130** (1963) 2529; **131** (1963) 2766
- [13] Steinberg A. M., Kwiat P. G., Chiao R. Y., Phys. Rev. A **45** (1992) 6659
- [14] Клышко Д. Н. Успехи физических наук **164** (1994) 1187

ОСОБЕННОСТИ СИГНАЛОВ ФОТОННОГО ЭХА В КРИСТАЛЛЕ ГРАНАТА С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ИОНОВ ТУЛИЯ

К. Р. Каримуллин^{1,2}, А. А. Калачёв¹, В. А. Зуйков¹, В. В. Самарцев^{1,2}

¹Казанский физико – технический институт им. Е.К. Завойского КазНЦ РАН
(420029, Казань, ул. Сибирский тракт, 10/7)

²Казанский государственный университет
(420008, Казань, ул. Кремлевская, 18)
E-mail: qamil@inbox.ru

1. Введение

Фотонное эхо широко используется в оптической когерентной спектроскопии для исследования различных резонансных сред (см., например, [1,2]), среди которых особый интерес представляют примесные кристаллы, допированные редкоземельными ионами, так называемые ван – флековские парамагнетики [3]. На основе явления долгоживущего стимулированного фотонного эха (ДСФЭ) создаются многоканальные согласованные фильтры, корреляторы и анализаторы спектров с параметрами, не достижимыми в настоящее время устройствами других классов, постоянные запоминающие устройства большой ёмкости и оптические эхо – процессоры [4]. В США успешно функционирует компания производящая оптические эхо – процессоры по технологии S²–CHIP (www.s2corporation.com; S2 CORPORATION). На сегодняшний день весьма актуальной проблемой является поиск новых материалов для построения оптических процессоров, а также исследование оптимальных режимов функционирования таких устройств. Настоящая работа посвящена эхо – спектроскопии высококонцентрированного кристалла алюмоиттриевого граната с примесью ионов тулия (C=10 ат.%), который может оказаться весьма полезным для реализации многоканальной записи информации в режиме фотонного эха.

2. Оптические эхо – процессоры. Многоканальная запись информации с кодовым разделением каналов на основе фотонного эха

Оптический эхо – процессор (ОЭП) относится к классу многофункциональных аналоговых устройств. Благодаря наличию управляющих сигналов его импульсную характеристику можно программировать в реальном масштабе времени и получать различные виды обработки — от простого запоминания до интегральных преобразований с желаемым ядром (см., например, [5,6]). ОЭП может работать во временной, пространственной и пространственно – временной области, осуществляя когерентную или некогерентную обработку информации, а также чисто цифровые операции, как арифметические, так и логические.

Уже из опыта создания спиновых эхо – процессоров [7] было известно, что в их работе могут найти применение, в основном, сигналы стимулированного эха. Стимулированное фотонное эхо (СФЭ) — когерентный отклик резонансной среды на воздействие трёх возбуждающих импульсов, генерируемый в момент времени: $t = \tau_{23} + 2\tau_{12}$, где τ — временной интервал между возбуждающими импульсами. Можно показать [4], что спектр сигнала СФЭ определяется следующим выражением:

$$E_{\text{СФЭ}}(t) \sim (E_{01} \otimes E_{03}) * E_{02} = \int \int E_{01}(x) E_{03}(y+x) E_{02}(t-y) dx dy \quad (1)$$

где E_{0j} — огибающая j – го импульса, $j=1,2,3$. Для удобства введены следующие обозначения:

$$g * h = \int_{-\infty}^{\infty} g(x) h(t-x) dx, \quad g \otimes h = \int_{-\infty}^{\infty} g(x) h(t+x) dx \quad (2)$$

Первое из этих выражений соответствует операции свертки, а второе — корреляции двух функций. Таким образом, сигнал стимулированного фотонного эха является результа-

том свёртки второго импульса с корреляционной функцией первого и третьего импульсов. Формула (1) является основой для использования сигналов СФЭ в системах оптической обработки информации.

Оптические эхо – процессоры и оптические запоминающие устройства, основанные на явлении фотонного эха, обладают большими возможностями записи, хранения и обработки информации. С целью увеличения плотности записи информации в таких устройствах можно использовать многоканальные режимы (см., например [8]). Для построения многоканальных систем оптической обработки информации можно использовать различные способы разделения каналов. Так, в работе [9] была исследована возможность ассоциативной выборки информации в режиме долгоживущего стимулированного фотонного эха (ДСФЭ) с кодовым разделением каналов с использованием шумоподобных сигналов. Как было сказано выше, огибающая сигнала ДСФЭ представляет собой свёртку второго (объектного) импульса с функцией корреляции первого (референтного) и третьего (считывающего) импульсов. Поэтому временная форма сигнала ДСФЭ будет воспроизводить временную форму объектного импульса при условии, что функция корреляции является дельтаобразной. Установлено, что для этого в качестве референтного и считывающего импульсов удобнее всего использовать продолжительные импульсы, модулированные по фазе или амплитуде таким образом, что их автокорреляционная функция является дельтаобразной. Наиболее простым вариантом являются импульсы со случайной бифазовой модуляцией (шумоподобным сигналом).

3. Эхо – спектроскопия высококонцентрированного YAG:Tm: экспериментальная установка, результаты и их обсуждение

Кристалл алюмоиттриевого граната $Y_3Al_5O_{12}:Tm^{3+}$ (YAG:Tm) принято относить к числу наиболее перспективных носителей информации в оптических эхо – процессорах [10,11]. Длина волны одного из эффективных энергетических переходов ${}^3H_6(1) - {}^3H_4(1)$ ионов тулия в матрице граната совпадает с длиной волны (793 нм) генерации титан – сапфирового лазера и, главное, миниатюрного диодного лазера. Кроме того, наличие метастабильного уровня ${}^3F_4$ со временем жизни 10 мс [3] и сверхтонких подуровней основного состояния, имеющих в присутствии слабого внешнего магнитного поля времена жизни порядка 30 с [12] делает эту среду весьма привлекательной с точки зрения использования в устройствах длительного хранения информации. И, наконец, ионы тулия обладают очень малой однородной шириной линии оптического перехода $\Gamma_{одн}$, это также говорит о большой «ёмкости памяти», определяемой отношением $\Gamma_{неод}/\Gamma_{одн}$, где $\Gamma_{неод}$ — неоднородная ширина линии.

Практически все известные низкотемпературные эксперименты производились над кристаллами YAG:Tm с содержанием Tm^{3+} $C=0,1 \div 0,5$ ат.%. Однако в некоторых случаях высокая концентрация тулия также может оказаться полезной. Поскольку известно, что с ростом концентрации примесных ионов сокращается время T_2 , это может оказаться удобным для увеличения плотности записи информации в схеме многоканального фотонного эха, за счёт «уплотнения» импульсных пар.

Схема экспериментальной установки, реализующей эхо – спектроскопию примесных кристаллов, представлена на рис. 1. Фактически, это схема оптического эхо – процессора [13]. Основным элементом установки является непрерывный одночастотный кольцевой титан – сапфировый лазер TIS – SF – 07 (Техноскан, Новосибирск), накачиваемый аргоновым лазером Ar – 5,5 – 150 (Инверсия, Новосибирск). Диапазон перестройки лазера составляет 750 – 950 нм, выходная мощность на длине волны 800 нм — 1 Вт, спектральная ширина линии излучения — 2 МГц. Последовательность возбуждающих импульсов формируется акустооптическим модулятором АОМ1. Мощность импульса на образце в криостате составляет 50 мВт. Фотонное эхо излучается в коллинеарной геометрии (в направлении действия возбуждающих импульсов) и проходит через второй акустооптический модулятор. АОМ2 служит для «выделения» эхо – сигналов и предохранения регистрирующего фотоэлектронного умножителя от засветки импульсами лазера. В зависимости от спектральной области, регистрация фотонного эха производится ФЭУ–79 либо ФЭУ – 143. Специально разработанная

система управления и регистрации эхо – сигналов Счётчик Фотонов (КГУ, Казань) [14], выполненная в едином портативном блоке, измеряет эхо – сигналы как в режиме счёта одиночных эхо – фотонов, так и в режиме накопления сигнала с частотой повторения 1 кГц. Система управления, совмещенная со Счётчиком, задаёт необходимые длительности возбуждающих импульсов и временные интервалы между ними, временные параметры регистрации эхо – сигналов и число накоплений.

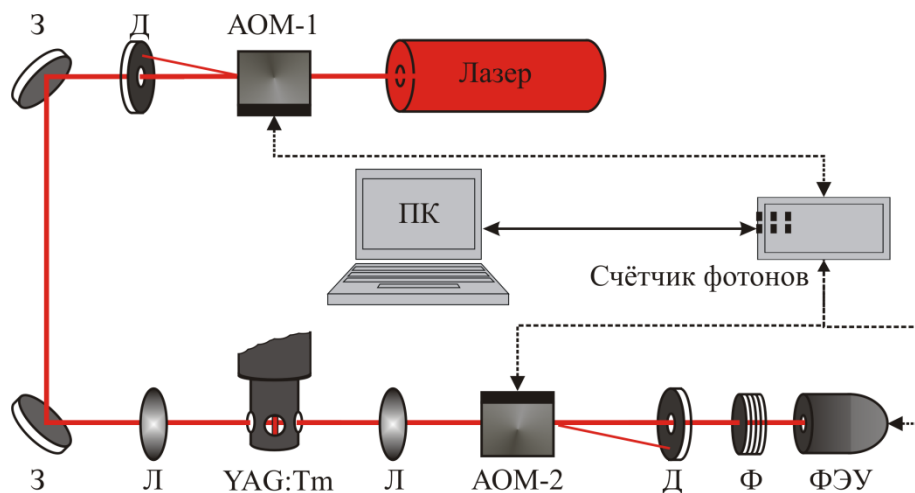


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки для эхо – спектроскопии

AOM — акустооптический модулятор, З — зеркало, Д — диафрагма, Л — линза, Ф — набор светофильтров, ФЭУ — фотозлектронный умножитель

В наших экспериментах был исследован кристалл YAG:Tm с

концентрацией примесных ионов тулия равной 10 ат.%. толщиной 250 мкм. Кристалл находился в оптическом криостате, в жидком гелии, при температуре 1,8 К. Структура энергетических уровней ионов тулия в матрице граната [15] представлена на рис. 2а. Сигналы первичного, стимулированного и аккумулированного эха возбуждались на длине волны 793,15 нм на переходе ${}^3\text{H}_6(1) - {}^3\text{H}_4(1)$. Соответствующий профиль линии поглощения, измеренный в высококонцентрированном кристалле [16], приведен на рис. 2б. Поскольку ядерный спин ионов тулия равен $1/2$, то сверхтонкое расщепление обусловленное псевдоквадрупольным взаимодействием отсутствует, а сверхтонкие подуровни вырождены в нулевом внешнем магнитном поле. В связи с этим, сигналы ДСФЭ в отсутствие магнитного поля могут формироваться только на метастабильных уровнях ${}^3\text{F}_4$ (5556 см^{-1}) и ${}^3\text{H}_5$ (8530 см^{-1}).

Были изучены зависимости интенсивности (спады) сигналов первичного и стимулированного эха от временных интервалов между импульсами, а также зависимость интенсивности аккумулированного фотонного эха от числа возбуждающих пар импульсов [17]. Результаты представлены на рис. 3 и рис. 4. Анализ кривой спада первичного фотонного эха (рис. 3а) показывает, что он является неэкспоненциальным и не может быть описан обычным экспоненциальным законом $I(\tau_{12}) \sim \exp(-4\tau_{12}/T_2)$, где T_2 — это время фазовой релаксации, I — интенсивность эхо – сигналов, а τ_{12} — временной интервал между первым и вторым импульсами (см., например, [4]). Такая кривая может быть описана формулой $I(\tau_{12}) \sim \exp[-(4\tau_{12}/T_M)^x]$, впервые предложенной Мимсом [18] для аналогичной ситуации в электронном спиновом резонансе. Здесь T_M — время фазовой памяти, а x — показатель экспоненты, который зависит от особенностей динамики ядерных спинов. В нашем кристалле, содержащем 10 ат.% примесных ионов тулия, спад описывается формулой Мимса со следующими параметрами: $T_M=1,4 \text{ мкс}$ и $x=1,3$ (сплошная линия на рис. 3а). Рассмотрим кривую спада стимулированного фотонного эха, изображённую на рис. 3б. Кривая имеет три участка, что характерно для сигналов ДСФЭ. Кривая может быть представлена тремя экспонентами (сплошные линии), с характеристическими временами спада: 600 мкс, 30 мс и 100 мс. Первое время спада — это время жизни возбужденного состояния ${}^3\text{H}_4(1)$ рассматриваемого перехода, оно хорошо согласуется со значением 590 мкс, наблюдавшимся в работе [19]. Второе характеристическое время (30 мс) отражает время жизни метастабильного уровня ${}^3\text{F}_4$, который заселяется благодаря быстрому переходу электронной плотности (спаду) из возбуждённого состоя-

ния. Третий, самый долгий спад, по – видимому, соответствует энергетическому сдвигу, обязанному взаимному влиянию ядерных спинов тулия и алюминия матрицы.

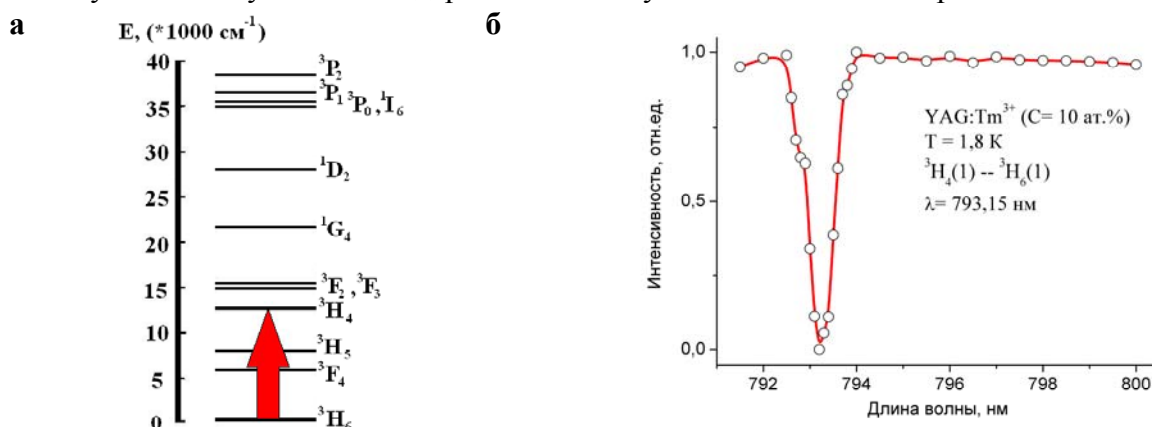


Рис. 2. Схема энергетических уровней иона тулия в матрице алюмоиттриевого граната (а) и спектр поглощения (б) кристалла YAG:Tm (C=10 ат.%).

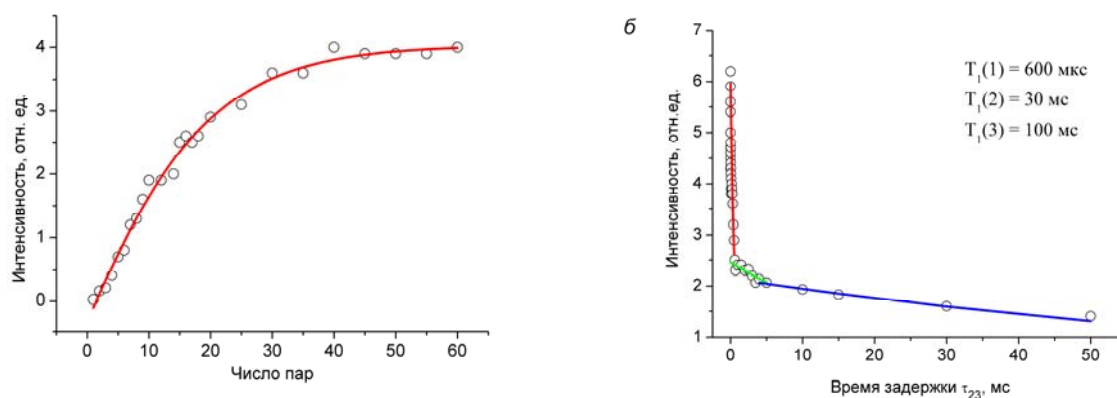


Рис. 3. Кривые спада сигналов первичного (а) стимулированного фотонного эха (б), измеренные в кристалле

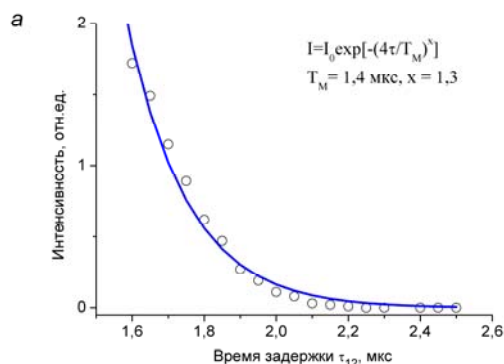


Рис. 4. Зависимость интенсивности сигналов аккумулярованного фотонного эха от числа импульсных пар в кристалле YAG:Tm (C= 10 ат.%) при T= 1,8 K.

YAG:Tm (C= 10 ат.%) при T= 1,8 K.

Кроме того, была исследована зависимость интенсивности аккумулярованного фотонного эха от числа подаваемых на образец импульсных пар (рис. 4). Наблюдаемый эффект аккумулярования равен 4, что соответствует некогерентному сложению сигналов стимулированного эха, генерируемых различными импульсными парами, вследствие нестабильности линии задержки. Такой режим накопления нельзя считать оптимальным с точки зрения эффективного аккумулярования эхо – сигналов, однако, это не так важно для схемы кодового разделения каналов.

4. Заключение

Для высококонцентрированного YAG:Tm³⁺ (C=10 ат.%), время жизни возбужденного состояния T₁ остаётся практически таким же, что и для кристалла с малой концентрацией

примеси, тогда как время фазовой памяти становится короче в 50 раз. Результаты проведенного эхо – спектроскопического исследования позволяют заключить, что такие кристаллы являются перспективными средами для реализации кодового разделения каналов в оптической обработке информации. Выбирая определённую концентрацию примесных ионов, можно оптимизировать схему оптической памяти за счет «уплотнения» возбуждающих импульсных пар.

Выполнение данного исследования стало возможным в рамках грантов РФФИ №№ 08 – 02 – 00032, 08 – 02 – 90001 – Бел, гранта Президента РФ № НШ – 2965.2008.2, Государственного контракта № 02.514.11.4067, при поддержке программой Президиума РАН «Квантовая макрофизика» и ОФН РАН «Оптическая спектроскопия и стандарты частоты» и «Когерентные акустические поля и сигналы».

Литература

- [1] Lisin V. N., Samartsev V. V., Shegeda A. M. et. al. // *Laser Phys. Lett.* **3** (2006) 423.
- [2] Macfarlane R. M., Shelby R. M., *Spectroscopy of Solids Containing Rare Earth Ions*, Amsterdam, (1987).
- [3] Macfarlane R. M. // *Opt. Lett.* **18** (1993) 1958.
- [4] Калачёв А. А., Самарцев В. В. // *Когерентные явления в оптике*, Казань : КГУ, (2003).
- [5] Ахмедиев Н. Н., Самарцев В. В., *Новые физические принципы оптической обработки информации.* – М. : Наука (1990).
- [6] Kurnit N. A., T Abella. D., Hartmann S. R. – Patent USA № 3.638.029.1972.
- [7] Устинов В. Б., *Квантовые устройства обработки информации.* – Л.: Наука, (1984).
- [8] Zuikov V. A., Samartsev V.V. // *Laser Physics* **1** (1991) 542.
- [9] Власова Д. Д., Калачёв А. А., Самарцев В. В. // *Изв. РАН. Сер. физ.* **70** (2006) 518.
- [10] Lin H., Wang T., Wilson G. A., Mossberg T. W. // *Opt. Lett.* **20** (1995) 91.
- [11] Merkel K. D., Babbitt W. R. // *Opt. Lett.* **24** (1999) 172.
- [12] Ohlsson N., Nilsson M., Kröll S. // *Opt. Lett.* **28** (2003) 450.
- [13] Каримуллин К. Р., Зуйков В. А., Самарцев В. В. / VIII Международная молодежная научная школа «когерентная оптика и оптическая спектроскопия». – Сб. статей, Казань: изд. КГУ, (2004) 301.
- [14] Karimullin K. R., *Proceedings of SPIE* **6181** (2006) 61810I – 1.
- [15] Gruber J. B., Hills M. E., Macfarlane R. M. et. al. // *Phys. Rev. B* **40** (1989) 9464.
- [16] Каримуллин К. Р., Зуйков В. А., Христофорова Д. А., Самарцев В. В. // *Ученые записки Казанского государственного университета. Серия физ. – мат. науки*, **149** (2007) 64.
- [17] Kalachev A. A., Karimullin K. R., Samartsev V. V., Zuikov V. A. // *Laser Phys. Lett.* **5** (2008) (в печати).
- [18] Mims W. B. // *Phys. Rev.* **168** (1968) 370.
- [19] Strickland N. M., Sellin P. B., Sun Y. et. al. // *Phys. Rev. B* **62** (2000) 1473.

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ РАСТВОРОВ КОМПОНЕНТОВ ПЛАЗМЫ КРОВИ

В. Т. Нигматуллина¹, И. И. Попов¹, В. А. Козлов²

¹ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»,
(424001, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1)
E-Mail: popov@marsu.ru

²ГОУ ВПО Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева,
(428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38),
E-mail: pooh12@yandex.ru

Разработана методика исследования свойств и плазмы крови и растворов солей, содержащихся в ней с помощью метода диэлектрической спектроскопии. Создан действующий макет экспериментальной установки, на котором получены диэлектрические спектры исследуемых сред при различных концентрациях и температурах. Проведено компьютерное моделирование изучаемых жидких сред и анализ соответствия полученных результатов экспериментальным данным. С помощью разработанного метода получены значения резонансных частот основных компонентов, составляющих плазму крови человека. Показано, что вода в биологических жидкостях находится в виде ассоциатов с неорганическими и органическими веществами. При этом идет непрерывный обмен между молекулами связанной и свободной воды. Это соотношение меняется в зависимости от концентрации веществ находящихся в воде, что приводит к изменению количества водородных связей. Установлено, что в исследованных системах состояние гидратированности характерно только для ионов натрия и белковых молекул. В растворах хлорида натрия во всей области концентраций (вплоть до насыщения) присутствует исходная тетраэдрическая структура воды. В растворах, разрушающих структуру воды, видимо всю воду стоит расценивать как свободную.

The technique is developed researches of properties and plasma of blood and solutions of the salts containing in it by means of a method of dielectric spectroscopy. A pilot unit the operating breadboard model is created, with its help of investigated environments dielectric spectrums are received at various concentration and temperatures. Computer modeling is made studied liquid environments and conformity is analyzed the received results to experimental data. By means of the developed method of resonance frequencies of value are received the basic components making plasma of blood of the person. By us it is shown, that in biological liquids water is in a kind of associates with inorganic and organic matters. Thus the continuous exchange is carried out between molecules connected and free water. This parity varies depending on concentration of substances being in water that causes change of quantity of hydrogen bridges. By us it is positioned, that in the investigated systems the hydrated condition is characteristic only for ions of sodium and albuminous molecules. In all area of concentration (up to saturation) initial tetrahedral waters the structure is present at solutions of chloride of sodium. In the solutions destroying structure of water, probably all water is necessary for regarding as free.

1. Введение

Целью работы являлось создание высокопроизводительного метода регистрации соотношения связанной и свободной воды в слабо концентрированных солевых растворах. Достижение обозначенной цели возможно благодаря определению случайных факторов, влияющих на непрерывный обмен между молекулами связанной и свободной воды в исследуемых средах. Для того, чтобы было возможно применение методики компенсации воздействия флуктуаций в макроскопических процессах резонансной среды, протекающих под воздействием космофизических факторов, являющихся одной из основных причин случайных процессов, потребовалось определение значений резонансных частот основных компонентов, составляющих плазму крови человека. Знание этих частот позволит сформировать компенсирующий сигнал в виде кодовой последовательности импульсов с несущей резонансной частотой, характерной для каждой компоненты исследуемой среды.

2. Методы и материалы

В основу создания высокочувствительных методов регистрации соотношения свободной и связанной воды будет положено определение параметров диэлектрических спектров компонентов, составляющих плазму крови человека, с учетом изменений энтропии элементов исследуемой среды под воздействием кодовых последовательностей резонансных импульсов, обеспечивающих компенсацию влияния флуктуации в макроскопических процессах. Под энтропией здесь понимается разность между полной и внутренней энергией частицы.

Для экспериментального исследования динамики молекулярных систем, представляющих собой растворы различной физико – химической природы и жидкие биологические среды будет использован метод регистрации.

Для определения изменений энтропии элементов исследуемой среды будут применяться методы диэлектрической спектроскопии в экспериментальном исследовании диэлектрических спектров компонентов молекулярных и надмолекулярных систем и учет воздействия дискретных состояний в ходе флуктуации в макроскопических процессах путем его компенсации за счет резонансного воздействия на исследуемую среду зондирующего электрического сигнала.

Для исследования режимов возбуждения и регистрации диэлектрических спектров был создан двухканальный спектрометр. Для измерения диэлектрической проницаемости применялся емкостной метод. В каждом канале спектрометра независимо реализуется возбуждение и регистрация соответствующего сигнала диэлектрической проницаемости. Каждый из каналов имеет свой формирователь прямоугольных импульсов постоянного электрического поля с двумя плоскими электродами и регистрирующий конденсатор. Параметры возбуждающих импульсов для каждого канала задаются с персонального компьютера с помощью программы, модернизированной для двухканального возбуждения и регистрации сигналов диэлектрической проницаемости. Измерение емкости осуществляется в обоих каналах одновременно.

Экспериментальный стенд для исследования диэлектрических спектров в анализируемой среде состоит из следующих элементов: цифровой измеритель ёмкости, источник стимулирующего электрического поля, компьютер, программа анализирующая поток данных и формирующая стимулирующие импульсы, блок питания, источник электрического поля высокого напряжения. Характер взаимодействия этих элементов между собой поясняет следующая структурная схема (рис. 1).

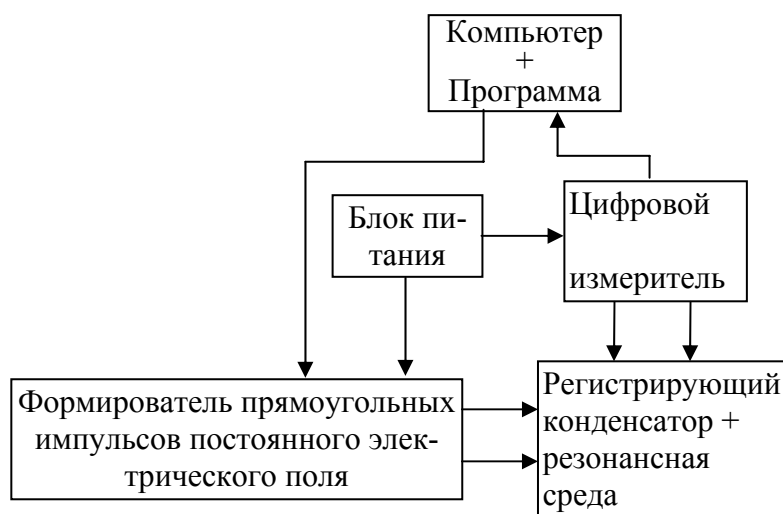


Рис. 1. Экспериментальная установка для исследования диэлектрических спектров в резонансных средах

Экспериментальный стенд предназначен для измерения диэлектрической проницаемости жидкой среды. Анализируемая среда помещается между обкладками измерительного конденсатора и наблюдается динамика изменения диэлектрической проницаемости в течение проведения эксперимента (до двух дней). Экспериментальная установка (возможно, прототип будущего технологического оборудования) предназначена для исследования сверх медленных процессов в ненасыщенных солевых растворах посредством регистрации формы кривой зависимости диэлектрической проницаемости от частоты возбуждающего излучения. Принципы работы экспериментальной установки описаны ранее в работе [12].

Компьютерное моделирование изучаемых растворов осуществляли с помощью программы ChemBioOffice 2008 (Кэمبرидж). Для проведения модельных экспериментов была построена модель кристаллической решетки льда при 273°K, которая затем подвергалась модификации: нагреву до 309°K (температура тела человека) с условием минимизации энергии системы, в эту модель воды вносили «ионы» изучаемых солей, после чего вновь производили расчет состояния модели, исходя из условия минимального содержания энергии.

3. Результаты и их обсуждение

В результате исследований были получены амплитудно – частотные зависимости емкости регистрирующего конденсатора, пространство между обкладками которого заполнено исследуемой средой. При этом внешние параметры (температура 20,5°С, давление 740 мм рт. ст.) оставались неизменными. Полученные данные хорошо коррелируют с ранее полученными сведениями о структуре воды. Согласно теории перколяции⁵, непрерывная сетка существует, если среднее число связей на узел превышает критическую величину, называемую порогом перколяции. Этот порог слабо зависит от конкретной топологии сетки и для трехмерного пространства составляет 1,6–1,7. Согласно самым низким оценкам, число связей на одну молекулу воды вдвое превышает порог перколяции, поэтому в воде никаких изолированных клатратов существовать не может [15]. В результате применения процедуры Монте – Карло к расчету структуры воды, было установлено, что: «В сетке водородных связей жидкой воды присутствуют все теоретически возможные типы ассоциатов циклов, отсутствует явное доминирование одних над другими, и нельзя выделить протяженные фрагменты, характерные для кристаллических модификаций льда и кристаллогидратов» [3].

Казалось бы, что структура воды однородна. Но ранее было установлено, что вода неоднородна по своей плотности [4]. При этом, молекулы, участвующие в сильных водородных связях и обладающие более низкой потенциальной энергией, чем в среднем, объединяются в кластеры, имеющие в основном цепочечную структуру. Структура этих кластеров существенно отличается от льдоподобной [3]. Сила водородных связей неодинакова, поэтому в воде существует неоднородность по плотности [1].

Согласно расчетам менее 10% протонов воды не участвуют в образовании ни одной связи, примерно столько же — участвует в би- и трифуркатных связях [5], при этом в сред-

⁵ Теория перколяции (протекания) — теория, описывающая возникновение бесконечных связных структур (кластеров), состоящих из отдельных элементов. Представляя среду в виде дискретной решетки, сформулируем два простейших типа задач. Можно выборочно случайным образом красить (открывать) узлы решетки, считая долю крашенных узлов основным независимым параметром и полагая два крашенных узла принадлежащими одному кластеру, если их можно соединить непрерывной цепочкой соседних крашенных узлов.

Такие вопросы, как среднее число узлов в кластере, распределение кластеров по размерам, появление бесконечного кластера и доля входящих в него крашенных узлов, составляют содержание задачи узлов. Можно также выборочно красить (открывать) связи между соседними узлами и считать, что одному кластеру принадлежат узлы, соединенные цепочками открытых связей. Тогда те же самые вопросы о среднем числе узлов в кластере и т.д. составляют содержание задачи связей. Когда все узлы (или все связи) закрыты, решетка является моделью изолятора. Когда они все открыты и по проводящим связям через открытые узлы может идти ток, то решетка моделирует металл. При каком-то критическом значении произойдет перколяционный переход, являющийся геометрическим аналогом перехода металл – изолятор.

Теория перколяции важна именно в окрестности перехода. Вдали от перехода достаточно аппроксимации эффективной среды перколяционный переход аналогичен фазовому переходу второго рода.

нем одна молекула воды участвует в образовании 4,2 связей. Молекулы, не участвующие ни в одной связи, составляют менее 0,1% [7]. Время жизни водородных связей жидкой воды составляет в среднем 2 пс, но могут встречаться связи, существующие до 30 пс. Такие связи могут составлять еще один вид неоднородности — группы молекул, существующие в течение 20 – 30 пс и двигающиеся как единое целое [7].

Второй тип неоднородности воды может быть связан с другой ее физической характеристикой: временем диэлектрической релаксации воды, которое при 25°C и атмосферном давлении равно 8,38 пс [8] и является наиболее хорошо изученным свойством воды.

Третий тип неоднородности обеспечен магнитной релаксацией, связанной с переориентацией не дипольного момента молекулы воды, а спинов ядер. Поэтому время спин-решеточной релаксации ($1/T_1$) при 283 К и атмосферном давлении составляет для ^1H 1,2 с [9], ^2H – 0,27 с и для ^{17}O $4,6 \times 10^{-3}$ с [10]. Это время обратно пропорционально времени вращательной корреляции τ_θ . В случае протонов и дейтронов молекул воды это время можно разделить на два вклада — внутри- и межмолекулярный:

$$(1/T_1) = (1/T_1)_{\text{intra}} + (1/T_1)_{\text{inter}}.$$

Внутримолекулярный вклад связан со временем вращательной корреляции:

$$(1/T_1)_{\text{intra}} = 3/2(\gamma^4 \hbar^2 / r^6) \tau_\theta,$$

где:

γ — гиромагнитное соотношение (константа, характеризующая данное ядро),

$\hbar$ — постоянная Планка ($\hbar/2\pi$),

r — расстояние между ядрами в молекуле.

Значение τ_θ в идеальном случае должно быть ровно в три раза меньше времени диэлектрической релаксации [10]. Таким образом, в воде существует ряд видов неоднородностей: по плотности (что определяется силой водородных связей), по времени жизни водородных связей (что определяет время диэлектрической релаксации), по магнитной релаксации и др. В данной работе исследовалось три вида осцилляторов, колебания которых возбуждались переменным электрическим полем с диапазоном частот от 10 Гц до 10 МГц. Резонанс колебаний фиксировался путем регистрации возрастания диэлектрической проницаемости среды на резонансных частотах. В эксперименте диэлектрическая проницаемость среды определялась путем регистрации емкости конденсатора, между обкладками которого помещалась исследуемая среда, изолированная от обкладок конденсатора. Таким образом, емкость этого регистрирующего конденсатора являлась функцией снимаемой амплитудно – частотной зависимости емкости от частоты резонансного возбуждения колебаний, возбуждаемых в компонентах исследуемой среды. Возбуждение колебаний в компонентах исследуемой среды осуществлялось при помощи включения в колебательный контур генератора с переменной ЭДС $U = U_0 \cos \Omega t$. При этом в колебательном контуре возникают колебания, являющиеся суммой его собственных колебаний с частотой ω и вынужденных — с частотой Ω [11]. Через некоторое время собственные колебания в контуре затухнут и останутся только вынужденные, амплитуда которых определяется соотношением:

$$V_0 = \frac{\omega_0^2 U_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \Omega^2)^2 + 4\delta^2 \Omega^2}},$$

т.е. зависит не только от амплитуды внешней ЭДС U_0 , но и от ее частоты Ω . Резкое увеличение амплитуды (резонанс) имеет место при значениях Ω , близких к собственной частоте ω_0 . При этом добротность колебательной системы равна $Q = \frac{\omega}{\Delta\Omega}$, где $\Delta\Omega$ — полоса частот вблизи ω_0 , в пределах которой амплитуда колебаний меняется мало.

На рис. 2. приведена полученная амплитудно – частотная зависимость емкости регистрирующего конденсатора, пространство между обкладками которого заполнено дистиллированной водой в которой вся вода является свободной. На приведенном рисунке наблюдается на различных частотах три больших всплеска этой зависимости с отличающейся шириной спектра колебаний, соответствующих трем видам осцилляторов, возникающих на соответствующих элементах структуры воды. Другие всплески, наблюдавшиеся в килогерцовом и мегагерцовом диапазоне частоты, по интенсивности были слабее более чем на порядок и в дальнейших наших исследованиях не анализировались.

Емкость, пФ

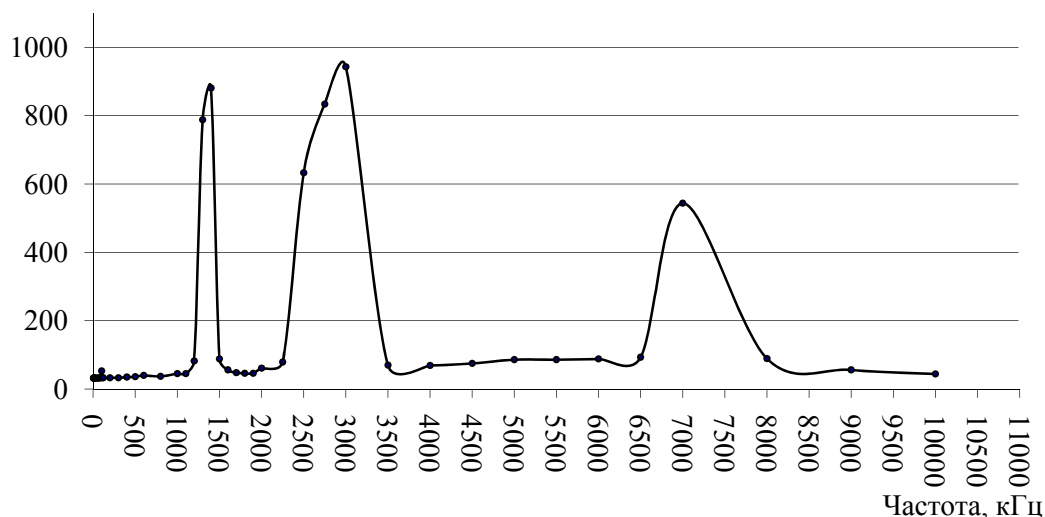


Рис. 2. Амплитудно – частотная зависимость емкости дистиллированной воды

На рис. 3, 4, 5 приведена амплитудно – частотная зависимость емкости регистрирующего конденсатора для различных водных растворов хлорида натрия, отличающихся концентрацией соли. Из их анализа следует, что с ростом концентрации добротность осцилляторных систем изменяется. Для первого и второго всплесков исследуемой зависимости (соответствующих меньшим частотам) наблюдается сужение полосы частот колебаний резонирующих осцилляторных систем и возрастание интенсивности этих колебаний. Что свидетельствует о возрастании добротности этих осцилляторных систем с ростом концентрации хлорида натрия в его водном растворе. Вероятнее всего, это связано с совпадением частот колебаний, наводимых в первых двух осцилляторных системах, имеющих место и в связанной воде, и растворенных в ней ионов соли. Третий всплеск исследуемой зависимости резко уменьшается с ростом концентрации хлорида натрия. При этом наблюдается резкое уменьшение добротности третьей осцилляторной системы. Это связано с тем, что параметры ее колебаний, возбуждаемых внешним электрическим полем в диапазоне частот, соответствующих третьему пику, не синхронизируются с колебаниями, возбуждаемыми в частицах соли и поэтому интенсивно затухают. Быстрее всего, это связано со столкновениями несвязанной воды с частицами соли. Таким образом, по добротности трех осцилляторных систем можно судить о наличии связанной и свободной воды в растворах хлорида натрия и об их соотношении. Также были получены амплитудно – частотные характеристики растворов дистиллированной воды других солей, например, $\text{BaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$, при разных концентрациях (рис. 6 – 8). Из данных графиков видно, что в исследуемой среде также как и в дистиллированной воде, наблюдаются на различных частотах три больших всплеска амплитудно – частотной зависимости с отличающейся шириной спектра колебаний, соответствующих трем видам осцилляторов, возникающих на соответствующих элементах структуры воды. Из анализа рис. 9 следует, что с ростом концентрации добротность осцилляторных систем также изменяется.

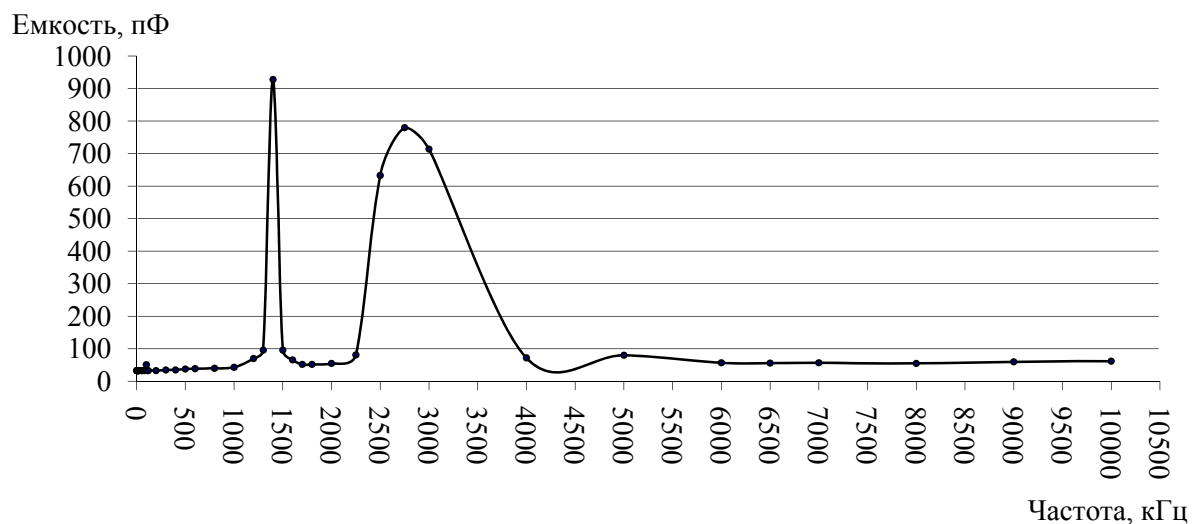


Рис. 3. Амплитудно – частотная зависимость емкости раствора NaCl при концентрации 0,05 моль/л

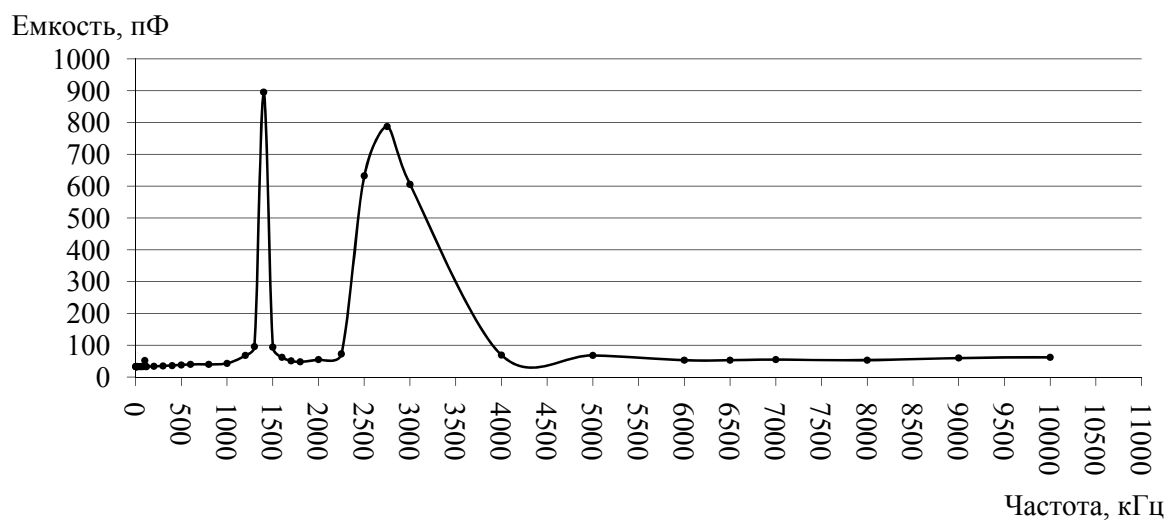


Рис. 4. Амплитудно – частотная зависимость емкости раствора NaCl при концентрации 0,108 моль/л

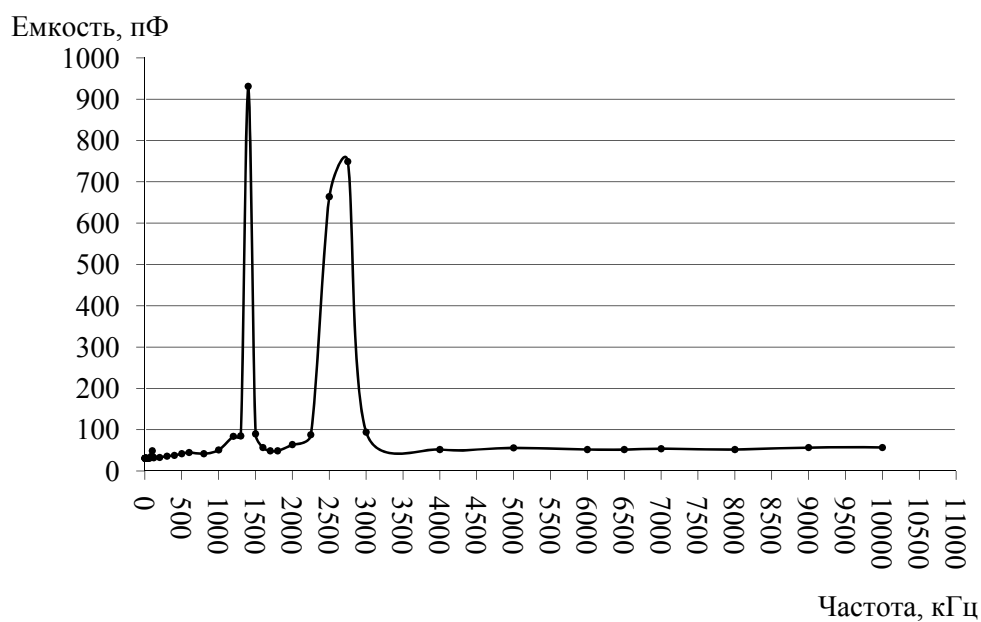


Рис. 5. Амплитудно – частотная зависимость емкости раствора NaCl при концентрации 0,43 моль/л

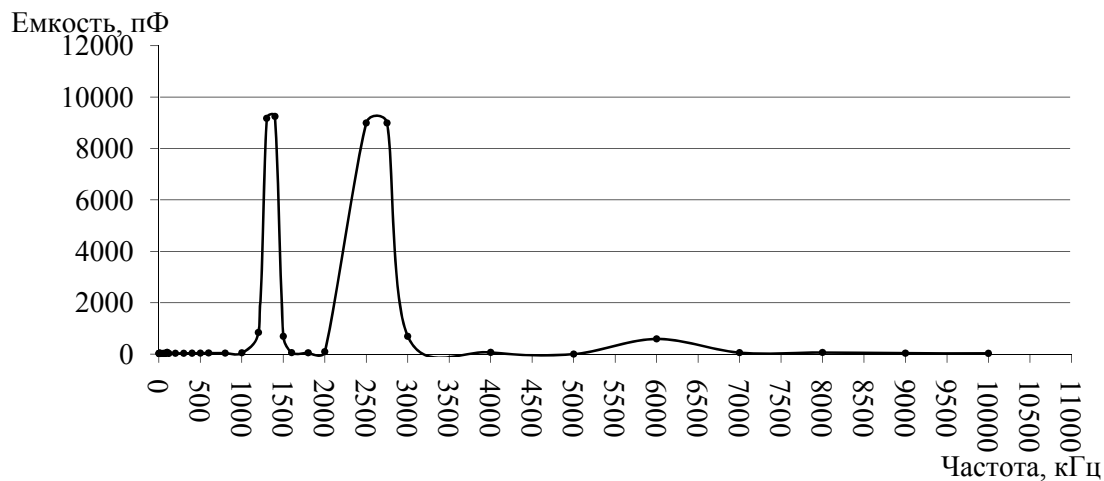


Рис. 6. Амплитудно – частотная зависимость емкости раствора $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ при концентрации 17,5 ммоль/л

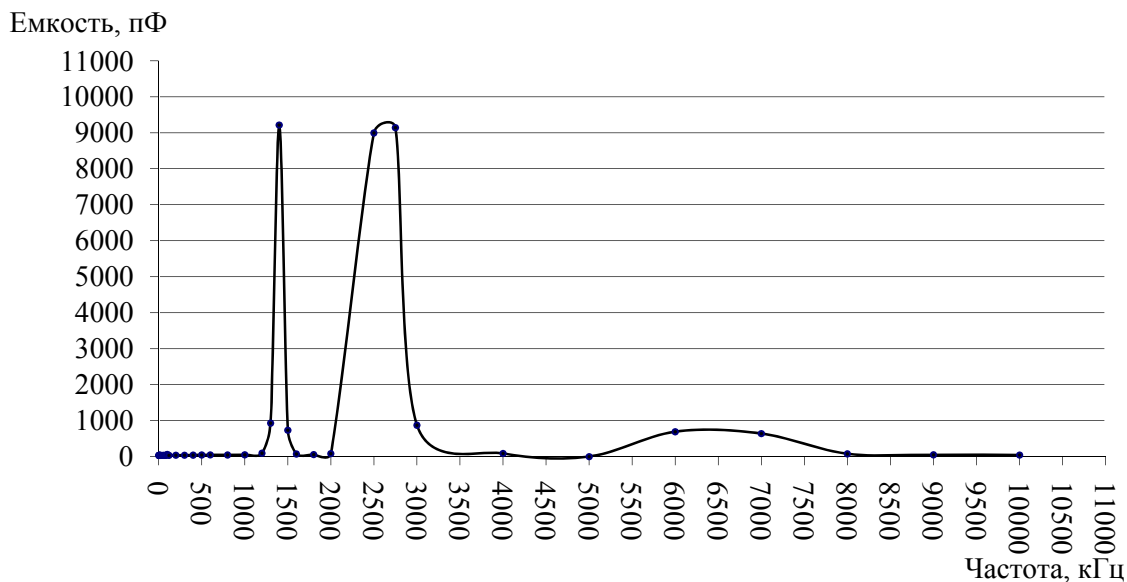


Рис. 7. Амплитудно – частотная зависимость емкости раствора $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ при концентрации 25 ммоль/л

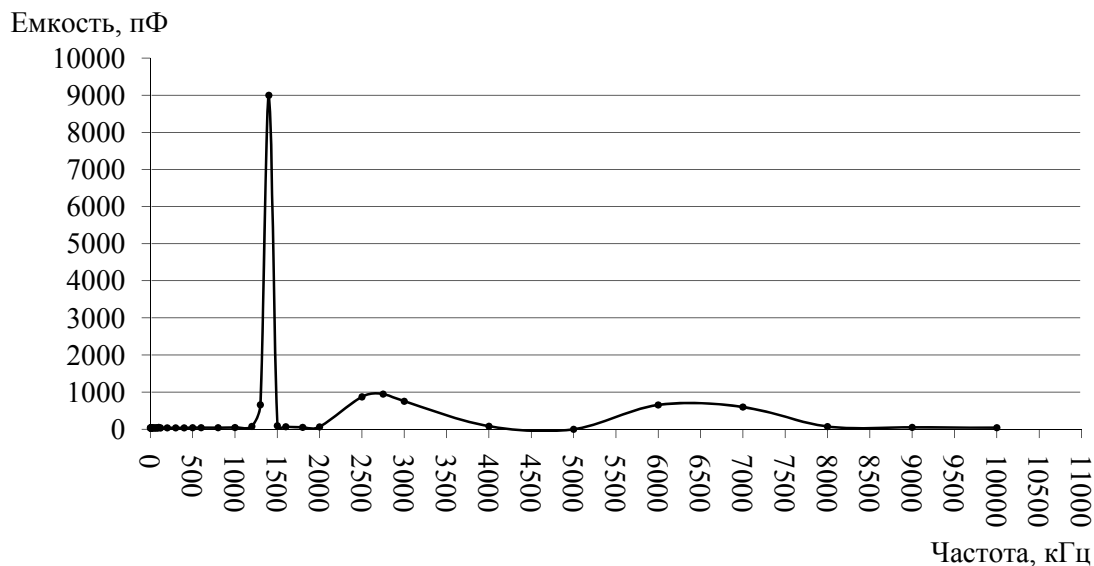


Рис. 8. Амплитудно – частотная зависимость емкости раствора $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ при концентрации 34 ммоль/л

Для первого всплеска исследуемой зависимости (соответствующих меньшим частотам) наблюдается сужение полосы частот колебаний резонирующих осциляторных систем и возрастание интенсивности этих колебаний. Что свидетельствует о возрастании добротности этой осциляторной систем с ростом концентрации $\text{BaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ в его водном растворе. Вероятнее всего, это связано с совпадением частот колебаний, наводимых в этой осциляторной системе, имеющих место и в связанной воде, и растворенных в ней ионов соли. Второй всплеск исследуемой зависимости уменьшается с ростом концентрации $\text{BaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$, также как и третий. Но третий всплеск с ростом концентрации уменьшается медленно, в отличие от раствора хлорида натрия. При этом наблюдается плавное уменьшение добротности второй и третьей осциляторной системы (рис. 9). Это связано с тем, что параметры колебаний этих систем, возбуждаемых внешним электрическим полем в диапазоне частот, соответствующих этим двум пикам, мало синхронизируются с колебаниями, возбуждаемыми в частицах соли и поэтому медленно затухают. Быстрее всего, это связано со столкновениями несвязанной воды с частицами соли. Таким образом, по добротности первой осциляторной системы можно судить о наличии свободной воды в растворах $\text{BaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$, а по добротности второй и третьей – о наличии несвязанной воды.

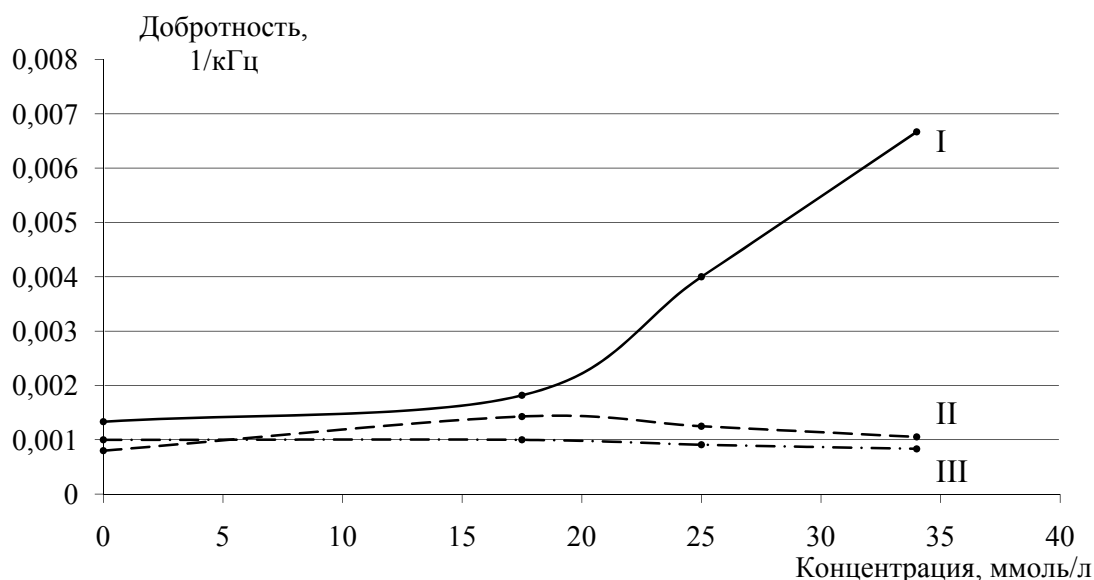


Рис. 9. Зависимость добротности от концентрации раствора $\text{BaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ для трех типов осциляторов

Компьютерное 3D моделирование растворов хлоридов натрия, калия, кальция и модели плазмы крови. Поскольку вода представляет собой систему диполей, связанных водородными связями, мы можем считать, что вода организована дипольными осцилляторами, обладающими собственным электромагнитным полем, и способными к возбуждению самоиндукции в системе. Очевидно, что $\omega_{\text{H}_2\text{O}}$ зависит от массы. Поэтому введение в модель дополнительных ионов (например, Na^+ , K^+ , Cl^-) может рассматриваться как появление новых осцилляторов, поскольку их массы не равны массе молекулы воды: $\omega_{\text{Na}^+} \neq \omega_{\text{K}^+} \neq \omega_{\text{Cl}^-} \neq \omega_{\text{H}_2\text{O}}$. Таким образом, в растворе водных солей хлоридов натрия и калия можно выделить три типа осцилляторов: дипольные (молекулы воды), положительно заряженные (ионы натрия и калия) и отрицательно заряженные (ионы хлора).

Компьютерная модель воды. Представление о том, что вода в жидком состоянии имеет кристаллическую структуру льда, по – видимому, следует признать неверной [1]. Это доказывается и модельными экспериментами. При 3D – моделировании нагрева льда до 36°C наблюдается полное разупорядочивание кристаллической структуры льда (рис. 10, лед и

рис. 11 вода при 36°C). Изменение структуры льда при нагреве обусловлено появлением дополнительных водородных связей, образующихся в результате поворота молекул воды.

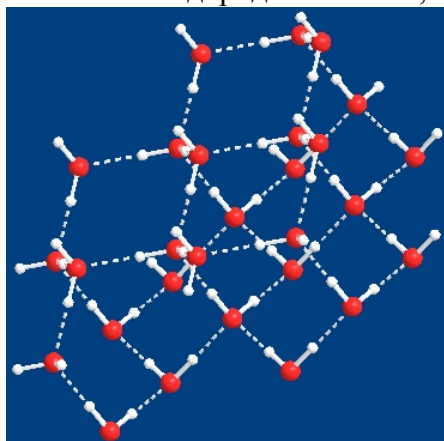


Рис. 10. 3D модель льда (здесь и далее: белые шарики — протоны, красные — кислород, непрерывные линии — ковалентные связи, пунктирные линии — водородные связи)

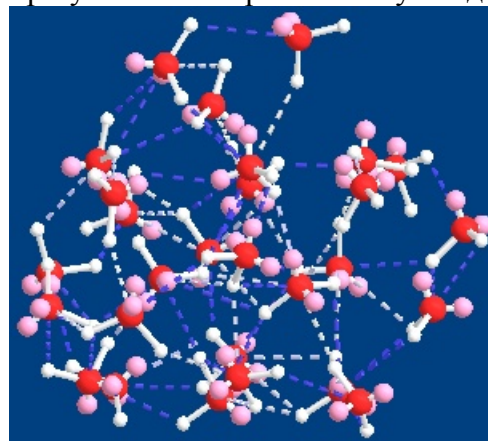
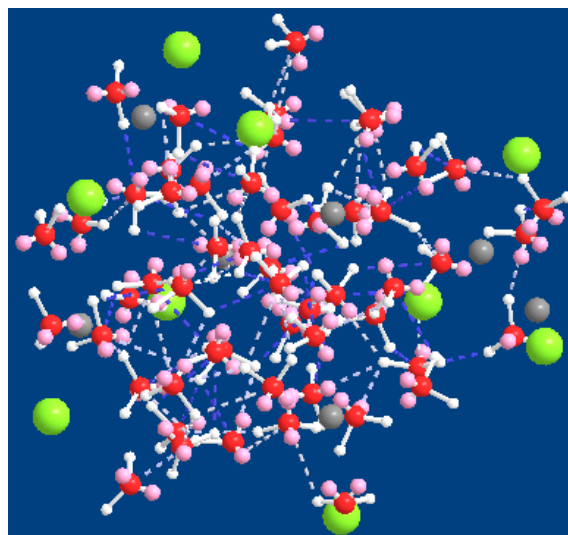


Рис. 11. 3D модель воды, нагретой до 36°C от состояния льда при 0°C, структура образовалась через 10000 «шагов» от исходной (малые розовые шарики — потенциальные места образования водородных связей)

Компьютерная модель раствора хлорида натрия.

При 3D-моделировании раствора NaCl в воде (48 молекул воды и 9 молекул хлорида натрия, 36°C, минимизация энергии, учет водородных и электростатических связей, 20000 «шагов») наблюдается выталкивание Cl⁻ за пределы системы из молекул воды («капля»), тогда как Na⁺ удерживаются в пределах «капли» (рис. 12).

Рис. 12. Поведение ионов натрия и хлора в 3D модели воды из 48 молекул воды и 9 молекул хлорида натрия. Серые шарики — натрий, зеленые — хлор

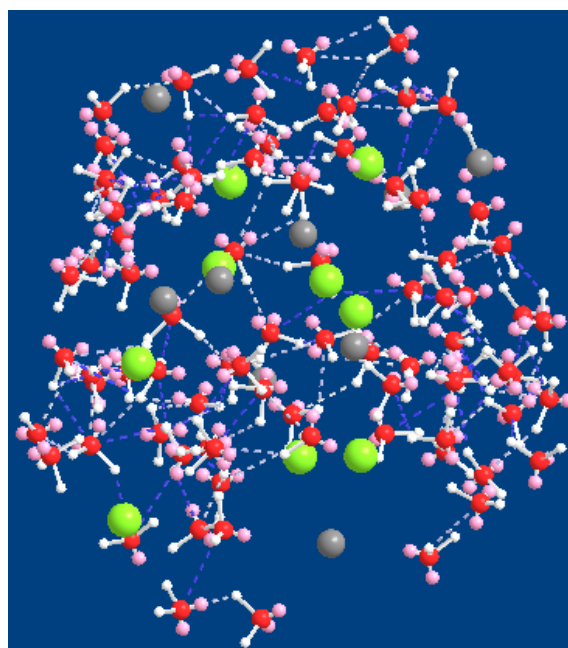


Таким образом, исходя из поведения модели, можно предполагать, что дополнительно внесенные в воду осцилляторы в виде ионов натрия и хлора в толще «капли» располагаются отнюдь не равномерно, как это должно было бы следовать из диффузионной теории. Условие минимума энергии в системе диктует иное пространственное распределение ионов.

Компьютерная модель раствора хлорида калия.

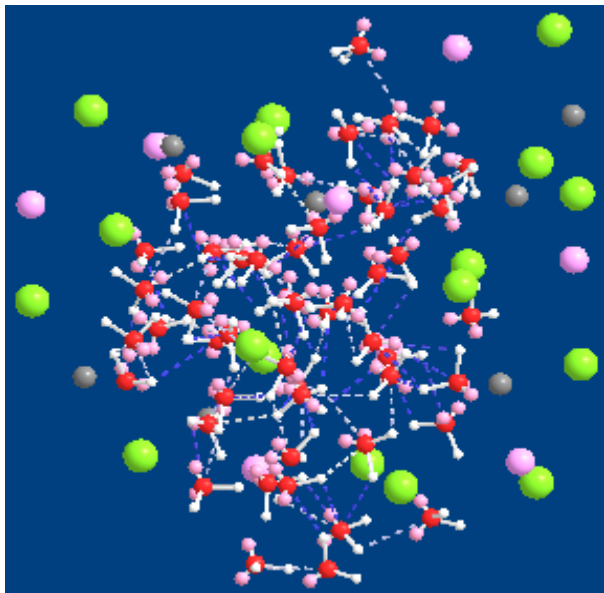
«Капля» из 48 молекул воды и 9 молекул хлорида калия в тех же условиях ведет себя иначе (рис. 13).

Рис. 13. Поведение ионов калия и хлора в 3D модели воды из 48 молекул воды и 9 молекул хлорида калия (серые шарики — калий, зеленые — хлор)



Ионы калия, предварительно помещенные в центр капли вместе с ионами хлора, выталкивают молекулы воды наружу. Вокруг ионов калия образуются «пустые объемы», в которых могут сосредотачиваться ионы хлора.

Таким образом, хлориды натрия и калия по разному влияют на структуру воды, что сопровождается различным пространственным расположением осцилляторов.



Компьютерная модель раствора хлоридов натрия и калия. Введение в «каплю» одновременно по восемь молекул хлоридов калия и натрия сопровождается формированием совсем другой пространственной структуры (рис. 14).

Рис. 14. Поведение ионов натрия, калия и хлора в 3D модели воды из 48 молекул воды и 9 молекул хлоридов натрия и калия

Серые шарики — натрий, сиреневые — калий, зеленые — хлор)

Из структуры воды выталкиваются практически все ионы, и лишь небольшое количество ионов натрия и хлора размещается внутри области, занятой молекулами воды. При этом наблюдаются разрывы водородных связей.

Полученные результаты моделирования неплохо коррессируют с ранее опубликованными данными о том, что ионы натрия легко вписываются в структуру воды и упорядочивают ее, тогда как ионы калия, и другие ионы, имеющие больший диаметр, чем ионы натрия, — разрушают структуру воды [12], [14], [15]. Приведенные сведения о гидратации ионов натрия и калия можно пояснить рис. 15.

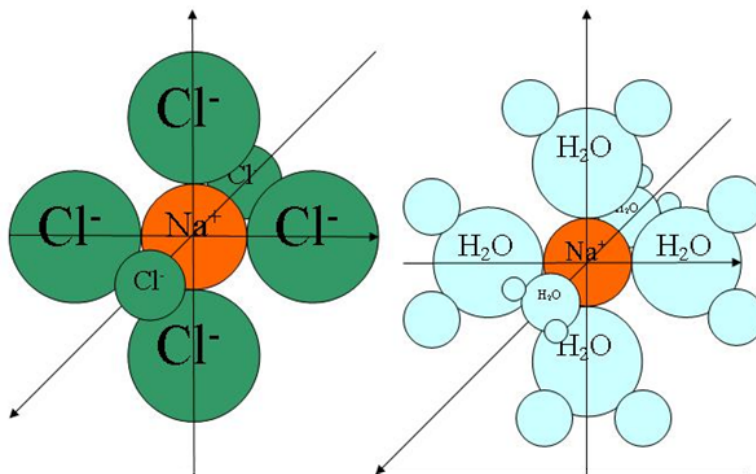


Рис. 15. Координационное число Na^+ равно шести, поэтому в кристалле соли он окружен шестью ионами хлора, а в растворе — шестью молекулами воды.

Размер ионов калия примерно на 30% больше ионов натрия, поэтому ионы калия имеют координационное число 4, плохо гидратируются и разрушают структуру воды.

Компьютерная модель раствора хлоридов натрия и калия. Поведение ионов хлора в аналогичной модели раствора хлорида кальция было аутентичным вышеописанному (рис. 16). Тогда как ионы кальция все — таки встраивались в структуру воды.

Рис. 16. Поведение ионов кальция и хлора в 3D модели воды из 48 молекул воды и 4 молекулы хлорида кальция (шарики кирпичного цвета — калий, зеленые — хлор)

Компьютерная модель плазмы крови. Моделирование этой системы в присутствии пептида в виде α -спирали привело к некоторому сворачиванию α -спирали в глобулу (рис. 17). Отчетливо видно, что молекулы воды собрались, в основном около пептидной молекулы, тогда как ионы солей — вновь вытеснены на периферию. Сложность расчетов, к сожалению, не позволяет ввести в систему большее число молекул воды, что обусловлено недостаточной мощностью компьютера, на котором проводилось моделирование изучаемой системы.

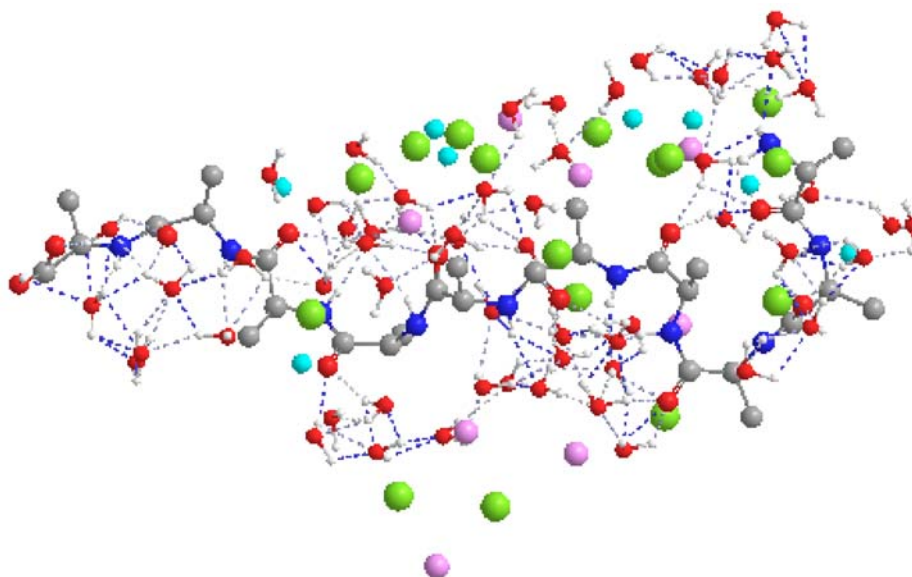
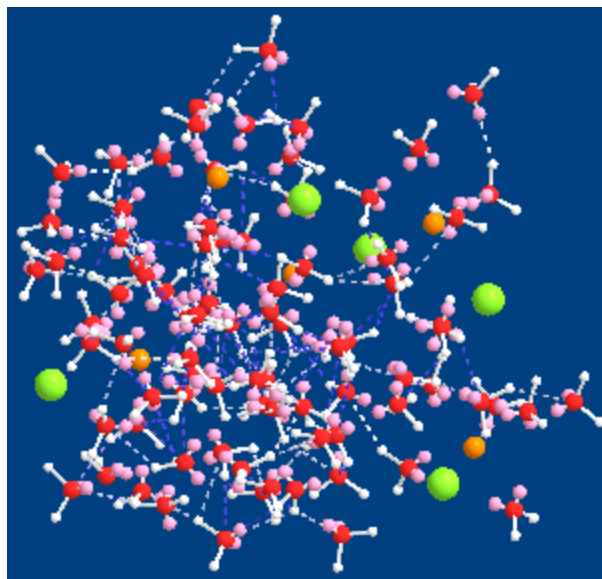


Рис. 17. Поведение ионов натрия, калия и хлора в 3D модели плазмы крови из 48 молекул воды и 9 молекул хлоридов натрия и калия и пептидной α -спирали (Серые шарики — углерод, голубые — натрий, сиреневые — калий, зеленые — хлор, красные — кислород, синие — азот, белые — водород)

Из анализа приведенных моделей следует ряд практических выводов. Поскольку согласно литературным и модельным данным в исследованных нами системах состояние гидратированности характерно только для ионов натрия и белковых молекул, постольку следует говорить о связанной воде только применительно к этим двум системам. В растворах, разрушающих структуру воды, видимо всю воду стоит расценивать как свободную.

Очевидно, что взаимодействие в водных растворах ионов как осцилляторов может приводить к формированию индуктивного взаимодействия заряженных движущихся частиц, отличающегося от наблюдаемого в дистиллированной воде или растворе хлорида натрия. Возможно, что при некоторых концентрациях одних и тех же солей, помещенных в высокочастотное электромагнитное поле, могут наблюдаться как резонансные явления, так и явления тушения резонанса при любых частотах. Объяснить такое поведение слабых растворов солей

можно наличием локальных неоднородностей распределения ионов в толще раствора, обеспечиваемое условием минимума энергии в системе.

4. Выводы

В результате проделанной работы было выполнено:

1. Создана многоканальная экспериментальная установка и исследованы режимы двухканального возбуждения колебаний и регистрации диэлектрических спектров растворов солей.
2. Получены амплитудно – частотные зависимости диэлектрической проницаемости дистиллированной воды, солей NaCl и $\text{BaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ от частоты (10 Гц – 10 МГц) резонансного возбуждения колебаний осцилляторов. При этом получены на различных частотах три больших всплеска этой зависимости с отличающейся шириной спектра колебаний, соответствующих трем видам осцилляторов, возникающих на соответствующих элементах структуры воды. Другие всплески, наблюдавшиеся в килогерцовом и мегагерцовом диапазоне частоты, по интенсивности были слабее более чем на порядок и в дальнейших наших исследованиях не анализировались.
3. Установлены зависимости добротности трех исследованных осцилляторных систем от концентрации данных солей в дистиллированной воде.
4. По добротности трех осцилляторных систем можно судить о наличии связанной и свободной воды в растворах солей NaCl и $\text{BaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ и об их соотношении.

Работа поддержана Фондом СРМФП в НТС по программе «У.М.Н.И.К. 2007»: №5346 р/7763 от 16 августа 2007 г. и НТП «Развитие научного потенциала высшей школы (2006-2008 гг.)» по мероприятию 1 в рамках тематического плана Марийского государственного университета.

Литература:

- [1] Маленков Г. Г., Лакомкина Т. Н. Вода: свойства и структура (особенности составления и экспертизы заявок на изобретения) М. : ОАО ИНИЦ «ПАТЕНТ» (2007)
- [2] Маленков Г. Г. Структура воды. Физическая химия. Современные проблемы. Под ред. Я. М. Колотыркина. М.: Химия (1984).
- [3] Бушуев Ю. Г., Давлетбаева С. В., Королев В. П. Структурные свойства жидкой воды // Изв. Академии наук. Серия химическая. **5** (1999) 841–850
- [4] Geiger A., Stanley H. E. Low – density «patches» in hydrogen – bond networks of liquid water: evidence from molecular dynamics computer simulation // Phys. Rev. Lett. **49** (1982) 1744–1752
- [5] Наберухин Ю. И. Проблемы построения количественной модели жидкой воды // Журн. структурн. хим. **25(2)** (1984) 60–67
- [6] Klose M., Naberuchin J. I. Wasser – Struktur und Dynamik. Berlin, Akademie – Verlagh (1986) 176
- [7] Malenkov G. G., Tytik D. L., Zheligovskaya E. A. Hydrogen bonds in computer simulated water // J. Molec. Liquids. **82(1)** (1999) 27–38
- [8] Bucher R., Barthel J., Stauber J. The dielectric relaxation of water between 0°C and 35°C // Chemic. Physics Lett. **306** (1999) 57–63
- [9] DeFries T., Jonas O. Pressure dependence of NMR proton spinlattice relaxation times and shear viscosity in liquid water in the temperature range — 15–10°C // J. Chem., Phys. **66** (1977) 896–901
- [10] Lang E., Lüdemann H. D. High pressure O–17 longitudinal deuterium relaxation times studed in supercooled H_2O and D_2O // Ber. Bunsenges Phys. Chem. **85** (1980) 603–611
- [11] Физический энциклопедический словарь / Под. ред. А. М. Прохорова – М. : Сов. энциклопедия (1983)
- [12] Попов И.И., Козлов В. А., Нигматуллина В.Т., Гладышев А.М. Диэлектрическое эхо и модель его формирования в 0,84% растворе NaCl // Вторая международная научная школа «Наука и инновации – 2007» ISS «SI – 2007». Материалы школы / Под ред. И. И. Попова,

В. А. Козлова, А. П. Сухорукова, В. В. Самарцева, В. Г. Зинова, В. Г. Яшина. – Йошкар-Ола: МарГУ (2007) 118–123.

[13] Привалов П. Л. // Биофизика. **13(1)** (1968) 163–177

[14] Самойлов О. Я. Структура водных растворов электролитов и гидратация ионов. М. : Изд – во АН СССР (1957)

[15] Уильямс В., Уильямс Х. Физическая химия для биологов. М. : Мир (1976)

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОИМПУЛЬСНОГО ФОТОННОГО ЭХА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ БИНАРНОЙ ЗАДАЧИ О РЮКЗАКЕ

М. Ю. Кокурин, И. И. Попов, В. Т. Нигматуллина, Г. Л. Попова

ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»
(424001, г. Йошкар – Ола, пл. Ленина, 1)
popov@marsu.ru

Ранее в работах [1 – 3] был описан принцип построения оптического эхо – процессора и разработана схема работы сопроцессора на примере троичной задачи о рюкзаке. Более широкое распространение имеет бинарная задача о рюкзаке, которая рассматривается в данной работе. Формулировка бинарной задачи о рюкзаке следующая: по заданным положительным числам $a_1, \dots, a_{n-1}$, $c > 0$ требуется определить, разрешимо ли уравнение:

$$\sum_{j=1}^{n-1} a_j x_j = c, \quad x_j \in \{0, 1\}, \quad j = \overline{1, n-1} \quad (1)$$

и найти решение, если оно существует [4].

В настоящей работе описывается схема применения явления фотонного эха (ФЭ) в целях построения оптического эхо – процессора для решения бинарной задачи о рюкзаке. В отличие от принципа решения троичной задачи о рюкзаке [1], в данной работе в качестве информативных признаков при обработке информации предложено использовать не только направления волновых векторов и времени регистрации эхо – откликов, но и интенсивности регистрируемых откликов. Прежде всего, преобразуем бинарную задачу о рюкзаке таким образом, что бы вместо переменных $x_j \in \{0, 1\}$ искомыми стали переменные $\gamma_j \in \{-1, 1\}$. Положим $x_j = \frac{1}{2} \gamma_j + \frac{1}{2}$, $j = \overline{1, n-1}$. Подставляя это в уравнение (1), получим

$$\frac{1}{2} \sum_{j=1}^{n-1} a_j \gamma_j = c - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{n-1} a_j. \quad (2)$$

Обозначим $\frac{1}{2} a_j = \tau_j$, $c - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{n-1} a_j = b$ и перепишем (2) в виде

$$\sum_{j=1}^{n-1} \tau_j \gamma_j = b, \quad \gamma_j \in \{-1, 1\}, \quad j = \overline{1, n-1}. \quad (3)$$

Рассмотрим режим формирования сигналов ФЭ в резонансной среде (системе двух-уровневых атомов), когда информация, поступающая на вход сопроцессора, как и в [1 – 3], кодируется последовательностью интервалов времени между короткими возбуждающими импульсами, а выходные данные сопроцессора определяются направлением излучения эхо – отклика и временем его наблюдения. В данной работе при обработке оптической информации учитывается еще один информативный признак — интенсивность отдельного эхо – отклика.

Пусть $\tau_1, \dots, \tau_{n-1}$ — промежутки времени между импульсами, длительности самих этих импульсов малы по сравнению с $\min_{m=1, \dots, n-1} \tau_m$, и t_n — момент излучения последнего импульса.

Результат воздействия всей серии импульсов на среду описывается следующим образом: в момент $t = t_n - \sum_{m=1}^{n-1} \tau_m x_m$ при условии $t \geq t_n$ наблюдается эхо – отклик среды в направлении

$$\vec{k}_0 = \sum_{m=1}^n (x_m - x_{m-1}) \vec{k}_m, \text{ где } x_0 = 0, x_n = 1 \text{ (принципы пространственного и временного синхронизма [5, с.141]).}$$

Выберем волновые векторы импульсов так, что бы $\vec{k}_2 = \vec{k}_3 = \dots = \vec{k}_n$, $\vec{k}_1 \neq \vec{k}_2$. В силу принципа пространственного синхронизма выполняется равенство: $\vec{k}_0 = \gamma_1 \vec{k}_1 + (1 - \gamma_1) \vec{k}_2$. Для бинарной задачи о рюкзаке обеспечим регистрацию сигналов ФЭ в двух направлениях, задаваемых следующими значениями: $\vec{k}_0 = \vec{k}_0^{-1} = 2\vec{k}_2 - \vec{k}_1$, если $\gamma_1 = -1$; $\vec{k}_0 = \vec{k}_0^1 = \vec{k}_1$, если $\gamma_1 = 1$. Выполнение этих условий определяется допустимыми значениями ± 1 для всех γ_j (см. (3)). Считаем, что все лазерные импульсы, используемые для возбуждения двухуровневой резонансной среды, имеют одну и ту же площадь θ . Интенсивность отдельного эхо – отклика [6, с.58] определяется последовательностью величин $\gamma_1, \dots, \gamma_{n-1}$, кодирующих данный отклик. Интенсивность наблюдаемого отклика пропорциональна произведению величин $(A_{\gamma_{m-1}, \gamma_m}^{(m)})^2$, $m = 1, 2, \dots, n$. Здесь каждый из сомножителей $A_{\gamma_{m-1}, \gamma_m}^{(m)}$ в зависимости от пары (γ_{m-1}, γ_m) принимает одно из пяти значений: $0.5(1 - \cos \theta)$, $0.5(1 + \cos \theta)$, $0.5|\sin \theta|$, $|\sin \theta|$, $|\cos \theta|$. Нам необходимо исключить из рассмотрения одно из трех значений γ_j 0, 1 или -1, при которых модуль локальной амплитуды $A_{\gamma_{m-1}, \gamma_m}^{(m)}$ имеет наибольшее, наименьшее или нулевое значения.

Найдем такую площадь импульса $\theta \in [0, 2\pi]$, при которой возможно осуществить данное ние. При переборе возможных значений $\theta \in [0, 2\pi]$, было найдено наиболее подходящее значение $\theta = \pi/2$. При данном значении θ можно исключить из рассмотрения $\gamma_j = 0$. Рассмотрим последовательность $\gamma_0=0, \gamma_1, \dots, \gamma_{n-1}, \gamma_n=1$, где $\gamma_j \in \{0, \pm 1\}$. Каждой паре $\gamma_j \gamma_{j+1}$, $j = 0, n-1$ ставится в соответствие модуль локальной амплитуды $A_{\gamma_j \gamma_{j+1}}$ в соответствии с табл. 1.

Таблица 1.

A_{00}	0
A_{01}	1/2
A_{0-1}	1/2
A_{10}	1
A_{-10}	1
A_{-1-1}	1/2
A_{-11}	1/2
A_{1-1}	1/2
A_{11}	1/2

Теорема 1. Пусть последовательность $\gamma_1^*, \dots, \gamma_{n-1}^*, \gamma_j^* \in \{\pm 1\}$ не содержит нулевых значений, $j = \overline{1, n-1}$, а другая последовательность $\gamma_1, \dots, \gamma_{n-1}, \gamma_j \in \{0, \pm 1\}$, содержит хотя бы одно нулевое значение. Тогда

$$A_{\gamma_0^* \gamma_1^*} \cdot \dots \cdot A_{\gamma_{n-1}^* \gamma_n^*} < A_{\gamma_0 \gamma_1} \cdot \dots \cdot A_{\gamma_{n-1} \gamma_n},$$

$$\text{либо } A_{\gamma_0 \gamma_1} \cdot \dots \cdot A_{\gamma_{n-1} \gamma_n} = 0.$$

Доказательство. Пусть имеется последовательность $\gamma_1^*, \dots, \gamma_{n-1}^*, \gamma_j^* \in \{1, -1\}$, $j = \overline{1, n-1}$. Кроме того задана последовательность $\gamma_1, \dots, \gamma_{n-1}$, где $\gamma_j \in \{0, \pm 1\}$, содержащая хотя бы одно нулевое значение. Тогда для последовательности $\gamma_0^*, \gamma_1^*, \dots, \gamma_n^*$ все значения амплитуд

$$A_{\gamma_j^* \gamma_{j+1}^*} = A_{0\pm 1} = A_{\pm 11} = A_{1\pm 1} = A_{11} = A_{-1-1} = \frac{1}{2} \quad (\text{см. табл. 1}), \text{ следовательно } A_{\gamma_0^* \gamma_1^*} \cdot \dots \cdot A_{\gamma_{n-1}^* \gamma_n^*} = (1/2)^n.$$

Рассмотрим теперь последовательность $\gamma_1, \dots, \gamma_{n-1}$. Пусть $\gamma_j = 0$ для некоторых $1 \leq j \leq n-1$. Возможны два случая: 1) $\gamma_{j-1} = 0$ хотя бы для одного номера j ; 2) $\gamma_{j-1} \neq 0$, ни для какого j , такого, что $\gamma_j = 0$. В первом случае в соответствии с табл. 1, $A_{\gamma_{j-1}\gamma_j} = A_{00} = 0$ и, следовательно, $A_{\gamma_0\gamma_1} \cdot \dots \cdot A_{\gamma_{n-1}\gamma_n} = 0$. Во втором случае $\gamma_{j-1} \neq 0$ для любого j : $\gamma_j = 0$, тогда $A_{\gamma_{j-1}\gamma_j} = A_{\pm 10} = 1$ (см. табл.1). Следовательно, произведение амплитуд такой последовательности будет в 2^k раз больше произведения амплитуд последовательности, не содержащей нулевых значений, где k – количество нулевых значений последовательности $\gamma_1, \dots, \gamma_{n-1}$. Теорема доказана.

Для решения бинарной задачи о рюкзаке следует обеспечить регистрацию сигналов ФЭ в двух направлениях волнового вектора: $\vec{k}_0 = \vec{k}_0^{-1} = 2\vec{k}_2 - \vec{k}_1$, если $\gamma_1 = -1$; $\vec{k}_0 = \vec{k}_0^1 = \vec{k}_1$, если $\gamma_1 = 1$. На рис. 1 приведена структурная схема оптического сопроцессора на основе многоимпульсного возбуждения и регистрации сигналов ФЭ. Отклики резонансной среды регистрируются в момент $t = t_n - b$. В случае регистрации отклика одним из детекторов имеются следующие возможные значения для γ_1 : для детектора $D_1 - \gamma_1 = 1$; для детектора $D_2 - \gamma_1 = -1$

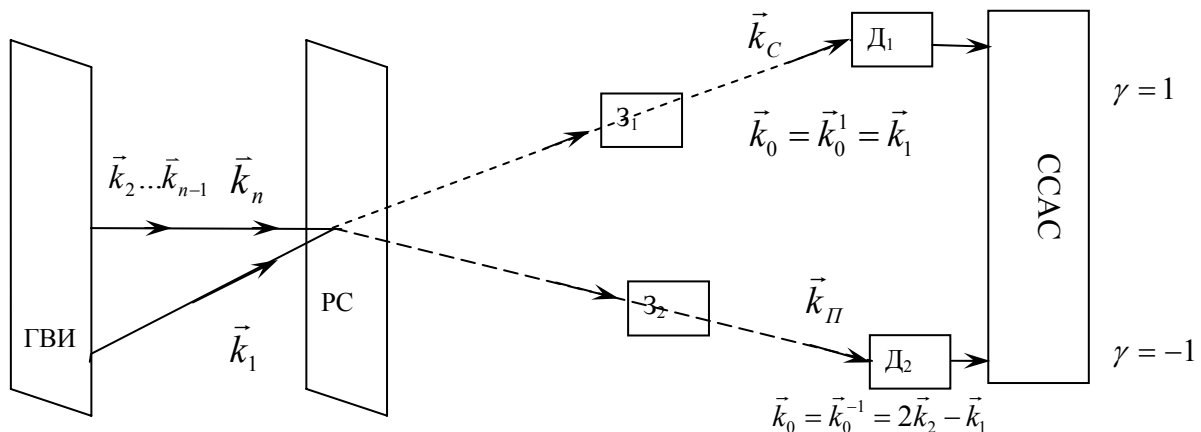


Рис. 1. Структурная схема оптического сопроцессора на основе многоимпульсного возбуждения и регистрации сигналов ФЭ: ГВИ — генератор возбуждающих импульсов; РС — резонансная среда; З1 и З2 — оптические затворы в двух пространственных каналах регистрации сигналов ФЭ; Д1, Д2 — детекторы сигналов эха в двух выбранных направлениях; $\vec{k}_M, \vec{k}_C$ — волновые векторы сигналов первичного и стимулированного эха; $\vec{k}_1, \dots, \vec{k}_n$ — волновые векторы возбуждающих коротких импульсов.

Если ни один из детекторов не регистрирует в момент $t = t_n - b$ эхо – отклик, то рассматриваемая задача не имеет решений [1 – 3]. Перед детекторами расположены затворы З1 и З2, которые регистрируют время прохождения сигнала ФЭ. После детекторов расположена схема сравнения аналоговых сигналов — ССАС. ССАС анализирует с помощью набора компараторов и логических схем типа «И» одно из четырех возможных логических состояний соответствующих четырем наборам аналоговых сигналов на входе двух детекторов (второй меньше первого, первый меньше второго, первый или второй). ССАС устроена так, что по-

сле сравнения одновременно пришедших сигналов на оба детектора на ССАС происходит сравнение интенсивностей этих сигналов и в зависимости от того, который из них наименьший, поступает единица на соответствующий его выход. При выходе логической «1» с ССАС после D_1 в момент времени согласно принципу временного синхронизма $t = t_n - b$, регистрируется $\gamma_1 = 1$, а при выходе «1» после D_2 в момент времени $t = t_n - b$ регистрирует значение $\gamma_1 = -1$. Тем самым определена первая компонента γ_1 неизвестного набора $\gamma_1, \dots, \gamma_{n-1}$. После того, как величина γ_1 определена, подставляем это значение в (3) и сводим (3) к аналогичному уравнению, количество неизвестных в котором на единицу меньше. К этому уравнению затем вновь может быть применена описанная выше схема.

Таким образом, показана возможность создания метода оптической обработки информации на основе режима многоимпульсного возбуждения сигналов ФЭ для решения бинарной задачи о рюкзаке, которая имеет применение в экономическом моделировании, криптографии и других областях. Описанный в данной работе сопроцессор, так же как и в [1 – 3], помимо распознавания разрешимости позволяет находить само решение.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 06-02-16416а

Литература

- [1] Попов И. И., Кокурин М. Ю., Нигматуллина В. Т. *Известия РАН, сер. физ.* **72** (1) (2008) 58.
- [2] Нигматуллина В. Т., Попов И. И., Кокурин М. Ю. Сборник статей Одиннадцатой международной молодежной научной школы “КОГЕРЕНТНАЯ ОПТИКА И ОПТИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ” (2007)
- [3] Popov I. I., Kokurin M. Yu., Nigmatullina V. T. // *Proceedings of SPIE*. 2008. V. 6959.
- [4] Kellere H., Pferschy U., Pisinger D. *Knapsack problems* Berlin: Springer, 2003.
- [5] Калачев А. А., Самарцев В. В. *Когерентные явления в оптике*. – Казань: Изд – во КГУ (2003)
- [6] Манькин Э. А., Самарцев В. В. *Оптическая эхо – спектроскопия*. – М.: Наука (1984)

КОГЕРЕНТНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ РАКОВЫХ КЛЕТОК НА ОСНОВЕ ФЕМТОСЕКУНДНОГО АККУМУЛИРОВАННОГО ФОТОННОГО ЭХА

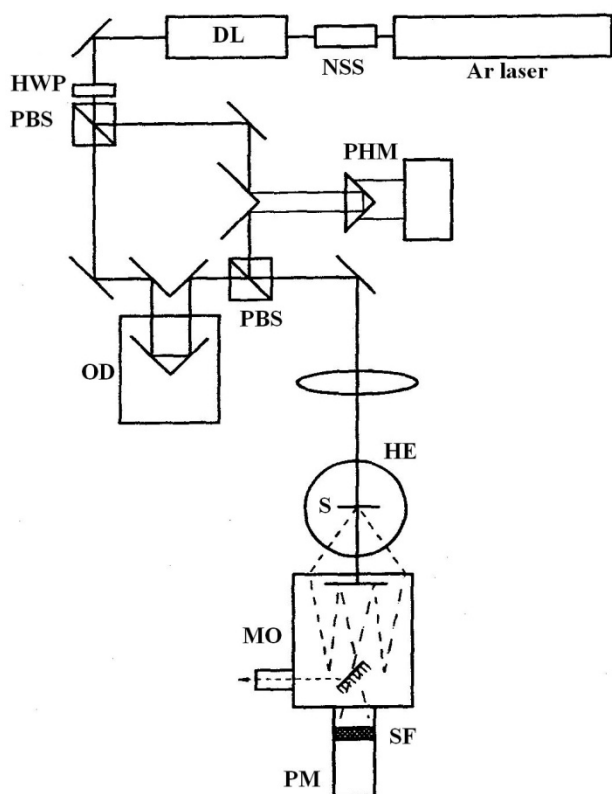
В. В. Самарцев

*Кафедра оптики и нанофотоники Казанского государственного университета
(Казань, 420008, ул. Кремлевская, 16)
E-mail: samartsev@samartsev.com*

Представленная работа отражает краткое содержание лекции, подготовленной для слушателей III международной научной школы «Наука и инновации – 2008». В ней дан обзор экспериментальных исследований раковых клеток методом аккумулярованного фотонного эха. В работе [1] японские исследователи К. Учигава и М. Окада сообщали об исследовании раковых клеток желудка человека с помощью методики флуоресцентно детектируемого фемтосекундного аккумулярованного эха [2, 3]. Эта методика была разработана В. Хесселинком и Д. Виерсмой [2] и применена для изучения релаксации неравновесной населенности, формируемой на бесфононном энергетическом переходе на длине волны 6026,8 Å молекул пентацена в нафталине при гелиевых температурах. Голландские исследователи обратили внимание на то, что если на резонансную среду воздействуют с некоторым запаздыванием друг относительно друга две идентичные импульсные пары с целью возбуж-

дения сигнала стимулированного фотонного эха (СФЭ) после трех импульсов этой четырехимпульсной последовательности, то интенсивность СФЭ оказывается существенно больше, чем в случае воздействия трехимпульсной последовательности с теми же параметрами, но в отсутствии четвертого импульса. Возникает вопрос: почему это происходит, несмотря на то, что четвертый импульс подается в момент излучения СФЭ? Для ответа на этот вопрос следует вспомнить, что сигнал СФЭ можно рассматривать как третий импульс, рассеянный на «решетке» неравновесной разности населенностей, записанной в резонансной среде первой парой импульсов, причем память об этой «решетке» сохраняется на каждом из рабочих энергетических уровней независимо [4]. Четвертый импульс нужен для того, чтобы восстановить неравновесную решетку населенностей, подсевшую в интервале между первой и второй идентичными импульсными парами. Ситуация аналогична режиму аккумулярованного СФЭ и, потому, восстановленная «решетка» населенностей получила название аккумулярованной «решетки».

Напомним, что сигнал СФЭ испускается резонансной средой в направлении волнового вектора $\vec{k}_c = -\vec{k}_1 + \vec{k}_2 + \vec{k}_3$, где $\vec{k}_\eta$ — волновой вектор η -го возбуждающего импульса. Авторы работы [2] направляли импульсы с волновыми векторами $\vec{k}_1$ и $\vec{k}_2$ под углом $1,5^\circ$ друг к другу, а их амплитуды делали разными, причем более интенсивный импульс выполнял роль накачивающего импульса (pump pulse), а более слабый — пробного импульса (probe pulse). В зависимости от того, был ли накачивающий импульс первым или вторым в паре, имели место два режима генерации сигналов СФЭ: а) $\vec{k}_c = 2\vec{k}_2 - \vec{k}_1$, когда $\vec{k}_2 \perp \vec{k}_3$; б) $\vec{k}_c = \vec{k}_2$, когда $\vec{k}_1 \perp \vec{k}_3$. При этом, с помощью пьезоэлектрического устройства модулировалась (с частотой 300 Гц) задержка между импульсами в паре, а значит и фаза одного из импульсов относительно другого, причем в случае «а» модулировалась фаза пробного импульса, а в случае «б» — накачивающего импульса. Наличие модуляции фазы определенного возбуждающего импульса позволяет выполнять гетеродинное детектирование эхо – сигнала с отношением «сигнал/шум», равным 10. Уместно напомнить читателю, что сигнал СФЭ обязан той части матрицы плотности, которая оказалась диагональной после двухимпульсного воздействия, а третий возбуждающий импульс «обращает» её в неравновесную поляризацию, пропорциональную третьему порядку по полю. Отметим также, что сигнал свободно – индуцированного спада неравновесной поляризации пропорционален первому порядку по полю и, следовательно, существенно интенсивней. По мнению С. Саикана с коллегами [3] четвертый импульс «обращает» неравновесную поляризацию в неравновесную разность населенностей, изучение распада которой позволяет получать информацию о времени дефазировки. Теперь обратимся к эхо – эксперименту [1], выполненному на образце раковой опухоли человеческого желудка. Фемтосекундная экспериментальная установка, использовавшаяся в этом эксперименте, изображена на рис. 1. Возбуждение выполнялось на длине волны 600 нм с помощью фемтосекундного лазера на красителе (родамине 6G), накачиваемом аргонным лазером, снабженным специальной системой подавления шума. Длительность возбуждающих импульсов составляла 50 фс. Возбуждающий импульс от лазера подавался на поляризационный делитель пучка, откуда один из импульсных пучков следовал в фазовый модулятор и выходил из него модулированным на частоте 2 кГц. Другой импульсный пучок поступал в специальную оптическую линию задержек и затем с помощью другого поляризационного делителя пучка, позволявшего получать еще одну идентичную импульсную пару, направлялся вслед за первым импульсом в оптический криостат с исследуемым образцом, находящимся при температуре 6,4 К. В условиях четырехимпульсного воздействия образец испускал эхо – сигнал в форме флуоресценции, фотоны которой направлялись через «обрезающий» фильтр к фотоприемнику, а из него — к усилителю, в котором сигнальная компонента на двойной частоте фазовой модуляции усиливалась, обрабатывалась и наблюдалась



на экране монитора. Кроме того, сами эхо – флуоресценции можно было наблюдать непосредственно через микроскопический объектив.

Рис. 1. Фемтосекундная экспериментальная установка для флуоресцентного детектирования сигналов аккумулярованного фотонного эха [1]: DL — лазер на красителе; Ar laser — аргонный лазер накачки; NSS — система подавления шумов; HWP — полуволновая фазовая пластинка; PBS — поляризационный делитель пучка; PHM — фазовый модулятор; OD — оптическая линия задержки; HE — гелиевый оптический криостат; S — образец; MO — микроскопический объектив; SF — «обрезающий» фильтр; PM — фотоумножитель.

Большое значение придавалось подготовке образцов раковой опухоли. Ткань опухоли желудка человека толщиной 5 микрон окрашивали молекулами красителя «родамин Х». Эскиз желудочной ткани человека изображен на рис. 2. Эта ткань условно поделена на 7 фрагментов, из которых фрагменты # 1÷5 слизистой мембраны являются здоровыми, а

фрагменты # 6÷7 поражены раком. Результаты флуоресцентного эхо – эксперимента приведены на рис. 3.

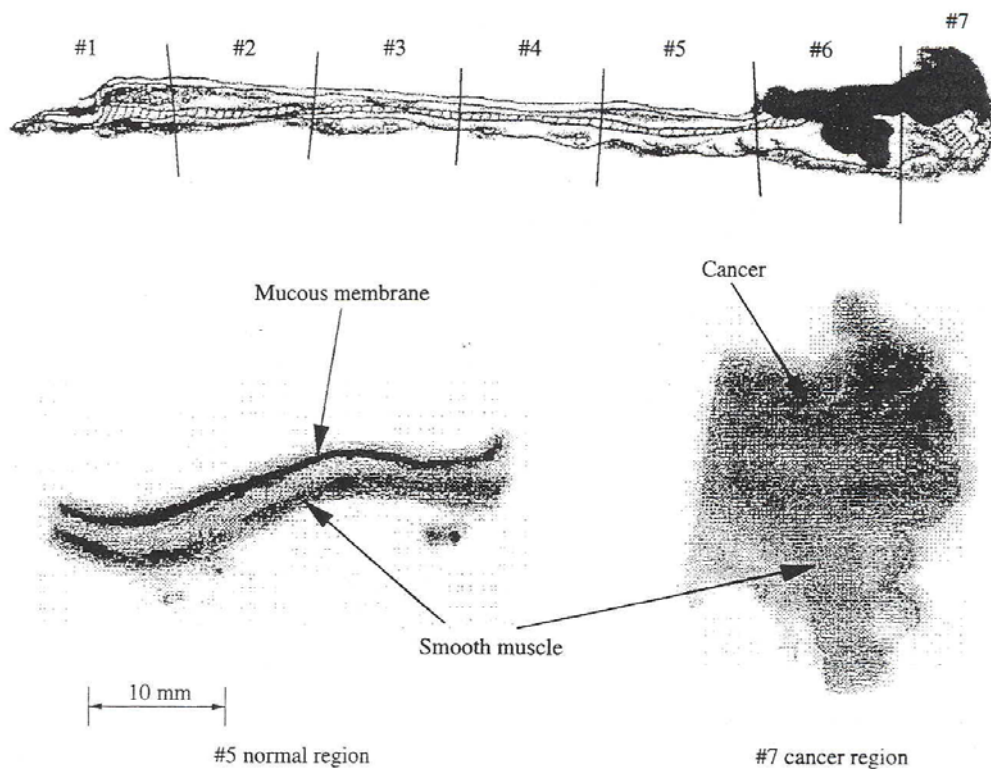


Рис. 2. Эскиз ткани желудка человека [1]:

1÷5 — здоровые фрагменты (normal regions) ткани желудка; # 6÷7 — пораженные раком (cancer regions) фрагменты; Mucous membrane — слизистая мембрана; Smooth muscle — гладкая мышца.

Снятые графики представляют собой зависимость интенсивности флуоресценции, соответствующей эхо – сигналу, от времени задержки τ_{12} в паре в условиях, когда порядок следования накачивающего и пробного импульсов менялся. Левый график получен от здоровой части желудка (# 1÷5), а правый — от пораженной раком части желудка (# 6÷7). Видно, что графики здоровой и пораженной части ткани желудка существенно отличаются, что может быть использовано в диагностике рака желудка. Фурье – анализ показал, что у этих частей существенно меняется форма и структура фонованного крыла оптической полосы поглощения. Так, для здоровой ткани пик фонованного крыла соответствует 70 см^{-1} , а для пораженной раком ткани — 20 см^{-1} .

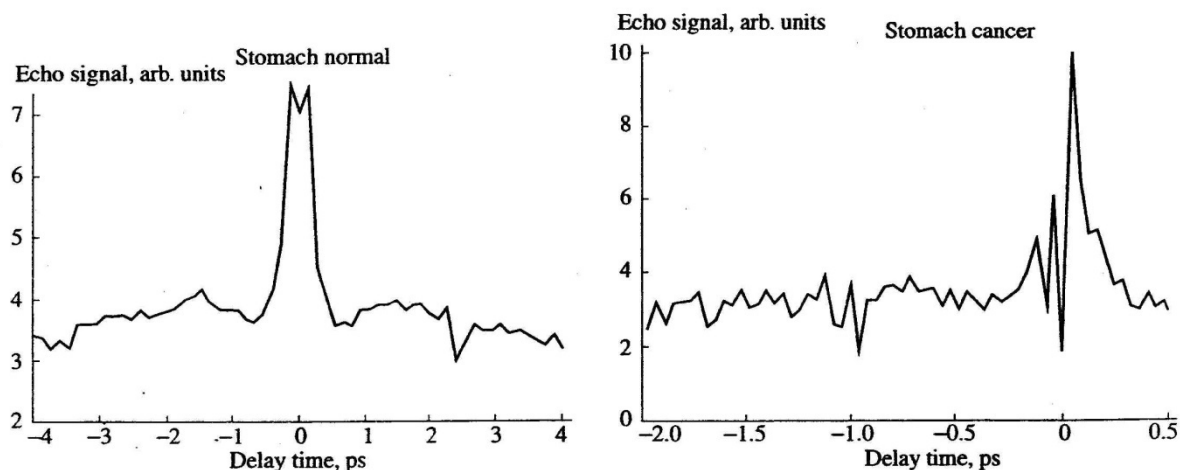


Рис. 3. Зависимости интенсивностей флуоресценции, соответствующей эхо – сигналам, от времени задержки τ_{12} для здоровой (слева) и пораженной (справа) областей желудка человека.

Таким образом, в данной обзорной работе продемонстрировано, что методика аккумулярованного фемтосекундного фотонного эха позволяет осуществить диагностику раковых заболеваний желудка человека. Это обстоятельство позволяет рассматривать вышеописанную экспериментальную установку как макет медицинского прибора для диагностики рака.

Исследования по теме поддержаны грантами РФФИ №08–02–00032_а и №08–02–90001–Бел_а, а также программами Президиума РАН «Квантовая макрофизика», ОФН РАН «Оптическая спектроскопия и стандарты частоты» и «Когерентные акустические поля и сигналы».

Литература

- [1] Uchikawa K., Okada M. // Laser Phys. **5** (1995) 687.
- [2] Hesselink W. H., Wiersma D.A. // Phys. Rev. Lett. **43** (1979) 1991.
- [3] Uchikawa K., Ohsawa H., Suga T., Saikan S. // Optics Lett. **16** (1991) 13.
- [4] Голенищев – Кутузов В. А., Самарцев В. В., Хабибуллин Б. М. Импульсная оптическая и акустическая когерентная спектроскопия. – Москва, Наука (1988)

ОДНОФОТОННЫЕ ИСТОЧНИКИ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОДНОГО ФОТОНА С РЕЗОНАНСНОЙ СРЕДОЙ

Р. Н. Шахмуратов¹, Дж. Оджурс², Поль Мандель³

¹Казанский Физико – Технический Институт КНЦ РАН, Казань

²Католический университет Лёвена, Бельгия

³Свободный университет Брюсселя, Бельгия

Рассмотрено времязадержанное совпадение отсчетов двух фотонов, испущенных при каскадном распаде отдельной частицы (атома, молекулы, ядра и т.д.). Зависимость от времени амплитуды вероятности второго фотона в каскаде имеет резкий скачок от нуля до максимально возможного значения на начальной стадии распада благодаря детектированию первого фотона. Это является следствием принципа причинности. Если на пути второго фотона между источником излучения и детектором поместить образец, содержащий макроскопически большое число резонансных частиц, то оказывается, что благодаря асимметричной форме временной огибающей амплитуды вероятности фотона его поглощение не описывается законом Бугера. При малых временах задержки между двумя отсчетами поглощение второго фотона очень мало, даже если образец является оптически плотным. Нами рассмотрено прохождение второго фотона в резонансной среде при условии, что в центре линии поглощения создано узкое окно прозрачности. Показано, что это окно можно использовать как фильтр, который изменяет асимметричную временную зависимость амплитуды вероятности фотона на симметричную — колоколообразную. После такой фильтрации второй фотон намного эффективнее взаимодействует с резонансной средой, которая, например, может быть использована для хранения информации, передающейся с помощью фотона. Предлагаемый нами метод изменения формы волнового пакета однофотонного излучения имеет большое значение для улучшения свойств целого класса однофотонных источников.

Time the coincidence detained readout is examining two photons let out at cascade disintegration of a separate particle (atom, a molecule, a kernel etc.). From time of amplitude of probability of the second photon in the cascade dependence has sharp jump from zero to the greatest possible value at an initial stage of disintegration thanks to detecting of the first photon. It is a consequence of a causality principle. If on a way of the second photon between a source of radiation and the detector the sample containing macroscopical the big number of resonant particles thanks to the asymmetric time bending form around amplitude of probability of a photon its absorption is not described by Buger law is placed. At small times of a delay between two readout absorption of the second photon is not enough, even if the sample is optically dense. We consider passage of the second photon to the resonant environment provided that in the centre of a line of absorption the narrow window of a transparency is created. It is shown, that this window can be used as the filter which changes asymmetric time dependence of amplitude of probability of a photon on symmetric — bellsimilar. After such filtration the second photon is much more effective co-operates with the resonant environment which, for example, can be used for storage of the information which is transferred by means of a photon. Offered by us of change of the form of a wave package of one – photon radiation the method is of great importance for improvement of properties of the whole class of one – photon sources.

В настоящее время в квантовой оптике существует большой интерес к однофотонным экспериментам в видимой и ближней инфракрасной областях частот. В основном он обусловлен требованиями таких областей науки, которые занимаются записью квантовой информации, квантовыми компьютерами и квантовой криптографией. Одним из основных элементов в этих исследованиях является однофотонный источник, который в иностранной литературе получил название "фотонная пушка". Она испускает один и только один фотон при "нажатии курка". Существенно ослабленные лазерные импульсы, содержащие в среднем один фотон, являются только некоторым приближением к желаемому источнику. Состояние такого излучения близко к состоянию Глаубера, которое содержит два и более фотона. Недавно в печати появились сообщения о создании нескольких типов истинных источников

однофотонного излучения. Среди них можно выделить следующие: источники, основанные на использовании одного иона или атома в ловушке [1], одиночной молекулы органического красителя в растворе [2, 3], одиночного центра окраски, обязанного образованию азот-вакансия в нанокристаллическом алмазе [4–6]. В так называемом "фотонном турникете" для генерации одного фотона используется одиночная квантовая точка или одиночная квантовая яма [7–9]. Во всех случаях одиночный фотон генерируется одиночным квантовым объектом (атомом, молекулой или квантовой точкой), который в момент времени $t=0$ приготавливается в возбужденном состоянии с помощью короткого лазерного импульса или с помощью инжекции одного электрона и одной дырки в область, где они аннигилируют, испуская свет (обычно в центральную квантовую яму, находящуюся в области p – n перехода полупроводника).

Однофотонные источники, основанные на использовании одиночной частицы, испускающей свет, можно разделить на два рода. Источники первого рода испускают фотон в вакуумные моды свободного пространства. Например, источники, описанные в работах [2–9], относятся к источникам первого рода. Источник второго рода излучает в моду резонатора высокой добротности. Если такой резонатор по условиям квантовой электродинамики используется в режиме сильной связи квантового света и квантового вещества [10], тогда практически все излучение аккумулируется в одной активной моде и затем через одно из зеркал резонатора (т.е. канал потерь) посылается во вполне определенном направлении (см. работы [11, 12], в которых на основе модели Джейнса – Камингса [13, 14] был предложен способ создания поля, содержащего определенное число фотонов: например, 1, 2 и т.д.). Согласно этому принципу процесс генерации одного фотона можно сделать полностью детерминированным, что позволяет контролировать форму волнового пакета излучения, содержащего один фотон [15–17]. В квантовой сети, состоящей из пространственно разнесенных узлов, связанных коммуникационными каналами, предпочтительно передавать информацию с помощью фотонов, имеющих симметричную огибающую во времени [18]. В нашей работе [19] показано, что существует еще одно физическое условие, накладываемое на фотон, участвующий в протоколе передачи информации от поля к атомам и обратно. Оно тоже требует, чтобы волновой пакет, содержащий один фотон, имел симметричную во времени огибающую. Нами обнаружено, что фотонные источники первого рода имеют присущий им внутренний недостаток, который ухудшает их взаимодействие с атомами и поэтому мешает процессу передачи информации ансамблю атомов для дальнейшего её хранения. В нашей работе [19] мы предлагаем схему, с помощью которой можно улучшить качество фотона, испущенного однофотонным источником первого рода. Предлагаемая схема позволит работать с однофотонными источниками в том в случае, когда невозможно создать условие сильной связи излучающей частицы с резонатором высокой добротности.

Построение квантовой сети, состоящей из квантовых узлов и соединяющих их квантовых каналов, представляет собой важную задачу для квантовой связи и вычислений. В качестве квантовых узлов естественно использовать отдельные атомы или атомные ансамбли. Хранение информации о квантовых состояниях света в среде, в которой созданы условия электромагнитно – индуцированной прозрачности (ЭИП) [20], или в протяженной резонансной среде в технике фотонного эха [21] очень привлекательны. Экспериментальная реализация таких протоколов с классическим полем излучения [22–24] или ослабленными лазерными импульсами, имитирующими однофотонное поле излучения [25], продемонстрировали возможность записи и воспроизведения поля излучения, а также показали интерференцию фотонного волнового пакета самого с собой в веществе. Если в таких протоколах использовать однофотонные источники первого рода, тогда надежность записи квантового состояния света в веществе становится непредсказуемой. В нашей работе [19] этот вывод доказывается на основании квантовомеханического рассмотрения взаимодействия света с веществом. Коротко, не прибегая к рассмотрению конкретных примеров, полученные результаты можно схематически изложить следующим образом.

Предположим, что атом в момент времени $t = 0$ оказался в возбужденном состоянии e . Если поле, излучаемое атомом, имеет только радиационное уширение, обязанное взаимодействию атома с вакуумными модами свободного пространства, тогда состояние такого излучения описывается известной формулой [20]

$$|b\rangle = \sum_{\mathbf{k}} g_{\mathbf{k}} \frac{\exp(-i\mathbf{k} \cdot \mathbf{r}_0)}{\nu_{\mathbf{k}} + i\Delta_{ph}} |1_{\mathbf{k}}, \{0_{\mathbf{q}}\}\rangle, \quad (1)$$

где $|1_{\mathbf{k}}, \{0_{\mathbf{q}}\}\rangle$ — состояние Фока, в котором мода электромагнитного поля с частотой $\omega_{\mathbf{k}}$ содержит один фотон с волновым вектором $\mathbf{k}$, а остальные моды, обозначенные как $\{0_{\mathbf{q}}\}$, — пустые, т.е. все моды с $\mathbf{q} \neq \mathbf{k}$ находятся в вакуумном состоянии. Положение излучающей частицы обозначено вектором $\mathbf{r}_0$, $\nu_{\mathbf{k}} = \omega_{\mathbf{k}} - \omega_0$ — разность частот моды $\mathbf{k}$ и резонансного перехода из возбужденного состояния e в основное состояние g , $2\Delta_{ph}$ — скорость распада возбужденного состояния e . Параметр связи излучения с источником равен $g_{\mathbf{k}}$. Состояние (1) в действительности представляет собой волновой пакет, состоящий из многих фоковских состояний. Оно нормировано так, что в целом это состояние содержит один фотон. Для того чтобы показать, что поле излучения содержит широкополосную компоненту, мы вводим два квантовых состояния

$$|b_s\rangle = -i\sqrt{2} \sum_{\mathbf{k}} g_{\mathbf{k}} \frac{\Delta_{ph} \exp(-i\mathbf{k} \cdot \mathbf{r}_0)}{\nu_{\mathbf{k}}^2 + \Delta_{ph}^2} |1_{\mathbf{k}}, \{0_{\mathbf{q}}\}\rangle, \quad (2)$$

$$|b_a\rangle = \sqrt{2} \sum_{\mathbf{k}} g_{\mathbf{k}} \frac{\nu_{\mathbf{k}} \exp(-i\mathbf{k} \cdot \mathbf{r}_0)}{\nu_{\mathbf{k}}^2 + \Delta_{ph}^2} |1_{\mathbf{k}}, \{0_{\mathbf{q}}\}\rangle, \quad (3)$$

которые соответствуют симметричной и асимметричной компонентам фотона, испущенного в свободное пространство. Эти состояния ортогональны и нормированы: $\langle b_s | b_s \rangle = \langle b_a | b_a \rangle = 1$, $\langle b_s | b_a \rangle = 0$. В этом легко убедиться, принимая во внимание, что состояния Фока $|1_{\mathbf{k}}, \{0_{\mathbf{q}}\}\rangle$ ортогональны, и заменяя суммирование по $\mathbf{k}$ интегрированием по всем модам свободного пространства. Ортогональность состояний обязана тому факту, что симметричная компонента фотона $|b_s\rangle$ — четная функция $\nu_{\mathbf{k}}$, а асимметричная компонента $|b_a\rangle$ — нечетная функция $\nu_{\mathbf{k}}$.

Формально состояние поля излучения $|b\rangle$, испущенного одной квантовой частицей в свободное пространство (1), можно представить как

$$|b\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} |b_s\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}} |b_a\rangle. \quad (4)$$

Такое представление позволяет сделать очень важные выводы о взаимодействии одного фотона с одним атомом или ансамблем атомов. Во-первых, очевидно, что фотон, испущенный одиночной частицей, одинаково заселяет оба состояния $|b_s\rangle$ и $|b_a\rangle$. В нашей работе [19] показано, что симметричная $|b_s\rangle$ и асимметричная компоненты поля излучения по разному взаимодействуют с резонансными атомами. Асимметричная компонента почти не взаимодействует с атомом, в то время как симметричная компонента испытывает сильное взаимодействие. Также известно (см., например, [27]), что вероятность возбуждения атома полем излучения, длительность которого меньше времени релаксации атомной когерентности, определяется площадью импульса. Она равна нулю для асимметричной компоненты, и имеет

конечное значение для симметричной компоненты. Таким образом, фотон, испущенный фотонной пушкой первого рода имеет только 50% вероятности провзаимодействовать с атомом мишени. Такой плохой результат делает бесполезным использование однофотонного источника первого рода для квантовых вычислений или записи информации. Экспериментатор, производя измерения, не может отличить ситуацию, когда он не попал в мишень благодаря квантовой статистике (т.е. из-за маленькой вероятности взаимодействия), от той, когда имеет место чисто квантовомеханический результат, обязанный принципу причинности, т.е. благодаря нажатию курка фотонной пушки, который приводит к заселению невзаимодействующего состояния $|b_a\rangle$. Поэтому приготовление кубита в виде атомного возбуждения или любая другая операция с таким кубитом приобретает большую неопределенность и становится ненадежной. Между тем, фильтрация одного фотона через окно электромагнитно-индуцированной прозрачности (ЭИП) [19] может сделать фотон более надежным инструментом для квантовых вычислений и записи информации. На выходе из толстого ЭИП фильтра широкополосная $|b_a\rangle$ и узкополосная компоненты фотона $|b_s\rangle$ оказываются хорошо разделенными во времени. Широкополосную компоненту можно удалить с помощью быстрого затвора или, например, послать во вспомогательный канал.

Тогда, амплитуда вероятности фотона на выходе из ЭИП фильтра приобретает колоколообразную форму [19]. Посылая удаленную из фотона широкополосную компоненту через вспомогательный канал на детектор, можно очистить фотонное состояние. Если этот детектор не зарегистрирует фотон, то вся амплитуда вероятности фотона соберется в состоянии, которое представляет собой волновой пакет с гауссовой огибающей

$$|b_{filtered}\rangle = \sum_{\mathbf{k}} \frac{g_{\mathbf{k}} \Delta_{ph}}{\Delta_{ph}^2 + v_{\mathbf{k}}^2} e^{-i\mathbf{k} \cdot \mathbf{r}_0 + i v_{\mathbf{k}} t_d - v_{\mathbf{k}}^2 / \Delta_{eff}^2} |1_{\mathbf{k}}, \{0_{\mathbf{q}}\}\rangle, \quad (5)$$

где Δ_{eff} — эффективная полуширина окна прозрачности для оптически толстого образца. Если же детектор регистрирует фотон, тогда фотона с гауссовой огибающей нет. Такой детектор можно и не использовать в схеме очистки, так как то, что выходит из ЭИП фильтра с определенной задержкой во времени, всегда представляет собой чистое состояние. Между тем, вспомогательный детектор может помочь сделать заключение, что фотон, испущенный в желаемый момент времени, не смог пройти через ЭИП фильтр, и мы должны повторить операцию. Могут возникнуть сомнения, что фильтрация поля излучения, испущенного однофотонным источником, уменьшает полную амплитуду вероятности фотона на выходе из образца, тогда как вероятность взаимодействия такого фотона с атомом мишени или ансамблем атомов остается почти такой же как и до фильтрации. Откуда же возникает выигрыш и в чем состоит преимущество использования ЭИП фильтра? Выигрыш появляется благодаря удалению широкополосной компоненты, которая не взаимодействует с атомом мишени, но может привести к фотоотсчету детектора, расположенного за мишенью. Поэтому, как таковой, этот фотоотсчет является ложным, не несущим полезной информации, так как предполагается, что фотон должен был бы «храниться» в возбужденном атоме (или атомах), но он избегает взаимодействия с атомом благодаря $|b_a\rangle$ -компоненте. Поэтому при записи информации эти ложные фотоотсчеты можно рассматривать как шум. Применение фильтра уменьшает такой шум до нуля, тогда как без фильтра нам нужно сравнивать вероятность взаимодействия поля с атомом с довольно высокой вероятностью фотоотсчета (~50%), которая обусловлена наличием широкополосной компоненты фотона $|b_a\rangle$.

Дальнейшее сужение спектра симметричной компоненты фотона при $\Delta_{ph} > \Delta_{eit}$ работает в ту же сторону. Мы теряем в «яркости» источника или в вероятности фотоотсчета, но выигрываем в спектральном разрешении. В действительности мы не теряем «полезную» энергию, если нашей целью является улучшение спектрального разрешения с помощью сужения спек-

тра фотона источника, т.е. делая фотон более селективным для возбуждения нужного атома мишени. Селективное возбуждение имеет место, если спектральная ширина фотона источника равна ширине спектра линии поглощения атома при условии, что они находятся в резонансе. Если наш фильтр сконструирован так, что эти требования на излучение, выходящее из фильтра, выполнены, то только «полезные» спектральные компоненты фотона источника пропускаются, а остальные компоненты задерживаются. В результате атом мишени взаимодействует с «обработанным» фотоном с такой же вероятностью, как и без фильтра, и «полезная» яркость источника не изменяется. С другой стороны без фильтра та широкая часть фотонного спектра, которая не взаимодействует с атомом мишени, вызывает фотоотсчет детектора, расположенного за мишенью, показывая, что взаимодействие фотона с атомом не произошло.

Литература

- [1] Walls D. F., Milburn G. J.: Quantum Optics. Berlin: Springer (1994) 425
- [2] Baché T., Moerner W. E., Orri M., Talon H.: Phys. Rev. Lett. **69** (1992) 1516
- [3] Lounis B., Moerner W. E.: Nature (London) **407** (2000) 491
- [4] Kurtsiefer C., Mayer S., Zarda P., Weinfurter H.: Phys. Rev. Lett. **85** (2000) 290
- [5] Brouri R., Beveratos A., Poizat J-P., Grangier P.: Opt. Lett. **25** (2000) 1294
- [6] Beveratos A., Brouri R., Gacoin T., Poizat J. P., Grangier P.: Phys. Rev. A **64** (2001) 061802(R)
- [7] Kim J., Benson O., Kan. H., Yamamoto Y.: Nature (London) **397** (1999) 500
- [8] Michler P., Kirz A., Becher C., Schoenfeld W. V., Petroff P. M., Zhang Lidong, Hu. E., Imamoglu A.: Science **290** (2000) 2282
- [9] Yuan Z., Kardynal B. E., Stevenson R. M., Shields A. J., Lobo C. J., Cooper K., Beattie N. S., Ritchie D. A., Pepper M.: Science **295** (2002) 102
- [10] Miller R., Northup T.E., Birnbaum K.M., Boca A., Boozer A.D., Kimble H.J.: J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **38** (2005) S551
- [11] Law C.K., Eberly J.H.: Phys. Rev. Lett. **76** (1996) 1055
- [12] Law C.K., Kimble H. J.: J. Mod. Opt. **44** (1997) 2067
- [13] Jaynes E.F., Cummings F.W.: Proc. IEEE **51** (1963) 89
- [14] Meystre P.: in Progress in Optics (Wolf E., ed.), V. **30** (1982) 261. Amsterdam: Elsevier.
- [15] Hennrich M., Legero T., Kuhn A., Rempe G.: Phys. Rev. Lett. **85** (2000) 4872
- [16] McKeever J., Boca A., Boozer A. D., Miller R., Buck J. R., Kuzmich A., Kimble H. J. Science **303** (2004) 1992
- [17] Keller M., Lange B., Hayasaka K., Lange W., Walther H.: Nature **431** (2004) 1075
- [18] Cirac J. I., Zoller P., Kimble H. J., Mabuchi H.: Phys. Rev. Lett. **78** (1997) 3221
- [19] Shakhmuratov R. N., Odeurs J., Mandel P.: Phys. Rev. A **75** (2007) 013808
- [20] Скалли М. О., Зубайри М. С.: Квантовая оптика. Перевод с англ. (Под ред. проф. Самарцева В. В.) М: Физматлит (2003)
- [21] Fleischhauer M., Lukin M. D.: Phys. Rev. Lett. **84** (2000) 5094
- [22] Moiseev S. A., Kröll S.: Phys. Rev. Lett. **87** (2001) 173601
- [23] Liu C., Dutton, Behroozi C. H., Hau L. V.: Nature (London) **409** (2001) 490
- [24] Phillips D. F., Fleischhauer A. Mair A., Walsworth R. L., Lukin M. D.: Phys. Rev. Lett. **86** (2001) 783
- [25] Turukhin A. V., Sudarshan V. S., Shahriar M. S., Musser J. A., Ham B. S., Hemmer P. R.: Phys. Rev. Lett. **88**, 023602.
- [26] Ohlsson N., Nilsson M., Kröll S.: Phys. Rev. A **68** (2003) 063812
- [27] Аллен Л., Эберли Дж.: Оптический резонанс и двухуровневые атомы. Перевод с англ. (Стрижевски В. Л., ред.) М: Мир (1978)

«ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ИННОВАЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ»

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ПОПУЛЯЦИОННОЙ БИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Н. В. Глотов

*Марийский государственный университет
(424001, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 1)
E-mail: nvglotov@inbox.ru*

1. Введение

«Нет ничего практичнее хорошей теории», — эти слова принадлежат великому физик Л. Больцману. Фундаментальные исследования создают предпосылки для исследований прикладных, а внедрение их результатов в производство обуславливает экономический прогресс. Отсюда — необходимость приоритетного финансирования фундаментальной науки. Однако финансово – экономические возможности любого общества во все времена ограничены. Поэтому представление о простой линейной схеме фундаментальная наука — прикладная наука — внедрение в производство, где основные средства вкладываются в фундаментальные исследования, а далее «само собой» возникают прикладные задачи и опять же «само собой» происходит реализация научных достижений в производстве, неверно и нереально. В действительности государство, различные частные и общественные организации и фонды в зависимости от своих конкретных задач, интересов и вкусов выбирают (подчас субъективно) разные точки финансирования процесса социального выхода новых знаний. При этом важно, что исследователи, занимающиеся фундаментальной проблематикой, не могут ждать и в реальной жизни не ждут «у моря погоды», т.е. финансового дождя, обеспечивающего развитие их интереса к новому знанию. В этом отношении характерна монография Э. И. Колчинского о развитии биологии в Германии и России – СССР в условиях социально – политических кризисов первой половины XX века [11]. Хотя автор последовательно проводит анализ под социально – политическим углом зрения, волей – неволей на первый план постоянно выступает борьба всех сколько – нибудь крупных и успешных биологов за источники финансирования своих фундаментальных исследований. Широта взглядов деятелей «чистой» науки заключается и в умении видеть возможности прикладные, социально – экономические выходы результатов своих исследований.

В этой статье дан конспект лекции, в которой излагаются основные положения современной популяционной биологии, показаны некоторые ее фундаментальные проблемы (важные с точки зрения автора) и некоторые возможные практические приложения. Хотя рассматриваются примеры из популяционной биологии растений, в равной мере это касается и популяционной биологии животных и человека.

Место популяционной биологии в системе биологических знаний

Два положения, имеющих силу эмпирического обобщения (по В. И. Вернадскому), определяют современные представления о биологической картине мира.

1. *Иерархичность организации жизни на планете Земля.* Жизнь представлена не множеством разнородных, не упорядоченных форм, но иерархически сопряженными уровнями. Число выделяемых уровней может различаться в зависимости от интересов, решаемых задач и вкусов конкретного исследователя, однако сам факт иерархичности не вызывает сомнений. Если выделять минимальное число уровней (те уровни, которые просто нельзя не выделить), то это будут клеточный, организменный, популяционный и биогеоценотический. Соответст-

венно, структурно – функциональными единицами на этих уровнях являются клетка, организм (особь, индивид), популяция, биогеоценоз. Каждый последующий уровень строится на основе предыдущего, но при этом не сводится к нему. Так, организм является множеством клеток, но его свойства и особенности не могут быть описаны суммированием свойств и признаков клеток. При этом появляются новые качественные особенности организма как целого, которых просто нет на уровне клетки.

2. *Многообразие форм живого необозримо.* Просмотрите многочисленные иллюстрации в широко известных многотомных изданиях «Жизнь растений» и «Жизнь животных» и вы будете поражены разнообразием видов живых организмов. Оценка многообразия форм живого на разных уровнях его организации — биоразнообразие — сама по себе представляет грандиозную проблему [21]. Многообразие живого находит свое выражение в неоднозначности разграничения в ряде случаев и самих уровней: где, например, «заканчивается» организм и «начинается» популяция [15]? Единство форм живого и их эволюционная взаимосвязь задаются универсальностью генетического кода и определяемого им упорядоченного множества, системы метаболических процессов.

Популяция (по Н. В. Тимофееву – Ресовскому) — совокупность особей (1) определенного вида живых организмов, (2) занимающая определенную территорию (акваторию) (3) в течение достаточно длительного промежутка времени, (4) в пределах которой осуществляется та или иная степень случайного скрещивания (панмиксии), (5) которая отделена от других таких же совокупностей той или иной степенью изоляции [19]. Это — общетеоретическое определение. Оно может быть уточнено, усовершенствовано, но как общетеоретическое определение не может быть принципиально изменено и доведено до уровня операционного определения. Конкретизация (чем данный вид отличается от других? как определить границы территории? промежуток времени? степень случайности скрещиваний? степень изоляции?) возможна (но крайне трудно практически реализуема) для конкретных видов, опять же, вследствие необозримого многообразия биологических особенностей видов. Когда говорят о популяциях, имеют в виду природные популяции; использование популяционной терминологии и методов в отношении сортов культурных растений, пород домашних животных, штаммов промышленных микроорганизмов представляет приложение, часто эффективное, популяционной методологии.

Популяция — гетерогенная структура. В основе этого — огромная генетическая гетерогенность популяции, предсказанная С. С. Четвериковым, создателем экспериментальной популяционной генетики [20, 5]. Сегодня это доказано для всех генетически исследованных видов [1, 4, 12]. Факторами динамики генетического состава популяции (и одновременно — факторами микроэволюции) являются мутационный процесс; случайные процессы; изоляция, включающая отклонения от случайности скрещиваний внутри популяции и межпопуляционную изоляцию; естественный отбор. Еще в 1950 г. Вильгельм Людвиг выделил пятый фактор эволюции — внутрипопуляционную гетерогенность среды обитания. Сочетание генетической гетерогенности популяции и гетерогенности среды обитания влечет за собой гетерогенность популяции по демографическим показателям и множеству мыслимых фенотипических признаков и свойств, для которых возможна внутривидовая изменчивость.

Современная популяционная биология — комплексная область исследования, включающая популяционную генетику, морфологию, физиологию, биохимию, экологию. Каждый из этих частных разделов дает свои методы и подходы, формулирует и решает конкретные задачи, однако сегодня очевидной становится необходимость комплексного подхода к популяции как целостной системе. Удивительно, но относительно слабо развита популяционная патология растений и животных; иной раз создается впечатление, что в природных популяциях все особи здоровые, что, разумеется, далеко от действительности. Комплексность, целостность популяционной биологии как раздела знаний определяется положением популяции в иерархической структуре живого. На популяционном уровне сказывается «дыхание»

всех других уровней. Мы говорим, например, о мутациях, клеточных явлениях, реализующихся на уровне целостного организма, что определяет его приспособленность и в популяционной гетерогенной структуре, и во внешней по отношению к популяции среде обитания, косной и живой — в биогеоценозе.

Методы популяционной биологии — это методы конкретных составляющих ее дисциплин, методы исследования самых разных признаков и свойств, составляющих популяцию особей на разных этапах их индивидуального развития (от формирования половых клеток, слияние которых дает новый организм, зиготу, до смерти), методы исследования популяционных параметров (например, генетических и демографических), методы оценки влияния разных факторов среды. Современные популяционно – генетические методы связаны с изучением полиморфизма ДНК и белков. Для современной популяционной биологии, особенно популяционной генетики, характерно использование мощного аппарата математико – статистического анализа, включая методы многомерной статистики.

Некоторые проблемы популяционной биологии растений

В этом разделе дается представление о некоторых современных проблемах популяционной биологии растений, иллюстрируемых примерами работ, участником, руководителем или консультантом которых является автор статьи.

1. Поведение гетерогенной популяции в гетерогенной среде. Постановка этой проблемы следует из сказанного в предыдущем разделе.

В течение ряда лет в нашей лаборатории в Биологическом НИИ Ленинградского (Санкт – Петербургского) университета изучалась структура изменчивости разных количественных морфометрических признаков в природных популяциях ряда видов (дрозофила, гидра, клевер ползучий, овсяница Воронова, виды дубов Кавказа — см. сводки [3, 22]) в контрастных экологических условиях. Под структурой изменчивости мы понимаем долю дисперсии, обусловленную определенным фактором, в общей дисперсии признака. Рассматривались иерархические структуры: например, общая изменчивость признаков листа дуба черешчатого на Кавказе разлагалась на компоненты изменчивости, обусловленные различиями между геоботаническими подразделениями территории, между разными популяциями в пределах геоботанического подразделения, между группами деревьев (субпопуляциями) в пределах популяции, между деревьями в пределах субпопуляций, между листьями в кроне дерева [8]. Однако главным был анализ перекрестных схем в двухфакторном дисперсионном анализе, факторы — генотип (потомки определенного родительского растения, потомки определенной самки дрозиды, клоны определенной особи гидры; случайная выборка из популяции) и среда (экспериментально задаваемые контрастные условия выращивания растений, контрастные по питательности варианты корма у дрозиды). Поскольку в каждой ячейке имеется более одного наблюдения, возможна оценка взаимодействия генотип – среда. Взаимодействие — неаддитивность эффектов (влияния факторов) на значение признака. Методической новацией было использование экспресс – теста у растений: анализ признаков проростков [4]. На обширном разнообразном материале из природных популяций был твердо установлен общий эффект: в экологически контрастных условиях (влияние среды определяется самими условиями опыта) всегда четко выявляются и эффект генотипа, и взаимодействие генотип – среда. Другими словами, в генетически гетерогенных природных популяциях, обитающих в гетерогенной среде, наблюдаемая изменчивость определяется не только различиями между генотипами и различиями в условиях среды, но и «третьей силой» — взаимодействием генотип – среда: разные генотипы по – разному реагируют на одни и те же изменения среды.

В работе Л. Ф. Семерикова и Н. С. Завьяловой [18] структура популяций злака канаречника тростниковидного была изучена при разных уровнях нефтяных загрязнений. Оказалось, что на незагрязненных территориях (контроль) структура изменчивости признаков такая же, что и в наших исследованиях; при умеренных загрязнениях не выявляется взаимодействие генотип – среда, т.е. разные генотипы вынуждены одинаково реагировать на изме-

нение условий среды; при сильных загрязнениях не выявляются и генетические различия, т.е., выживают лишь генотипы, одинаково реагирующие в данных условиях среды. Результат представляется естественным и очень важным для понимания поведения популяций в антропогенно измененной среде. Мы решили убедиться в существовании этого эффекта на другом виде, клевере ползучем, и не обнаружили ожидаемого эффекта [6]. Компоненты изменчивости те же, что и в чистых местообитаниях! Объяснение, однако, просто и очевидно: клевер ползучий — эксплерент, пионерное растение на пустынных местах, не требовательное к почвенным условиям, несущее на корнях клубеньки с азотфиксирующими бактериями, но (!) очень слабо конкурентоспособное по отношению к растениям других видов. Местообитания клевера ползучего различаются не только по степени нефтяных загрязнений. Чистые популяции расположены по окраинам старых русских сел Среднего Приобья. Да, они свободны от нефтяных загрязнений, но клевер растет здесь в жестких для него (!) экологических условиях, в условиях конкуренции с другими видами растений и выживает только потому, что другие виды в большей степени подавлены вытаптыванием скотом и человеком (постоянные рекреационные нагрузки). В загрязненных местообитаниях клевер растет на свободных от растительности насыпных и намывных песках, не испытывая конкуренции с растениями других видов, и это является решающим фактором.

Прикладной аспект: 1) в задачах сохранения редких видов сохранять следует не особей, а популяции (репрезентативные выборки из популяций) в среде, по возможности схожей с исторически сложившимися для вида биогеоценотическими условиями; 2) эти же обстоятельства следует учитывать при разработке методов рекультивации антропогенно нарушенных и загрязненных территорий.

2. *Структура популяций растений: роль систем размножения.*⁶ Это — старая, но перманентно актуальная проблема. Для растений разных видов получена масса интересных фактов, однако целостной картины количественных оценок разных систем полового и вегетативного размножения (распространения) в разных эколого-фитоценотических условиях нет. Мы изучаем эту проблему на бруснике. В сложившихся ценопопуляциях брусники крайне редки проростки (особи генеративного происхождения). За несколько лет работы среди десятка тысяч просмотренных парциальных кустов брусники были обнаружены единичные проростки. Характерно абсолютное преобладание вегетативного размножения: разрастание ветвящегося корневища с возникновением по ходу его новых парциальных кустов из спящих почек. Длина корневища отдельной особи может составлять десятки, в отдельных случаях — свыше сотни метров [7]. При раскапывании площади 1 м² суммарная длина всех корневищ составила 97 м [16]. Точная оценка размеров клона (длина корневища и топография его ветвления, число парциальных кустов на корневище, плодovitость парциальных кустов, качество и масса ягод) является технически трудной задачей. Идентификация принадлежности парциального куста к определенному клону требует применения молекулярно-генетических методов [7]. Для брусники характерно возникновение молодых (ювенильных) парциальных кустов не только на молодых, но и на старых участках корневища. При этом возникает ряд вопросов, связанных с оценкой приспособленности особей разных генотипов в экологически различающихся местообитаниях: насколько варьируют размеры клонов, степень и характер их ветвления, частота возникновения новых парциальных кустов по длине корневища, пути и темпы индивидуального развития парциальных кустов в зависимости от их плотности, генотипа и т.п.

Прикладной аспект: 1) как оптимизировать продуктивность природных популяций: максимизировать урожай ягод в данном сезоне и продолжительность эффективного плодоношения брусники; 2) по каким признакам проводить отбор клонов, наиболее приспособленных к искусственному выращиванию на плантациях, как это делается в отношении клюквы?

⁶ Исследования, описанные в этом разделе, поддержаны грантом РФФИ 06 – 04 – 49191.

3. *Оценка эколого – генетических эффектов антропогенных воздействий.* Генетические эффекты антропогенных воздействий, в том числе разного рода загрязнений, нередко понимают как прямые мутагенные воздействия. Однако не менее, если не более, важны эколого – генетические изменения природных популяций, связанные с влиянием загрязнений на размножение, расселение, выживание особей разных генотипов [10]. О структуре изменчивости признаков растений в нефтедобывающих районах Западной Сибири речь уже шла выше. Эколого – генетические эффекты были обнаружены нами и на простых моногенных системах. Изменчивость клевера ползучего по седоватому V-образному рисунку на листе определяется серией множественных аллелей одного гена; известно более 20 типов рисунка, обусловленных сочетаниями разных аллелей. Однако в природных популяциях вследствие отбора генов – модификаторов и влияния разных факторов среды проявление рисунка сильно варьирует, так что достаточно точно можно расклассифицировать только отсутствие (рецессивные гомозиготы) и наличие рисунка [13]. Частоты растений клевера без рисунка на листе в популяциях Западной Сибири, возникших сравнительно недавно в связи с освоением региона русским населением, и в стародавних популяциях Северо – Запада России очень близки: 9,3% и 8,0%, соответственно. Однако межпопуляционная изменчивость в этих двух регионах различна: частота растений без рисунка на листе в разных популяциях Среднего Приобья варьирует гораздо больше, чем в популяциях Северо – Запада России [23].

Генетическая интерпретация зимограмм белков у клевера ползучего крайне затруднительна вследствие того, что вид является аллотетраплоидом. Однако для одного из ферментов — лейцинаминопептидазы (ЛАП) — нам удалось ее решить с помощью посемейного анализа [14]. Было выявлено 13 аллелей гена, кодирующего ЛАП, и показано, что для популяции на вновь заселенных клевером территориях, в местах нефтедобычи, среднее число фенотипов выше, больше число редких фенотипов по сравнению с популяциями старых русских сел Среднего Приобья, где клевер произрастает более 100 лет [9].

Оба приведенных примера показывают, что при антропогенных воздействиях происходит существенная перестройка генетической структуры популяции на исторических интервалах времени. Удивительно, что ее удастся выявить даже на простых моногенных системах.

Прикладной аспект: 1) необходима разработка простых методов эколого – генетического мониторинга разных видов на территориях, подвергающихся острым и хроническим антропогенным воздействиям; 2) для таких территорий необходима разработка методов заповедания, которые позволили бы сохранять здесь исторически сложившийся коренной генофонд, экранировать его от «пришельцев».

4. *Изучение истории становления современной популяционной структуры вида.* Такого рода исследования важны для понимания механизмов микроэволюции, внутривидовой дифференцировки (вплоть до образования новых близких видов), механизмов адаптации филогенетически близких форм на обширных ареалах. Общепринятый современный подход — использование молекулярно – генетических методов анализа, полиморфизма ДНК (ядерной и цитоплазматической), разных фракций и белков по множеству локусов в сочетании с данными по морфологическим признакам и палеоэкологии. Один из ярких примеров такого рода — исследование популяционной структуры и молекулярной систематики видов лиственницы [17]. Основная сложность организации таких исследований, как впрочем, и при решении многих других проблем популяционной биологии — методическая. Необходимо иметь не только хорошо оснащенные молекулярные лаборатории и дорогостоящие реактивы, но и специально подготовленные, высоко – квалифицированные кадры лаборантов – исследователей. Сложные молекулярные методы в этом случае — лишь инструмент популяционных исследований, молекулярная биология обслуживает популяционную биологию, не решая при этом, как правило, собственных фундаментальных проблем. Однако и на этом направлении исследований можно решать целый ряд интересных задач, используя традиционные методы изучения изменчивости морфологических признаков. Нужно только хорошо владеть знаниями по биологии и экологии соответствующих видов, уметь грамотно собирать

обширный популяционный материал и владеть современными методами математико – статистического анализа.

Такой пример демонстрирует исследование популяционной структуры сосны обыкновенной на востоке Европейской части России, выполненное А. И. Видякиным [2]. Автору удалось выделить элементарные дискретные признаки: окрасочные варианты шишек, семян, микростробил, типы развития апофиза, индексы генеративных органов. Важно, что однозначность диагностики проявлений признаков одним исследователем при повторном просмотре материала и разными исследователями была подтверждена в специальных опытах. Автором показано, что популяционная структура сосны обыкновенной представляет систему иерархически соподчиненных элементов разного ранга: популяций, групп популяций, миграционных зон. Популяционная структура вида связана с физико – географической структурой ареала и обусловлена миграциями сосны из ледниковых рефугиумов Среднего и Южного Урала.

Прикладной аспект, разрабатываемый А. И. Видякиным: 1) выделение генетических резерватов в каждой популяции; 2) организация лесосеменной работы на популяционной основе.

Заключение

Современная популяционная биология является комплексным разделом биологии. Конкретные результаты, получаемые сегодня в популяционной генетике, морфологии, демографии, разумеется, представляют интерес, однако носят частный характер. Природную популяцию сегодня следует рассматривать как целостную естественно сложившуюся структуру. Образно говоря, период «пенкоснимательства» в популяционной биологии закончился. На очереди — использование комплекса инструментальных и молекулярно – биологических методов, закрытие «белых пятен» в описании популяционной жизни видов, анализ поведения гетерогенных структур в гетерогенной среде.

Это не может не привести к формулировке и нахождению методов решения реальных прикладных задач.

Работа поддержана грантом РФФИ 06-04-49191а

Литература

- [1] Алтухов Ю. П. Генетические процессы в популяциях. М.: ИКЦ «Академкнига» (2003)
- [2] Видякин А. И. Популяционная структура сосны обыкновенной на востоке европейской части России. Автореф. дис... докт. биол. наук. Екатеринбург (2004)
- [3] Глотов Н. В. Количественная оценка взаимодействия генотип – среда в природной популяции // Чтения памяти Н. В. Тимофеева – Ресовского, Ереван: изд. АН Арм. ССР (1983) 187–199
- [4] Глотов Н. В. Оценка генетической гетерогенности природных популяций: количественные признаки // Экология 1 (1983) 3–10
- [5] Глотов Н. В. Сергей Сергеевич Четвериков: ученый и учитель // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия Биология 1(9) (2005) 5–11
- [6] Глотов Н. В., Максименко О. Е., Орлинский Д. Б. Эколого – генетическая изменчивость клевера белого (*Trifolium repens* L.) в природных популяциях Среднего Приобья // Экология 5 (1995) 344–346
- [7] Глотов Н. В., Семериков В. Л., Прокопьева Л. В. Изучение генетической структуры популяции брусники (*Vaccinium vitis – idaea* L.) в заповеднике // Научные труды Государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 3. Йошкар – Ола: МарГТУ (2008) 110–130
- [8] Глотов Н. В., Семериков Л. Ф., Казанцев В. С., Шутилов В. А. Популяционная структура *Quercus robur* (Fagaceae) на Кавказе // Ботанический журн. 66(10) (1981) 1407–1418

- [9] Денисова Л. Н. Структура природных популяций клевера белого Среднего Приобья по изоферментам лейцинаминопептидазы // Популяции растений: принципы организации и проблемы охраны природы. Йошкар – Ола (1991) 27–28
- [10] Динамика популяционных генофондов при антропогенных воздействиях. М. : Наука (2004)
- [11] Колчинский Э. И. Биология Германии и России – СССР в условиях социально – политических кризисов первой половины XX века. СПб. : «Нестор – История» (2006)
- [12] Левонтин Р. Генетические основы эволюции. М. : Мир (1978)
- [13] Максименко О. Е. Особенности проявления рисунка на листе у клевера белого // Фенетика природных популяций. Материалы IV Всесоюзного совещания. М. : (1990) 174–175
- [14] Максименко О. Е. Генетическая детерминация лейцинаминопептидазы в природных популяциях клевера белого // Популяции растений: принципы организации и проблемы охраны природы. Йошкар – Ола (1991) 39–40
- [15] Панов Е. Н. Бегство от одиночества. М. : «Лазурь» (2001)
- [16] Прокопьева Л. В. Некоторые особенности организации подземных побегов брусники обыкновенной *Vaccinium vitis – idaea* L. // Морфофизиология специализированных побегов многолетних травянистых растений. Сыктывкар (2000) 130–131
- [17] Семериков В. Л. Популяционная структура и молекулярная систематика видов *Larix* Mill. Автореф. дис... докт. биол. наук. Екатеринбург (2007)
- [18] Семериков Л. Ф., Завьялова Н. С. Влияние нефтяных загрязнений на изменчивость популяций канареечника тростниковидного (*Phalaroides arundinacea*) // Экология 2 (1990) 31–34
- [19] Тимофеев – Ресовский Н. В., Яблоков А. В., Глотов Н. В. Очерк учения о популяции. М. : Наука (1973)
- [20] Четвериков С. С. О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики (1926) // Четвериков С. С. Проблемы общей биологии и генетики. Новосибирск: Наука (1983) 170–226
- [21] Эволюция, экология, биоразнообразие. Материалы конференции памяти Н. Н. Воронцова (1934–2000). М. : Издат. Отдел УНЦ ДО (2001)
- [22] Glotov N. V. Analysis of the genotype – environment interaction in natural populations // Acta Zool. Fennica. 191(5) (1992) 45–53
- [23] Maximenko O. E., Chumashkaev A. N., Glotov N. V. Population structure of white clover (*Trifolium repens* L.) in North – Western Siberia // Материалы VI совещания "Вид и его продуктивность в ареале". Программа ЮНЕСКО "Человек и биосфера". С–Пб : Гидрометеиздат (1993) 359–361

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА ПОЛИАТЛОНISTОВ С ПОМОЩЬЮ КОНТРОЛЯ МЕТОДОМ ИЗМЕРЕНИЯ КУРП (ОМЕГА – ПОТЕНЦИАЛА)

Т. С. Гильмутдинов, Р. Т. Гильмутдинов, В. Ж. Карпов, Н. В. Любушкин

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»
(428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38)

В рамках комплексного изучения структурно – функциональной организации головного мозга, предложенного Н. П. Бехтеревой [3, 4], было показано, что текущее состояние зон мозга (размеры которых лимитированы величиной рабочей поверхности интрацеребральных датчиков – электродов) в количественном выражении можно описать с помощью динамики самых различных физиологических показателей, в том числе спонтанных и вызванных изменений различных видов сверх медленных процессов. Было выявлено, что каждый из этих по-

казателей характеризует текущее функциональное состояние исследуемых зон мозга в конкретные интервалы времени [3, 4]. Обнаружено, что динамика уровней относительно стабильного функционирования зон мозга тесно связано с изменениями уровня бодрствования, динамикой клинической симптоматики, в частности, выраженностью и характером патологических нарушений сознания и эмоциональных реакций, процессов внимания, памяти, двигательной деятельности [3, 4, 5]. Изучение особенностей спонтанной и особенно вызванной динамики мультиклеточной активности, дзета-, тау- и эpsilon – волн, наряду с характеристикой текущего состояния исследуемых зон ПОЗВОЛЯЛО РАСШИФРОВАТЬ СТРУКТУРНО – ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ КАНВУ И ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПРИНЦИП ОРГАНИЗАЦИИ МОЗГОВЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ И ДВИГАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. Фазические изменения динамики текущей частоты мультиклеточной активности и амплитудно – временных показателей разных видов сверхмедленных процессов дают возможность проследить как, каким образом включается та или иная зона в обеспечении конкретного вида деятельности в зависимости от ее уровня относительно функционирования, АНАЛИЗИРОВАТЬ МЕХАНИЗМЫ КОДИРОВАНИЯ ВЕРБАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ ЧЕЛОВЕКА [3, 4].

Методика регистрации спонтанной и вызванной динамики омега – потенциала.

1. Датчики – электроды. Одним из условий, обеспечивающих надежность и точность измерений омега – потенциала с поверхности головы является стабильность характеристик, используемых датчиков – электродов. Известно, что для регистрации сверхмедленных процессов с поверхности головы необходимо использовать неполяризующиеся электроды [1]. Удобны в работе сухие хлорсеребряные неполяризующиеся электроды (например, фирмы Simens или Aivar – Electronic). Достаточно надежны и удобны для дискретных замеров омега – потенциала диффузионные хлорсеребряные электроды типа ЭВЛ – 1МЗ Гомельского завода измерительных приборов [6, 8]. Конструкция электродов практически исключает поляризационных эффектов на измеряемые величины омега – потенциала. Стабильность электродов легко конструируется перед каждым замером. Перед эксплуатацией электрода с него снимается транспортный колпачок, осторожно вывинчивается пробка, электрод промывается дистиллированной водой и заполняется насыщенным при 20 С° раствором хлористого калия (для измерений при $t < 5\text{С}^\circ$ электрод заполняется раствором хлористого калия с концентрацией 250 г/л). В процессе работы пробка закрыта, хранится электрод так же с закрытой пробкой и колпачком или погруженным в насыщенный раствор хлористого калия. Поскольку площадь контактной поверхности электрода менее 1 мм².

Для экспресс – оценки функционального состояния организма человека в норме и патологии применялся метод регистрации Омега – потенциала или (КУРП) с поверхности головы, разработанный в Краснодарском краевом врачебно – физкультурном диспансере. Омега – потенциал выявляет и определяет уровень относительно стабильного функционирования мозговых систем путем регистрации с поверхности головы Омега – потенциала или КУРП. Суть метода заключается в том, что тренер или врач с помощью разработанной шкалы экспресс – оценки в считанные секунды делают заключение о функциональном состоянии спортсмена на тренировке. Метод регистрации Омега – потенциала предусматривает использование активного неполяризующегося хлорсеребряного электрода и аналогичного индифферентного электрода, которые помещаются соответственно на теменную область головы и основание большого пальца руки. В качестве усилителя биопотенциала по рекомендации авторов используется любой усилитель с входным сопротивлением от двух мегаом до сотен гигаом. В нашей работе использовался мультиметр ВР – 11 Краснодарского завода измерительных приборов, хлорсеребряные электроды ЭВЛ 1 – М – 3 Гомельского завода измерительных приборов.

В норме было выделено три диапазона измерений Омега – потенциала, характеризующих низкий 1 – 20 мв, средний 20 – 40 мв и высокий свыше 40 мв уровня относительно ста-

бильного функционирования головного мозга. Авторами доказано, что оптимальной реакцией организма на физические и психические нагрузки является увеличение Омега – потенциала до 25% исходного показателя. При включении организмом адаптационных резервов уровень относительно стабильного функционирования увеличивается уже до 50% от исходного Омега – потенциала. При уменьшении биопотенциалов более чем на 25% происходит перенапряжение адаптационных резервов организма. Увеличение свыше 50% является показателем наличия патологии (например, интоксикации). Следовательно, при определении перенапряжения адаптационных механизмов у тренирующихся, необходимо уменьшить нагрузку, до возвращения Омега – потенциала к исходному показателю. Если спортсмен испытывает большие физические и психические нагрузки и зарегистрирована величина показателя Омега – потенциала в диапазоне 25% от исходного показателя, можно сделать вывод об оптимальном функциональном состоянии спортсмена. О высокой информативности Омега – потенциала свидетельствует ряд исследований, в которых эта методика рекомендуется для оперативного контроля.

Таким образом, комплекс подобранных информативных тестов позволяет рассмотреть в динамике основные стороны подготовленности полиатлонистов и выявить закономерности долговременной адаптации к физическим нагрузкам под влиянием различных методик в годичном цикле.

В настоящее время для достижения высоких спортивных результатов используются тренировочные занятия высокой интенсивности и повышенной нагрузки. Тренеру необходимо подобрать спортсмену нагрузку в соответствии с уровнем функционального состояния его организма. В Краснодарском краевом врачебно – физкультурном диспансере сотрудники А. Г. Сычев и другие выявили и определили уровень относительно стабильного функционирования мозговых систем путем регистрации с поверхности головы квазиустойчивой разности потенциала (КУРП) или Омега – потенциала. Согласно данным работ ряда авторов, Омега – потенциал отражает уровень функционального состояния головного мозга и организма. В литературе встречается несколько вариантов описания методики регистрации и интерпретации Омега – потенциала. Нами за основу контроля была принята методика и шкала оценки, разработанная А. Г. Сычевым и др., которая позволяет регистрировать (КУРП) во время выполнения физических нагрузок и отдельных упражнений.

С целью выявления взаимосвязи Омега – потенциала с некоторыми показателями физической и специальной подготовленности полиатлонистов было проведено 576 замеров непосредственно во время тестирования и соревнований.

Последующий корреляционный анализ полученных данных позволил выявить достоверные связи уровня относительно стабильного функционирования головного мозга (УОСФ) по данным Омега – потенциала с отдельными показателями физической и специальной подготовленности. Обнаруживается существенная достоверная связь с показателями, характеризующими скоростные возможности полиатлонистов, с бегом на 30 м с ходу ($r = 0,649$). На том же уровне проявляется, с бегом на 60 м с ходу (0,637) и на 100 м с низкого старта, где ($r = 0,671$). Проявляется тесная связь Омега – потенциала с показателем кистевой динамометрии метаемой руки ($r = -0,747$), которая косвенно отражает возбудимость центральной нервной системы.

Высокодостоверная корреляционная связь Омега – потенциала наблюдается с тестами, характеризующими взрывную силу и скоростно – силовую подготовленность. Наиболее тесная из них отмечается с прыжком в длину с места, где ($r = -0,817$), тройным (-0,794) и пятерным (-0,783). Несколько ниже степень связи с десятерным прыжком ($r = -0,644$), отражающего в большей степени силовую выносливость. Среди других тестов, характеризующих взрывную силу и скоростно – силовую подготовленность, обнаруживается достаточно тесная связь с показателями метания 4 кг ядра из – за головы вперед (-0,551) и через голову назад (-0,683).

С упражнениями, связанными с длительным проявлением циклического характера, с такими, как бег на 3000 м и 3х1000 м, корреляционная связь находится на уровне среднего (0,574 и 0,456). Обнаруживается достоверная связь с плаванием на 50 м и 100 м (соответственно 0,447 и 0,419). Исходя из вышеизложенного можно сделать заключение, что Омега – потенциал, как интегральный показатель функционального состояния головного мозга и организма в целом, проявляет существенную связь со многими показателями специальной и физической подготовленности многоборцев и в первую очередь, с теми, которые предъявляют требования к проявлению высокой степени координации тонких мышечных дифференцировок и концентрации внимания, возможных только при оптимальном состоянии (УОСФ) головного мозга и организма. Известно, что за 10 – 15 дней до старта нет возможности существенно повысить уровень подготовленности спортсменов, поэтому в этот период управление направлено преимущественно на формирование состояния готовности спортсмена к соревнованиям. Вторая особенность этого периода в том, что управляющие воздействия направлены на стабилизацию функционирования всех систем организма спортсмена, на проявление им достигнутого на предыдущих этапах тренировочного уровня общей и специальной подготовленности. Эффективность управления подготовкой к соревнованиям каждого спортсмена может быть повышена за счет индивидуального изменения структуры предсоревновательной подготовки, объема и интенсивности тренировочной нагрузки. В этой связи повышается роль индивидуального оперативного контроля. С этой целью, на третьем этапе, проводились исследования в условиях учебно – тренировочного сбора в течение 12 дней. В педагогическом эксперименте приняли участие 8 спортсменов, из них 3 кандидата в мастера спорта и 5 человек I разряда. Суть эксперимента заключалась в следующем: утром до тренировки у каждого многоборца регистрировали показатели Омега – потенциала, кистевую динамометрию, становую силу, ЧСС в покое, артериальное давление и ортостатическую пробу. Замеры Омега – потенциала в утренние часы, а также до тренировки проводились с целью получения исходных фоновых показателей. Во время тренировки измерения проводились перед началом разминки, после нее, в ходе тренировки и после окончания.

Утренние замеры Омега – потенциала помимо выявления исходной величины позволяли характеризовать степень восстановления организма после предыдущего дня. В соответствии с движением вектора Омега – потенциала регулировались объем и интенсивность нагрузки. В тех случаях, когда у многоборцев показатели Омега – потенциала превышали $\pm 25\%$ от начального по ходу тренировки, нагрузка снижалась или изменялась по характеру. Тем самым обеспечивался ее оперативный контроль непосредственно во время тренировочной деятельности. Повторное измерение, проведенное на следующий день, позволило определить степень напряженности тренировочной работы и восстановление. Динамика роста или снижения Омега – потенциала по дням позволяла определить адаптацию организма к нагрузкам. При выполнении повторных нагрузок допускалось оптимальное отклонение Омега – потенциала $\pm 25\%$ от исходного на данный период. В случае же повторного снижения, превышающего допустимые пределы Омега – потенциала, тренировка прекращалась.

Во время сборов многоборцы проводили по 2 тренировки: утром, как правило, по пулевой стрельбе, во второй половине дня по легкой атлетике или плаванию. В результате построения тренировочного процесса с учетом показателей Омега – потенциала спортсмены к моменту основных стартов вышли на свой высокий индивидуальный уровень функционального состояния головного мозга и организма и в соревнованиях всеми участниками были показаны личные рекорды.

Таким образом, использование контроля тренировочных нагрузок с помощью измерения Омега – потенциала позволило индивидуализировать тренировочный процесс и вывести спортсменов на высокий уровень реализации тренированности в соревновательных условиях без утраты резервных возможностей организма. Предложенная методика в совокупности с прибором измерения Омега – потенциала обладает инновационной привлекательностью и

может найти массовый спрос при решении задач контроля работоспособности представителей как умственного, так и физического труда.

Литература

- [1] Аладжалова Н. А. Психологические аспекты сверхмедленной ритмической активности головного мозга. М. : Наука (1979)
- [2] Барышев Г. И. Подготовка гандболистов в предсоревновательном этапе с учетом данных текущего контроля: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Малаховка (1981)
- [3] Бехтерева Н. П. Некоторые возможности исследования глубоких отделов мозга человека // Проблемы клинической и экспериментальной физиологии головного мозга. Л. : Медицина (1967)
- [4] Бехтерева Н. П. Здоровый и больной мозг человека. Л. : Наука (1980)
- [5] Илюхина В. А. Медленные биоэлектрические процессы головного мозга человека. Л. : Наука (1977)
- [6] Илюхина В. А., Хон Ю. В., Медведева Р. В., Сычев А. Г., Щербакова Н. И., Барышев Г. И. Экспресс оценка функционального состояния организма человека в норме и патологии по данным Омега – потенциала. Краснодар (1982)
- [7] Сверхмедленные физиологические процессы и межсистемные взаимодействия в организме : Теоретические и прикладные аспекты / Под ред. В. А. Илюхина, З. Г. Хабаева, Л. И. Никитина и др. Л. : Наука (1986)
- [8] Сычев А. Г., Щербакова Н. И., Барышев Г. И., Костенко В. В. Методика регистрации квазиустойчивой разности потенциалов с поверхности головы // Физиол. Человека, **1** (1980) 178–180

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДИОКСИНАМИ И ДИОКСИНОПОДОБНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Е. М. Васина, И. П. Зелди

*ГОУВПО Марийский государственный университет
(424000 г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1)
E-mail: vasinaem@mail.ru*

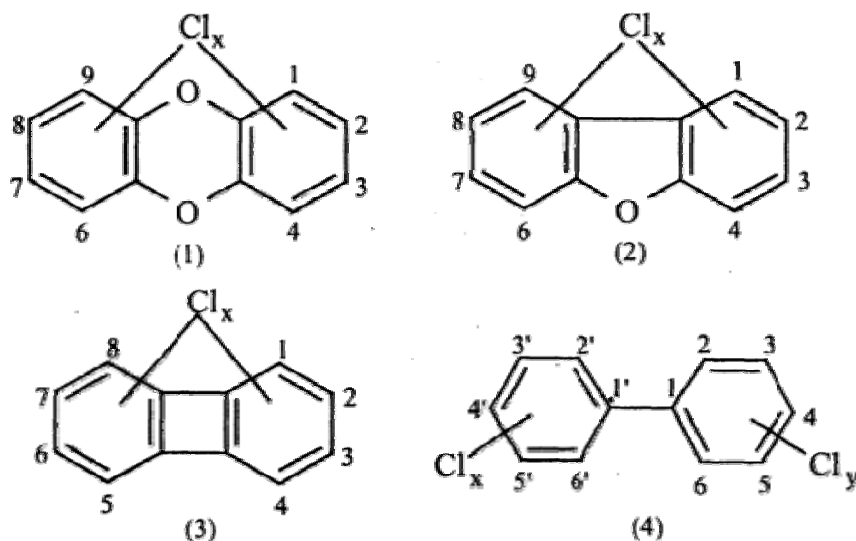
В работе проведен анализ методов оценки концентрации диоксинов и диоксиноподобных соединений, относящихся к классу супертоксиантов. Предпочтительным является метод биolumинесценции с использованием генетически реконструированных носителей люциферазы (*E. coli*).

In work analysis is carried out methods of an assessment of dioxins concentration and dioxin-like bonds which belong to the supertoxicants class. Preferable the method is bioluminescence's with genetically reconstructed use carriers of a luciferase (*E. coli*).

Ключевые слова: диоксины, токсичность, хромато – масс – спектрометрия, люциферин, люцифераза, биolumинесценция.

Диоксины — обобщенное название большой группы гомологов и изомеров полихлор-, полибром- и смешанных полибромхлорированных дибензо-*n*-диоксида и дибензофурана. В свою очередь, диоксиноподобные супертоксианты — огромная группа ксенобиотиков, поступающих на уровне микропримесей в организм и в окружающую среду и обладающих необыкновенной биологической активностью [7]. Наиболее токсичными среди этих соединений являются 2,3,7,8-тетрахлордибензо-*n*-диоксин (ТХДД) — соединение класса полихлорированных дибензо-*n*-диоксинов (ПХДД) (1), 2,3,7,8-тетрахлордибензофуран

(ТХДФ) — соединение класса полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ) (2), и 2,3,6,7-тетрахлорбифенилен (ТХБФ) (3) — класса полихлорированных бифениленов (ПХБФ.), а также полихлорированные бифенилы (ПХБ) (4) [3].



В качестве загрязнителей среды обитания известно более 200 химических соединений продуктов сгорания органических веществ. По данным литературы источником этих соединений в нашей стране являются не только боевые отравляющие вещества и топливо для ракетной техники и реактивных двигателей, но и системы отопления и горячего водоснабжения на основе сжигания мазута, угля, неочищенного газа. Диоксины образуются в результате химико – технологических процессов, а также в результате естественных процессов, таких как извержение вулканов и лесные пожары, горение торфяников. Диоксины никогда не синтезируются преднамеренно и присутствуют в следовых количествах как побочные продукты целого ряда производственных процессов, включая плавление, отбеливание целлюлозы с использованием хлора и производство некоторых гербицидов и пестицидов. Важнейшим источником выбросов диоксинов в окружающую среду являются мусоросжигательные установки [2, 3]. Все эти соединения относятся к разряду веществ супертоксикантов, концентрация которых в нано– или микрограммовом диапазонах на 1 кг массы или 1 л жидкости являются высокотоксичными как для человека, так и для всех высших позвоночных и беспозвоночных животных.

Экспериментальные исследования показывают, что они воздействуют на целый ряд органов и систем. Попад в организм человека, диоксины долгое время сохраняются в нем благодаря своей химической устойчивости и способности поглощаться жировыми тканями, в которых они затем откладываются. Кроме высокой липофильности, то есть способности растворяться в некоторых органических растворителях и удерживаться в жироподобных матриксах, диоксины обладают высокой адгезией к частицам почвы, золы, донным отложениям, что способствует их накоплению и миграции в виде взвесей и комплексов с органическими веществами в поверхностные воды [4].

Диоксины и близкие им по структуре хлорорганические соединения обладают широким спектром биологического действия на человека и животных. В малых дозах они вызывают мутагенный эффект, обладают ингибирующим и индуцирующим действием по отношению к некоторым ферментам живого организма. У человека и животных они могут вызвать повышение аллергической чувствительности к различным ксенобиотикам. Их опасность очень велика даже в сравнении с тысячами других токсичных примесей. Комплексный характер действия этой группы соединений на человека и живые организмы приводит к подавлению иммунитета, поражению внутренних органов и истощению организма. В природной среде эти супертоксиканты достаточно устойчивы и могут длительное время находиться в ней

практически без изменений. Для них, по существу, отсутствует предел токсичности, явление так называемой сверхкумуляции, а понятие ПДК теряет смысл [2].

Период полураспада в организме оценивается в 7–11 лет. В окружающей среде диоксины имеют тенденцию накапливаться и включаться в пищевые цепи. Концентрация диоксинов увеличивается по мере следования по пищевой цепи животного происхождения. Особенностью их кумуляции в органах и системах различных животных является четко выраженная видоспецифичность: у разных видов живых организмов, обитающих в одном и том же месте, концентрация диоксинов в биологических средах и тканях различается на порядки. У одних видов уже нано– или, даже, пикограммовые концентрации оказывают не только кожнораздражающее, кожнорезорбтивное действие, но и оказывает выраженное нефро–, гепато–, гемато–, мио– и остеотоксическое действие. У других видов токсическое действие этих соединений проявляется только в микрограммовом диапазоне. Человек в этом отношении занимает промежуточное положение. И, тем не менее, концентрация смеси диоксинов в пределах 10 – 100 нг/кг в пищевых продуктах, воде или вдыхаемом воздухе является высокотоксическим со всеми вытекающими последствиями.

В нашей стране определение концентрации смеси диоксинов в воде, почве, воздухе и пищевых продуктах, особенно в детском питании, до настоящего времени не проводилось. Причиной этого является не столько недооценка степени токсичности экологической опасности этих соединений, сколько сложность и дороговизна этих анализов. В настоящее время в России имеются всего лишь две лаборатории, способные проводить достоверный анализ на уровнях, достаточных для определения диоксинов в пищевых продуктах и объектах окружающей среды. Качественное и количественное определение диоксинов в этих лабораториях проводится с использованием метода хромато–масс–спектрометрии высокого разрешения, способной определить следовые концентрации супертоксикантов. До настоящего времени он остается единственным методом дифференциального определения концентрации этих соединений в биологических средах, невзирая на его дороговизну и длительность (более 1000 \$ США за 1 анализ и трехмесячная работа).

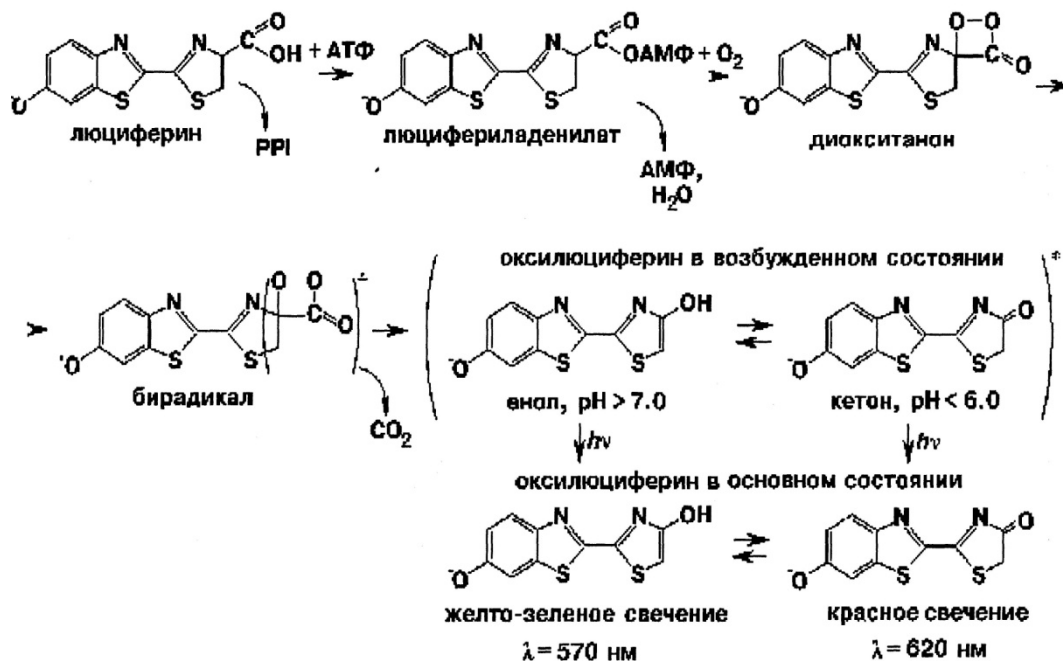
Совершенно очевидно, что этот метод неприемлем для массового определения диоксинов в биологических средах, невзирая на актуальность и необходимость этих исследований. С развитием техники измерения очень слабых световых потоков стало возможным применение метода хемотрюминесценции. Слабое свечение сопровождает по существу все химические реакции, идущие с участием свободных радикалов. Видимое простым глазом свечение некоторых организмов, например светляка *Luciola mingrelica*, которое называют биолюминесценцией, также нашло широкое применение в клинических анализах и медико–биологических научных исследованиях. Успехи современной геной инженерии позволяют синтезировать в бактериальных клетках чужеродные им белки. Эта технология широко используется в научных исследованиях и для производства практически важных продуктов.

Наше внимание привлекла разработка Калифорнийского университета по созданию «CALUX–системы», или фотометрического определения диоксинов, где в качестве экспресс метода используется генетически модифицированная кишечная палочка *E. coli*, в геном которой интегрирован ген люциферазы, ответственный за химическую модификацию люциферина. Люцеферин под действием фермента люциферазы подвергается окислению. Процесс сопровождается люминесцентным свечением определенной длины волны. В присутствии диоксинов, даже в следовых концентрациях, спектр люминесценции смещается в длинноволновую область, а его интенсивность снижается или, наоборот, возрастает (зависит от класса диоксинов). Бактерия *E. coli* содержит специально сконструированные гибридные геномы. В состав гена входят два участка — узнающий токсин (промотор с белком репрессором), и сигнализирующий, который свечением определяет присутствие токсина (гены–репортеры, кодирующие люциферазу и питательный субстрат для нее). Если токсина нет, репрессор блокирует работу промотора, который подавляет экспрессию генов люциферазы (клетка не светится). При появлении токсина бактериальная клетка начинает светиться: ток-

син связывается с репрессором и они освобождают промотор. Промотор включает гены – репортеры, которые запускают в дальнейшем процесс синтеза люциферазы [5, 8].

Светящиеся бактерии весьма чувствительны к примесям вредных веществ, и измерение биolumинесценции можно использовать для оценки загрязнения окружающей среды токсическими соединениями. Основную роль в биolumинесцентных системах играют ферменты люциферазы. Это те матрицы, на которых протекает высокоспецифичное окисление молекулы люцеферина и его превращение в электронно – возбужденный продукт. С другой стороны, люциферазы управляют этим процессом, ускоряя его в тысячи раз, направляя по пути, ведущему к выделению света. В отсутствие люцифераз люциферины тоже могут окисляться, но при этом скорость будет мала, а интенсивность свечения в сотни тысяч раз слабее, чем при ферментативном катализе. На первой стадии фермент связывается со своими субстратами — люцеферином и АТФ. В таком тройном фермент – субстратном комплексе люцеферин ковалентно взаимодействует с АТФ, образуется смешанный ангидрид карбоновой и фосфорной кислот (люцифериладенилат и пирогосфат). Люцифериладенилат в комплексе с ферментом через ряд промежуточных стадий окисляется кислородом воздуха, превращаясь в циклический пероксид (диокситанон). Эта молекула имеет замечательную особенность: одна ее часть — легко окисляемая гетероциклическая структура (люциферил) — обладает низким ионизационным потенциалом, а другая (пероксид) — высоким сродством к электрону.

За счет внутримолекулярного переноса электрона от фенолятной группы к пероксидной образуется резонансная структура. Разрыв $O-O$ –связи вызывает декарбоксилирование диокситанона и возникновение бирадикала — анион – радикала кетона и катион – радикала фенолята. Конечный продукт реакции — оксилуциферин в синглетном электронно – возбужденном состоянии, образуется в результате внутримолекулярной аннигиляции этих радикалов. Когда оксилуциферин переходит в свое основное состояние, наблюдается желто – зеленое свечение [1].



Детектирование химических соединений типа диоксинов с помощью генов – репортеров люциферазы позволяет проводить их быстрое полуколичественное определение. Испускание света у бактерий можно измерять без лизиса клеток *in vivo* путем измерения биolumинесценции. Стоимость проводимых анализов, по сравнению с ранее использованными методами, и их продолжительность с помощью биоэкспресс – метода сокращаются на несколько порядков.

Литература

- [1] Бровко Л. Ю., Угарова Н. Н. От Бойля до современности. – Природа. **2** (1998)
- [2] Будников Г. К. Диоксины и родственные соединения как экотоксиканты. – Химия (1997)
- [3] Ившин В. П., Полушин Р. В. Диоксины и диоксиноподобные соединения: пути образования, свойства, способы деструкции, Мар. гос. ун-т : Йошкар – Ола (2005) 320
- [4] Проданчук Н. Г. Химики – аналитические аспекты полихлорированных дибензо – пара – диоксинов и других стойких органических загрязнителей.
- [5] Boylan M., Pelletier J., Meighen E.A. Fused bacterial luciferase subunits catalyze light emission in eukaryotes and prokaryotes // J. Biol. Chem. **264** (1989) 1915–1918
- [6] Dioxin Sources // <http://www.greeneace.org.nz/toxics-map/sources.htm>. (2002)
- [7] Neubert D. Reflections on the assessment of the toxicity of dioxins for humans, using data from experimental and epidemiological studies, Teratogenesis, Carcinogenesis, and Mutagenesis **17(4–5)** (1997) 157–215.
- [8] Zhang Zhiren, Xu Shunqing, Zhou Yikai, Ren Shu, Liu Zhiwei Детектирование химических соединений типа диоксинов с помощью репортер – гена люциферазы, Fenxi huaxue Annal. Chem. **29(7)** (2001) 825–827

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ У ХРЯЧКОВ
В БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЧУВАШСКОГО ЮГО – ВОСТОКА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ**

С. Г. Григорьев, Р. А. Шуканов, А. А. Шуканов, В. А. Козлов, М. Н. Архипова

*ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»
(428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38)*

Изучена возможность оздоровлении населения республики в результате использования продуктов питания из сельскохозяйственных животных, содержащихся на рационах, учитывающих местные биогеохимические особенности территории, сказывающиеся на микронутриентном составе пищевых рационов. Для реализации этой идеи предлагается изучение возможностей практического применения цеолитов, обладающих катионно-анионными обменными свойствами для коррекции микронутриентного состава кормов сельскохозяйственных животных. Предполагается, что коррекция микронутриентного состава рационов положительно скажется на состоянии физиологических и биохимических систем сельскохозяйственных животных. В результате применения данной технологии будет получена диетическая продукция, выравнивающая микронутриентный состав рациона человека.

The Chuvash republic improvement of the population possibility is studied by means of use of a foodstuff from the agricultural animals containing on diets, considering the local biogeochemical features of territory affecting micronutriently structure of diets. For realisation of this idea studying of possibilities of practical application of the zeolites possessing kationno-anionny exchange properties for correction of micronutriently structure of forages of agricultural animals is offered. It is supposed, that correction of micronutriently structure of diets will positively affect a condition of physiological and biochemical systems of agricultural animals. As a result of application of the given technology the dietary production levelling micronutriently structure of a diet of the person will be received.

Удовлетворение потребностей людей в высококачественных продуктах питания и обеспечение пищевой промышленности сырьем животного происхождения невозможны без дальнейшей гармонизации между социально – экономическими потребностями человека и возможностями природы к ее саморегуляторной и саморегенеративной способности, направленной на поддержание хрупкого баланса во взаимодействии системы «Организм и среда».

Анализ современных представлений о закономерностях взаимодействия организма с окружающей средой позволяет утверждать, что необходимым условием экологического

нормирования должно быть его проведение на основе оценки биогеохимической организованности территории, биогеохимических пищевых цепей, миграции загрязнителей по этим цепям и физиологической реакции организма человека и животных на данные факторы. Такой подход означает по существу переход от гигиенического нормирования к физиологическому. В его основе лежит определение гомеостатических границ саморегуляции организма, в пределах которых возникающие под давлением антропогенных факторов сдвиги носят функциональный обратимый характер, а гомеостаз сохраняет устойчивость.

Поэтому важными задачами, стоящими перед физиологами, иммунологами, зоогигиенистами, генетиками, морфологами, экологами на ближайшую перспективу, являются проведение мониторинговых исследований в различных регионах страны по выявлению зон повышенного экологического риска, обоснование и внедрение эколого-адаптационной системы ведения животноводства в этих зонах, обеспечивающей высокую жизнеспособность и продуктивность животных, а также производство безопасных продуктов питания, выведение целенаправленно селекционированных по направлениям продуктивности пород скота и птицы, способных эффективно метаболизировать питательные вещества кормов и трансформировать их биологические компоненты для использования человеком в питании и в различных промышленных технологиях.

Следовательно, в комплексной системе надежной защиты живых организмов требуется соблюдение нового принципа — эколого – адаптивного, основанного на использовании антиоксидантов, иммуностропных средств, адаптогенов, витаминов, микро–, макроэлементов и т.д., характеризующихся высокой профилактической и лечебной эффективностью и экологической безвредностью для организма.

Разработка и испытание отечественных иммунокорректоров нового поколения, способствующих совершенствованию функциональных систем организма человека и животных в среде их обитания, является актуальной проблемой современной биологической науки и биотехнологии [1, 2].

В этой связи целью нашей работы явилось изучение становления и развития функциональных систем у хрячков, содержащихся в биогеохимических условиях Чувашского Юго – Востока с назначением «Сувара», «Комбиолакса» и «Трепела».

Проведены две серии научно – хозяйственных опытов и лабораторных экспериментов с использованием 60 хрячков – отъемышей, для чего их подбирали по принципу аналогов с учетом клинко-физиологического состояния, породы, возраста, пола, живой массы по 10 животных в каждой группе.

В обеих сериях хрячков первой группы (контроль) с 60– до 300–дневного возраста (продолжительность наблюдений) содержали на основном рационе (ОР). Животным второй группы на фоне ОР ежедневно скармливали «Трепел» в дозе 1,25 г/кг м.т. Хрячкам третьей группы вместе с ОР применяли соответственно «Сувар» в дозе 25 – 50 мг/кг в течение каждых 20 дней с 10–дневными интервалами (первая серия) и «Комбиолак» из расчета 1 мл/кг м.т. до 240–дневного возраста (вторая серия).

В обеих сериях опытов у 5 хрячков из каждой группы на 60–, 120–, 180–, 240– и 300–й день жизни изучали клинко – физиологическое состояние и рост тела, а также гематологический, биохимический и иммунологический профиль организма. У хрячков, декапитированных в 300–дневном возрасте, определяли качество мяса [3] и гистоструктуру тонкого и толстого отделов кишечника, печени, поджелудочной железы, тимуса, фабрициевой сумки, селезенки, брыжеечного, подчелюстного, предлопаточного лимфатических узлов.

Температура тела, количество сердечных сокращений и дыхательных движений у подопытных хрячков находились в диапазоне колебаний физиологической нормы, разница в которых была несущественной ($P > 0,05$). При этом у интактных и опытных животных отмечены полный пульс, ритмичное глубокое дыхание. Их слизистая оболочка носа была бледно-розового цвета, умеренной влажности, конъюнктивы глаз — также бледно – розового цвета,

волосистой покров — эластичным гладким, прочно удерживающимся в коже, кожа — упругой, без видимых повреждений, упитанность — средней, поза — естественной, что свидетельствует о здоровом клинико — физиологическом состоянии свиней.

Анализ роста тела показал, что, начиная с 120-дневного и до 300-дневного возраста, хрячки второй и третьей групп достоверно превосходили контрольных сверстников по массе тела, которая к концу наблюдений была больше на 20,9 и 22,2 кг соответственно ($P < 0,05$). Характер изменений среднесуточного прироста массы тела подопытных животных всецело соответствовал динамике живой массы. В то же время разница в массе тела и ее среднесуточном приросте у опытных хрячков во все сроки исследований была недостоверной, хотя в пользу сверстников третьей группы.

Выявлено, что пробы мяса интактных и опытных животных имели сухую корочку подсыхания и розовато — серый цвет. Место его зареза было неровным, пропитано кровью интенсивнее, чем в других местах туши. Кровь в мышцах и кровеносных сосудах отсутствовала, под плеврой и брюшиной мелкие сосуды не просвечивали. Поверхность разреза лимфатических узлов имела светло-серый цвет. Консистенция мяса была плотной, при надавливании на его поверхность пальцем ямка восполнялась быстро. Запах бульона был приятным специфическим. При этом величина рН мяса хрячков подопытных групп составила $5,9 \pm 0,05$ — $6,0 \pm 0,04$; аминокислотного азота — $0,86 \pm 0,01$ — $0,89 \pm 0,02$. Реакции на пероксидазу и с сернокислой медью были соответственно положительной и отрицательной. Спектрометрические показатели (уровень Pb, Cd, As, Cu, Zn, Hg) мяса животных сопоставляемых групп были примерно однозначными. Выявлено, что у хрячков опытных групп, содержащихся при скормливании с ОР соответственно «Трепела» и «Суvara», концентрация эритроцитов была достоверно выше таковой у интактных сверстников, начиная с их 300-дневного (вторая группа) и 120-дневного возраста (третья группа).

Иная закономерность обнаружена в динамике уровня гемоглобина, который в 180-, 240-, 300-дневном возрасте свиней третьей группы был выше на 5,8 — 9,5% ($P < 0,05$) по сравнению с аналогичным показателем у сверстников контрольной группы.

У животных сравниваемых групп во все сроки исследований разница в числе лейкоцитов была незначительной ($P > 0,05$). Установлено, что активность АБОК в крови у подопытных хрячков волнообразно повышалась от начала исследований к их концу (от $3,3 \pm 0,16$ — $3,6 \pm 0,13$ против $3,8 \pm 0,16$ — $3,9 \pm 0,22\%$), разница в которой во все сроки наблюдений была недостоверной. Из анализа биохимического профиля крови следует, что 180-, 240-, 300-дневные животные второй и третьей групп превосходили своих сверстников по уровню общего белка и альбуминов в сыворотке крови на 3,2 — 8,4% ($P < 0,05$). Характер изменений содержания α - и β -глобулинов у хрячков всех групп на протяжении экспериментов имел волнообразный вид ($P > 0,05$). У 180-, 240-, 300-дневных животных третьей группы превышение концентрации γ -глобулиновой фракции общего белка составило 6,1-6,3% ($P < 0,05$), чем в контроле.

Подобная же закономерность отмечена у свиней сравниваемых групп в динамике уровня иммуноглобулинов. Выявлено, что 180-, 240-, 300-дневные опытные хрячки превышали по содержанию кальция контрольных сверстников на 8,7 — 17,1% ($P < 0,05$). Характер изменений концентрации фосфора в сыворотке крови в основном соответствовал динамике уровня кальция. У хрячков второй и третьей групп, содержащихся в условиях назначения соответственно «Трепела» и «Суvara», разница в содержании общего белка, его альбуминовой, α -, β - и γ -глобулиновых фракций, иммуноглобулинов, кальция и фосфора в обозначенные сроки исследований имела незначительный характер ($P > 0,05$). Активность ПОЛ у свиней второй и третьей групп в ходе наблюдений в сравнении с аналогичным параметром у их интактных сверстников была ниже ($P > 0,05$), что свидетельствует об относительно низком уровне содержания пероксидов в организме. Отмечено, что концентрация пероксидазы в сыворотке крови у животных опытных групп во все сроки исследований была ниже, чем таковая в контроле ($P > 0,05$). У хрячков контрольной группы, выращенных в условиях основного рациона,

гистологические отклонения морфофизиологического статуса пищеварительной системы характеризовались: в тонком и толстом отделах кишечника признаками катарального воспаления; в печени — зернистой, вакуольной и жировой дистрофиями; в поджелудочной железе — хорошо выраженным отеком междольковой соединительной ткани и атрофией панкреатических островков. Вместе с тем у животных опытных групп, содержавшихся при скормливаниях на фоне ОР соответственно «Трепела» и «Суvara», имело место нормальное структурно-функциональное состояние органов и тканей пищеварительной системы, гистологические изменения которых были весьма незначительными (слизистая дистрофия эпителия тонкого отдела кишечника, очаговое катаральное воспаление ободочной кишки, предвестники жировой дистрофии печени).

Морфофизиологический статус органов иммунной и кроветворной систем у интактных хрячков характеризовался: в тимусе — нарушением соотношения коркового и мозгового веществ, некоторым стиранием границы между ними, уменьшением числа лимфоцитов в корковом веществе и увеличением количества телец Гассала в мозговом; в селезенке сглаженностью рисунка ее фолликулярного строения, гиперплазией лимфоидной ткани фолликулов, слабым депонированием крови и снижением числа Т- и В-лимфоцитов; в лимфоузлах — изреженным расположением клеточных элементов и угнетением лимфопоэтической функции. Одновременно у животных опытных групп выявлено гистологически нормальное структурно-функциональное состояние изучаемых органов.

Таким образом, установлено, что назначение хрячкам вместе с основным рационом «Трепела» и «Суvara» в биогеохимических условиях Чувашского Юго – Востока сопровождалось заметным ростом и иммуностимулирующим воздействием на организм. При этом иммунотропный и морфометрический эффекты были практически равнозначными при скормливаниях животным как «Трепела», так и «Суvara».

В этих моделируемых условиях органолептические, биохимические и спектрометрические показатели мяса подопытных свиней были практически одинаковыми, свидетельствующие об экологической безвредности изучаемых биогенных препаратов и индифферентности качества мясных туш к ним.

Во второй серии опытов температура тела, число ударов пульса, дыхательных движений у хрячков исследуемых групп в ходе третьей серии экспериментов колебались в пределах физиологической нормы ($P > 0,05$). При этом состояние слизистой оболочки носа, конъюнктивы глаз, волосяного покрова и кожи, а также упитанность и поза полностью соответствовали таковым во второй серии опытов. Параметры масса тела животных второй и третьей групп, содержавшихся с назначением на фоне ОР соответственно «Трепела» и «Комбиолак-са», были значительно выше, начиная с их 120-дневного возраста и до конца наблюдений, чем в контроле ($P < 0,05$). Характер изменений среднесуточного прироста живой массы подопытных свиней полностью соответствовал динамике массы тела.

Органолептические (наружный вид, консистенция, запах, качество поверхностного жира и бульона), биохимические (значение pH, аминокислотного азота, реакции на пероксидазу и с сернокислой медью), спектрометрические (концентрация Pb, Cd, As, Cu, Zn, Hg) показатели мяса подопытных хрячков были идентичными, что свидетельствует об экологической безопасности испытываемых биогенных соединений и о доброкачественности мясных туш. Отмечено, что у опытных свиней, начиная соответственно с 240-дневного (вторая группа) и 120-дневного возраста (третья группа), число эритроцитов было достоверно больше аналогичного показателя у интактных сверстников.

Подобная закономерность отмечена и в динамике концентрации гемоглобина в крови. Число лейкоцитов у животных сравниваемых групп волнообразно изменялось в возрастном аспекте, различие в котором было незначительным на всем протяжении экспериментов ($P > 0,05$). Установлено, что разница в активности АБОК у подопытных хрячков во все сроки исследований была недостоверной. Из анализа биохимического спектра крови следует, что

свиньи второй и третьей групп в условиях назначения соответственно «Трепела» и «Комбиолакса», начиная с их 120–дневного и до 300–дневного возраста, превосходили по уровню общего белка в сыворотке крови на 3,9 – 9,0% ($P < 0,05$).

Характер колебаний содержания альбуминов в целом соответствовал динамике такового общего белка. Выявлено, что хрячки второй и третьей групп достоверно превосходили сверстников интактной группы по концентрации γ –глобулинов, начиная соответственно с 240– и 180–дневного возраста и до конца экспериментов. Аналогичная закономерность, однако, в менее выраженной форме, выявлена в характере изменений уровня иммуноглобулинов в сыворотке крови. Установлено, что опытные животные значительно превосходили интактных сверстников по содержанию кальция, начиная с 180–дневного (вторая группа) и с 120–дневного возраста (третья группа) до завершения исследований, соответственно на 10,7 – 15,5% и 7,8 – 16,7% ($P < 0,05$). Так же отмечено, что у 180–, 240–, 300–дневных свиней опытных групп имело место достоверное превышение содержания фосфора по сравнению с аналогичным показателем у их сверстников интактной группы. Следует отметить, что у хрячков второй и третьей групп, содержащихся при скормливании «Трепела» и «Комбиолакса» соответственно, содержание общего белка, его альбуминовой, α –, β – и γ –глобулиновых фракций, иммуноглобулинов, кальция и фосфора во все сроки исследований было примерно однозначным, хотя некоторое преимущество имели животные третьей группы ($P > 0,05$). Активность ПОЛ у хрячков изучаемых групп маятникообразно снижалась по мере их взросления ($18,6 \pm 0,45$ – $19,1 \pm 0,69$ против $17,6 \pm 0,27$ – $18,3 \pm 0,23$ мВ; $P > 0,05$). Другая закономерность обнаружена в динамике концентрации пероксидазы, которая у подопытных животных неизменно снижалась от начала наблюдений к их завершению ($35,4 \pm 1,33$ – $36,0 \pm 1,70$ против $30,0 \pm 1,00$ – $32,6 \pm 1,63$ у.е.). При этом она у 120–, 180–, 240–, 300–дневных свиней второй и третьей групп была ниже соответственно на 0,6 – 8,1% и 2,3 – 7,0% ($P > 0,05$), чем таковая в контроле. У хрячков интактной группы морфологический статус исследуемых органов и тканей характеризовался следующими гистологическими изменениями: признаками серозного воспаления тонкого и толстого отделов кишечника; симптомами белковой и жировой дистрофий печени; расширенностью, разволокненностью и отеком междольковой соединительной ткани поджелудочной железы.

В то же время у опытных животных, содержащихся в условиях применения соответственно «Трепела» и «Комбиолакса», в целом структурно-функциональное состояние пищеварительной системы выглядело практически без морфометрических изменений.

Выявленные изменения морфологического статуса органов иммунной и кроветворной систем у контрольных хрячков проявлялись: в тимусе — некоторой размытостью границы между корковым и мозговым веществами и нарушением их соотношения, незначительным клеточным распадом тимусных телец; в селезенке — разрастанием лимфоидной ткани фолликулов, расконтуриванием ее фолликулярной структуры, уменьшением количества Т– и В–лимфоцитов; в лимфатических узлах — изреженным нахождением клеточных элементов, что в совокупности свидетельствует об определенном угнетении лимфопоэтической функции этих иммунокомпетентных органов. В то же время у опытных свиней изменения структурно – функционального состояния тимуса, селезенки, брыжеечного, подчелюстного и предлопаточного лимфоузлов гистологически не выявлены.

Итак, скормливание хрячкам на фоне основного рациона «Трепела» и «Комбиолакса» с учетом биогеохимических особенностей Чувашского Юго – Востока сопровождалось значительным влиянием на их рост – весовые показатели, гематологический и биохимический профили, морфологическое состояние органов систем пищеварения, кроветворения и желез внутренней секреции. Причем ростостимулирующий и иммуноморфостимулирующий эффекты выглядели примерно одинаковыми в условиях назначения животным и «Трепела», и «Комбиолакса». При этом органолептические и физико-химические свойства мяса свиней исследуемых групп были идентичными, что свидетельствует об экологической безопасности испытываемых биогенных веществ и индифферентности качества мясных туш к ним. В обеих

сериях опытов корреляционный анализ у животных сравниваемых групп мы проводили с учетом массы тела, числа эритроцитов, концентрации гемоглобина в крови, уровня кислотной емкости, общего белка, альбуминов, γ -глобулинов и кальция в кровяной сыворотке, объективно отражающих морфофизиологическое состояние организма. Поскольку в обеих сериях исследований у свиней второй и третьей групп, содержащихся соответственно в биогеохимических условиях Чувашского Юго – Востока с назначением «Суvara», «Комбиолакса» и «Трепела», «Суvara», «Комбиолакса», различие указанных выше структурно – функциональных показателей организма была несущественно, то корреляционный анализ физиологических процессов провели между хрячками первой (интактной) и третьей (опытной) групп.

Отмеченные нами количество и характер взаимосвязей между исследуемыми показателями роста, гематологического, биохимического профиля и становлением и развитием физиологических систем у хрячков изучаемых групп свидетельствуют о разной степени резистентности и эврибионтности организма. При этом выявленные у них положительные и отрицательные корреляционные отношения адекватно отражают происходящие в организме защитно – приспособительные процессы по обеспечению структурно-функционального оптимума, обусловленные корригирующим воздействием на животных испытываемых биогенных веществ в биогеохимических условиях Чувашского Юго – Востока.

Литература:

- [1] Степановских, А. С. Прикладная экология / А. С. Степановских. – М. : ЮНИТИ – ДАНА, (2003)
- [2] Сусликов, В. Л. Геохимическая экология болезней / В. Л. Сусликов. – М. : Гелиос АРВ. – Т. 2. (2000)
- [3] Правила ветеринарно – санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов. – М. (1988)

СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ АМОРФНЫХ ОБЛАСТЕЙ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Ю. Б. Грунин, Л. Ю. Грунин, Е. А. Никольская

*Марийский государственный технический университет,
(424000, г. Йошкар – Ола, пл. Ленина, 3)
E-mail: mobilenmr@hotmail.com*

Установлена возможность изучения аморфных областей целлюлозы с помощью ЯМР–релаксации и сорбционных методов. Представлена структурная модель, учитывающая вхождение в состав аморфной области целлюлозы наноразмерных фрагментов ее фибрилл. В рамках этой модели определены параметры структуры аморфных участков. Высокая доля поверхностных макромолекул микрокристаллитов аморфных областей способствуют формированию ее структуры, сорбционных и реакционных свойств. Установлено, что процесс мягкого кислотного гидролиза препаратов целлюлозы сопровождается ростом их степени кристалличности, уменьшением полной удельной поверхности и понижением свободной энергии всей полимерной системы в целом.

Studying of amorphous regions of cellulose possibility is positioned by means of NMR-relaxation and sorption methods. The structural model is presented, considering occurrence in composition of an amorphous region of cellulose of nanodimensional fragments of its fibreless. Structures of amorphous sites parameters are defined within the limits of this model. Superficial macromolecules of microcrystallites of amorphous regions the high share promotes formation of its structure, sorption and reactionary properties. Thea are soft acid hydrolysis of drugs of cellulose process is accompanied by growth of their degree of crystallinity, reduction of full specific surface and depressing of a free energy of all polymeric system as a whole, by us it is positioned.

1. Введение

Известно, что большинство свойств целлюлозы и ее производных определяется строением ее аморфных областей. Такие процессы, как химический и ферментативный гидролиз целлюлозных материалов, сорбция, химическая модификация, получение эфиров, производство бумаги и картона, тканей и т.п., происходят, прежде всего, в наиболее доступных и реакционно – способных аморфных областях целлюлозы. Вместе с тем, как показывает практика, современные знания о структуре и свойствах именно этих областей крайне противоречивы, неопределенны и, безусловно, нуждаются в уточнении. По мнению исследователей, причиной этого является ограниченность обычно применяемых в данном направлении методов физико – химического анализа [1]. Следует отметить, что в рамках известных моделей строения целлюлозы с выпрямленной конформацией цепей в одной микрофибрилле может сочетаться несколько кристаллических и аморфных областей целлюлозы. В этом случае аморфная область может быть представлена составными элементами микрофибрилл, возникшими вследствие дефектов в их структуре [22]. Как показали недавние исследования с применением суперкомпьютерного моделирования [5], соседние макромолекулы сухой целлюлозы с помощью водородных связей формируют необратимые надмолекулярные образования. Поэтому существование одиночных макромолекул в сухих нативных целлюлозах маловероятно. Очевидно, в аморфных областях локально образуются первичные надмолекулярные надструктуры с малым поперечным размером и с высоким содержанием поверхностных макромолекул, а в кристаллических — сформировавшиеся фибриллы и их ассоциации. В силу известных ограничений рентгендифрактометрии, как основного метода по определению степени кристалличности полимеров, вклад указанных малых фрагментов в кристаллическую область наблюдаемой рентгенограммы обычно не фиксируется [1, 3, 4, 22].

Основной целью настоящей работы являлось установление возможности изучения структуры и свойств аморфных областей некоторых видов целлюлозы с помощью ЯМР-релаксационных и сорбционных измерений, а также расчет параметров надмолекулярных образований, формирующих эту область в рамках высказанной выше гипотезы.

2. Методы и материалы

В настоящей работе различные виды целлюлозы (хлопковая целлюлоза ГОСТ 595 – 79, беленая сульфитная ГОСТ 3914 – 60, беленая сульфатная ГОСТ 9571 – 89, вискозная ГОСТ 5982 – 84) тщательно промывались, подвергались сушке при температуре 105°C до постоянного веса. Основным методом исследования, применяемым в данной работе, был метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР) низкого разрешения (ЯМР релаксации) на протонах [12, 13, 19]. Применялись также методы пикнометрии с использованием гексана [6, 7, 8], а также сорбционный метод изопиестических серий [6, 7]. Времена спин – решеточной релаксации определялись с применением импульсной последовательности [насыщение — восстановление], а времена спин – спиновой релаксации определялись с применением методов Хана и Карра – Парсела – Мейбума – Гилла [2, 12, 19, 20] с помощью ЯМР-анализатора «Спин Трэк» [21] с резонансной частотой 42 МГц и длительностью 90-градусного импульса 2.5 мкс и временем восстановления чувствительности 6 мкс. При этом для оценки амплитуды сигнала спада свободной индукции (ССИ) проводилось усреднение сигнала, отстоящего от центра возбуждающего импульса на 8 микросекунд. Полученные значения с хорошей точностью оказываются пропорциональными полной амплитуде ССИ, если время спин – спиновой релаксации его короткой компоненты изменяется незначительно от образца к образцу. Погрешность измерения временных параметров не превышала 4%, амплитудных — 0,5%.

Применение метода ЯМР релаксации к анализу структуры целлюлозы позволило установить высокую скорость обмена между внутренними и поверхностными протонами абсолютно сухой целлюлозы, которая удовлетворительно описывается уравнением [2, 19, 20]:

$$N/T_{\text{изм}} = N_{\text{вн}}/T_{\text{вн}} + N_{\text{н}}/T_{\text{лн}}, \quad (1)$$

где N , $N_{\text{вн}}$, $N_{\text{н}}$ — содержание протонов в образце, внутри и на поверхности кристаллита целлюлозы; $T_{\text{изм}}$, $T_{\text{вн}}$, $T_{\text{лн}}$ — соответствующие им усредненные времена спин – решеточной ре-

лаксации. Относительная населенность протонов кристаллической фазы, пропорциональная отношению ее массы к массе всего образца, будет определяться как:

$$P_{\text{вн}} = N_{\text{вн}}/N. \quad (2)$$

Определение $P_{\text{вн}}$ упрощается при дейтерировании исследуемой целлюлозы в парах тяжелой воды при комнатной температуре. При этом, как известно [13, 20], происходит обмен протонов на дейтерий только в доступных поверхностных гидроксильных группах. В результате измеряемое время спин – решеточной релаксации становится близким к $T_{1\text{вн}}$, а населенность фракции внутренних протонов пропорциональна максимальной амплитуде сигнала спада свободной индукции (ССИ) продейтерированного образца сухой целлюлозы $A_{\text{д}}$ с учетом, как показывает расчет, близости значений $T_{1\text{вн}}$ и времени релаксации T_1 от протонов внутримолекулярных групп С—Н и недейтерированных ОН – групп, обеспечивающих межмолекулярную связь поверхностных молекул биополимера. При этом отношение $A_{\text{д}}/A_0$, пропорциональное $P_{\text{вн}}$ и эквивалентное «массовой» степени кристалличности, мы обозначили через K . Таким образом,

$$K = A_{\text{д}}/A_0, \quad (3)$$

где A_0 — максимальная амплитуда ССИ исходного образца, экстраполированная на задний фронт 90° – импульса. После несложных преобразований формулы (1) выражение для времени спин – решеточной релаксации поверхностных протонов исходного образца имеет вид:

$$T_{1\text{п}} = T_{1\text{изм}} \frac{1 - A_{\text{д}}/A_0}{1 - \frac{T_{1\text{изм}}}{T_{1\text{вн}}} \frac{A_{\text{д}}}{A_0}} = T_{1\text{изм}} \frac{1 - K}{1 - \frac{T_{1\text{изм}}}{T_{1\text{вн}}} K}, \quad (4)$$

где A_0 — амплитуда ССИ от протонов исходного образца.

3. Результаты и их обсуждение

С помощью соотношений (1 – 4) и на основе экспериментально измеренных времен $T_{1\text{изм}}$ в образцах трех видов сухой целлюлозы в исходном и дейтерированном состоянии были определены значения времен спин – решеточной релаксации от протонов их внутренних и поверхностных областей, а также степень кристалличности K , определенная с помощью ЯМР (табл. 1). Представленные в табл. 1 значения K , как и ожидалось, несколько превышают величины степени кристалличности хлопковых и древесных целлюлоз, определяемых с помощью рентгеноструктурного анализа и заимствованных из работы [3]. Обнаруженное уменьшение времени спин – решеточной релаксации поверхностных протонов ($T_{1\text{п}}$) по сравнению с внутренними свидетельствует об ускоряющем вкладе в релаксационные процессы вращательного движения свободных протонсодержащих групп, находящихся на поверхности кристаллитов образца и способствующих переносу ядерной релаксации из его внутренних областей [20]. Поскольку целлюлоза состоит из упорядоченных (кристаллических) и аморфных областей, то для ее массы m можно записать выражение:

$$m = \rho V = \rho_{\text{цк}} V_{\text{цк}} + \rho_{\text{ца}} V_{\text{ца}}.$$

Таблица 1.

Времена спин – решеточной релаксации от внутренних и поверхностных протонов хлопковой и древесных целлюлоз, степени их кристалличности K , определенных методом ЯМР

Вид целлюлозы	K	$T_{1\text{изм}}$, мс	$T_{1\text{вн}}$, мс	$T_{1\text{п}}$, мс
Хлопковый линтер	0,75	460	520	320
Сульфитная (60° ШР)	0,63	354	450	268
Сульфатная (56° ШР)	0,62	327	415	221

Учитывая, что “массовая” степень кристалличности K образца целлюлозы определяется как:

$$K = \rho_{\text{цк}} V_{\text{цк}} / \rho V, \quad (5)$$

можно найти выражение для средней плотности аморфных участков образца:

$$\rho_{\text{ца}} = \rho \frac{1 - K}{1 - K \frac{\rho}{\rho_{\text{цк}}}}. \quad (6)$$

В выражениях (5) и (6) ρ , $\rho_{\text{цк}}$, $\rho_{\text{ца}}$ — плотность образца, его кристаллического и аморфного участка соответственно; V , $V_{\text{цк}}$, $V_{\text{ца}}$ — их соответствующие объемы. Для определения плотности $\rho_{\text{ца}}$ трех видов целлюлозы предварительно находились значения их степеней кристалличности K по формуле (3). Значения $\rho_{\text{цк}}$, полученные на основе данных рентгеноструктурного анализа, взяты из работ [3, 1]. Величину ρ определяли методом пикнометрии [6, 7] с использованием гексана, не вызывающего набухания волокна целлюлозы. Результаты проведенных определений плотности представлены в табл. 2. Обращают на себя внимание высокие значения плотности $\rho_{\text{цк}}$ образцов хлопковой нативной целлюлозы, в которой отсутствует лигнин и гемицеллюлозы, поэтому эти образцы имеют более компактную структуру. Эти данные коррелируют с показателем степени кристалличности образцов: чем выше его значение, тем выше плотность аморфных областей. Сопоставляя величины последних со значениями времен спин – решеточной релаксации поверхностных протонов (табл. 1 и 2), легко видеть и их соответствие, что подтверждается также работами [13, 19].

Таблица 2.

Плотности различных видов целлюлозы

Вид целлюлозы	Плотность, г/см ³		
	ρ	$\rho_{\text{цк}}$	$\rho_{\text{ца}}$
Хлопковый линтер	1,44	1,56	1,24
Сульфитная (60° ШР)	1,36	1,53	1,14
Сульфатная (56° ШР)	1,34	1,53	1,11

Из этого можно сделать вывод, что молекулярные электрические поля внутренней области кристаллитов влияют на формирование определенной надмолекулярной структуры их поверхности, придавая ей специфические свойства, отличающиеся от структуры и свойств внутренних кристаллических областей. Как уже указывалось, в проведенных ранее нашими сотрудниками исследованиях была установлена пропорциональность между плотностью, степенью кристалличности целлюлозы [3, 19] и временами спин – решеточной релаксации, поэтому плотность и значения времен этой релаксации непосредственно связаны со структурой аморфных областей, в частности, располагающихся и на поверхностях кристаллитов. Легко показать, в рамках параллелепипедной модели Эллефсена – Теннесена [22], что если средний размер фрагмента микрофибриллы равен $d_{\text{к}}$, а средний Ван – дер – Ваальсовский поперечник молекулы целлюлозы $d_{\text{м}}$ ($\approx 6 \text{ \AA}$) [14], то соотношение η числа поверхностных молекул такого образования к общему числу молекул в нем представляется выражением

$$\eta = \frac{4(n-1)}{n^2} \quad (7)$$

где $n = \frac{d_{\text{к}}}{d_{\text{м}}}$ — число молекул, входящих в одну из боковых поверхностей микрокристаллита.

Величина n^2 пропорциональна общему количеству макромолекул кристаллита. Несложный расчет показывает, что если поперечник кристаллита имеет средний размер $80 \text{ \AA}$, то относительное число его поверхностных молекул составляет 24%. Если $d_{\text{к}} = 60 \text{ \AA}$, то $\eta = 36\%$; при $d_{\text{к}} = 30 \text{ \AA}$ значение η составляет 60%, и при $d_{\text{к}} = 20 \text{ \AA}$, η будет равным 90%. Практика показывает [11], что в результате размола по мере уменьшения поперечных размеров микрокристаллитов заметно возрастает аморфизация целлюлозы, ее реакционная и сорбционная способности, а также удельная поверхность. Из вышесказанного видно, что причиной этому является рост содержания свободных активных центров, принадлежащих увеличивающемуся количе-

ству поверхностных молекул целлюлозы. По нашему мнению, близкорасположенные и по относительной ориентации малоупорядоченные фрагменты микрофибрилл, входящих в аморфную область целлюлозы, взаимодействуют друг с другом с помощью водородных связей, что приводит к их локальным ассоциациям. В результате формируется неоднородная квазисетчатая структура, ячейки которой представляют собой микропористые и мезопористые пространства, ограниченные фрагментами микрофибрилл и одиночными микрофибриллами. Противоположные стенки этих пор удерживаются на некотором расстоянии за счет кулоновского отталкивания одноименно заряженной поверхности (ψ – потенциал при абсолютно сухой целлюлозе и ξ – потенциал при влажной). Таким образом, аморфная область целлюлозы в целом формируется поверхностными молекулами ее микрофибрилл и их фрагментов, обладающих полимикрористаллической пористой структурой. На рис. 1 – 3 представлены изотермы сорбции воды хлопковой и древесной целлюлозой, а также зависимости времен спин – спиновой и спин – решеточной релаксации от абсолютного влагосодержания образцов. На основе проведенных ранее исследований сорбционных свойств целлюлозы, с помощью изотерм адсорбции воды и метода ЯМР – релаксации, нами была установлена возможность определения удельной поверхности образцов $S_{y\partial}$ по формуле [12]:

$$S_{y\partial} = 3500 w_m (m^2/g), \quad (8)$$

где w_m — влагосодержание, соответствующее заполнению первого адсорбционного поверхностного слоя воды. Влагосодержание монослоя w_m определяли с помощью соотношения:

$$w_m = T_{2m} \frac{w}{T_2} (g/g), \quad (9)$$

где T_2 — время спин – спиновой релаксации, соответствующее влагосодержанию w воздушно – сухого образца; T_{2m} — время спин – спиновой релаксации прочносвязанной воды [12]. С помощью соотношений (8) и (9) на основе экспериментальных измерений изотерм адсорбции и зависимости $T_2=f(w)$ (см. рис. 1–3) были определены значения влагосодержания монослоя и удельной поверхности трех типов целлюлозы. Из представленных в табл. 3 расчетных данных, полученных из приведенных выше зависимостей следует, что древесная целлюлоза обладает более развитой удельной поверхностью по сравнению с хлопковой целлюлозой и, следовательно, имеет меньшую общую плотность аморфных областей и более высокую дисперсность, что подтверждается также данными табл. 2 и рис. 2, характеризующего меньшую подвижность молекул адсорбированной воды в порах древесных целлюлоз. Охарактеризуем хотя бы в первом приближении структурные параметры надмолекулярных образований, входящих в основную аморфную область целлюлозы. Общий объем аморфной области ($V_{\text{ца}}$) образца, имеющего массу m :

$$V_{\text{ца}} = m(1 - K)/\rho_{\text{ца}}. \quad (10)$$

Объем, занимаемый собственно кристаллитами в той же области:

$$V_{\text{ка}} = \frac{m(1 - K)}{\rho_{\text{цк}}} = V_{\text{ца}} \frac{\rho_{\text{ца}}}{\rho_{\text{цк}}}, \quad (11)$$

где обозначения $\rho_{\text{цк}}$, $\rho_{\text{ца}}$, $V_{\text{ца}}$, K соответствуют выражениям (5), (6), (10). Если предположить, что образующие основную аморфную область целлюлозы структурные элементы расщепленной фибриллы, характеризующейся большим относительным количеством поверхностных молекул, имеют параллелепipedную форму в соответствии с моделью Элlefсена – Теннесена, то их средний поперечный размер $d_{\text{ка}}$ можно найти из соотношения $V_{\text{ка}}$ и $S_{y\partial}$, отнесенных к аморфной области:

$$d_{\text{ка}} = 4 \frac{(1 - K)}{S_{y\partial} \rho_{\text{цк}}}. \quad (12)$$

Рис. 1. Изотерма адсорбции паров воды на образцах хлопковой (1), беленой фитной (2) и сульфатной (3) целлюлозы

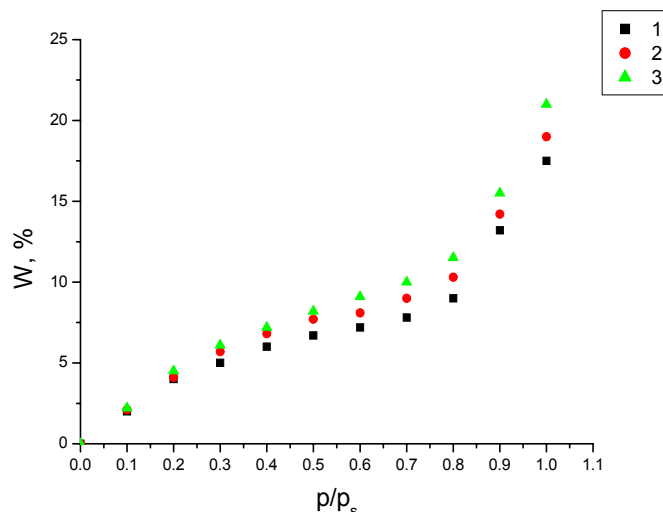


Рис. 2. Зависимость времени спин – спиновой релаксации от влагосодержания для образцов хлопковой (1), беленой сульфитной (2) и сульфатной (3) целлюлозы

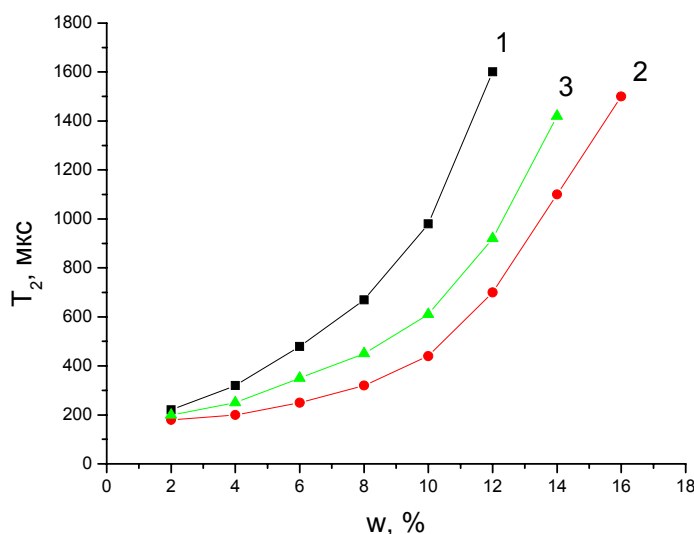
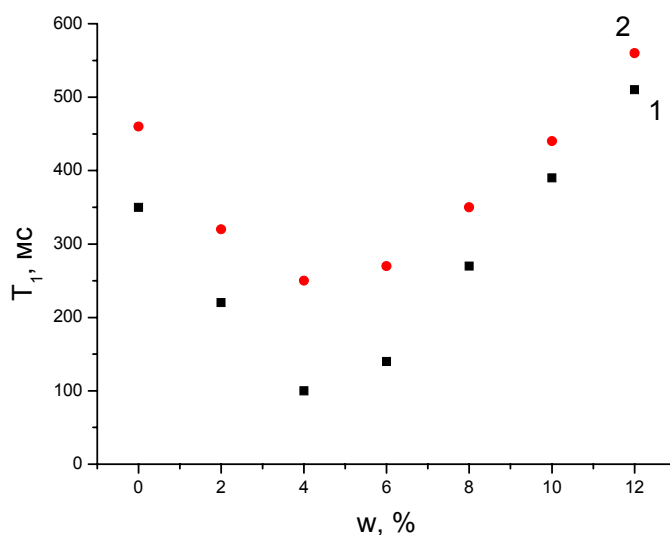


Рис. 3. Зависимость времени спин – решеточной релаксации от влагосодержания беленой сульфитной целлюлозы в обычном (1) и предварительно продейтерированном состоянии (2)



Объем “пустого” пространства в указанном участке:

$$V_{na} = \frac{m(1-K)}{\rho_{ца}\rho_{цк}}(\rho_{цк} - \rho_{ца}) = V_{ца}\left(1 - \frac{\rho_{ца}}{\rho_{цк}}\right) \quad (13)$$

Средняя степень заполнения микрокристаллитами аморфной области (γ_a):

$$\gamma_a = V_{ка}/V_a = \rho_{ца}/\rho_{цк} \quad (14)$$

Очевидно, что коэффициент γ_a является характеристикой уплотненности аморфной области. В табл. 4 представлены результаты расчета структурных параметров по соотношениям (10 – 14) для трех видов целлюлозы на основании данных табл. 2. Обращает на себя внимание то, что полученные данные имеют размерность, характерную для нанодиапазона (10^{-9} – 10^{-7} м) [9]. Из представленных в табл. 4 данных следует, что сравнительно высокое “запол-

нение” аморфных участков характерно для всех видов целлюлозы, в то время как доля пористого пространства для древесных образцов существенно выше по сравнению с хлопком. Практика показывает, однако, что в нативных образцах сильнее развита макропористость, образованная более значительными межламеллярными пространствами [1, 12].

Таблица 3.

Удельная поверхность различных видов целлюлоз

Вид целлюлозы	$S_{уд}, м^2/г$
Хлопковый линтер	120
Сульфитная (60° ШР)	230
Сульфатная (56° ШР)	210

Таблица 4.

Структурные параметры элементов аморфной области для трех видов целлюлоз

Вид целлюлозы	Объем элементов аморфной области (см ³ /г)			γ_a	$d_{ка}, \text{\AA}$
	V_a	$V_{ка}$	$V_{па}$		
Хлопковая	0,24	0,19	0,048	0,8	50
Сульфитная (60° ШР)	0,32	0,24	0,08	0,74	43
Сульфатная (56° ШР)	0,36	0,26	0,1	0,72	42

Легко видеть, что полученные данные свидетельствуют о существовании микро- и субмикропространств, располагающихся между фрагментами микрофибрилл. Из данных, представленных в табл. 4, также следует, что указанные фрагменты, формирующие аморфную область, имеют поперечные размеры меньшие, чем у стандартных микрофибрилл, или соизмеримые с ними и, как показывает простой расчет (7), содержат существенно большее количество поверхностных макромолекулярных цепей. Эти ассоциаты в среднем отстоят друг от друга на расстоянии 8 Å, характерном для микропористых пространств [20]. Очевидно, что за пределами аморфных областей они упорядочиваются, объединяются в более крупные кристаллиты, соответствующие микрофибриллам, а далее и ламеллам. Таким образом, экспериментальные и расчетные данные подтверждают предложенную выше модель строения аморфных участков целлюлозы.

В процессе установления термодинамического равновесия в этих областях полимера вся рассматриваемая система самопроизвольно стремится к минимуму свободной энергии, к уменьшению поверхности раздела и, следовательно, к укрупнению дисперсной фазы, то есть к сокристаллизации составляющих ее элементов.

Этот процесс описывается потенциалом Гиббса [16, 17, 20]:

$$\Delta G = 2 (V_{ка}\sigma_2/l_2 - V_{ка}\sigma_1/l_1),$$

где σ_i и l_i — поверхностная энергия и расстояние до поверхности от центра кристаллита до и после сокристаллизации, $V_{ка}$ — мольный объем кристаллитов, принадлежащих аморфным областям.

Указанный процесс зависит в определенной мере от чистоты поверхности кристаллита и температуры дисперсионной среды и поэтому хорошо реализуется в условиях мягкого кислотного гидролиза или мягкой щелочной мерсеризации [13].

Литература

- [1] Алешина Л. А. и др. // Химия растительного сырья. 1 (2001) 5
- [2] Чижик В. И. Ядерная магнитная релаксация. Уч. пособие. 3 – е изд. СПб: Изд – во СПб. ун – та (2004)

- [3] Иоселович М. Я. Структурная неоднородность целлюлозы. Автореф. дис. ... докт. хим. наук. Рига: ИХД АН Латвии (1991)
- [4] Сухов Д. А. Анализ взаимосвязи строения и свойств целлюлозных волокон по их колебательным спектрам. Автореф. дис. ... докт. хим. наук. СПб: СПбГТУРП. (2002)
- [5] Fumio Tanaka and Noriko Fukui // *Cellulose*. **11** (2004) 33
- [6] Гребенников С. О., Кынин А. Т. Методические указания к выполнению учебно – исследовательской работы по физической и коллоидной химии. Л.: Изд – во Ленингр. ун – та (1984)
- [7] Смирнова Л. Г., Грунин Ю. Б., Красильникова С. В. и соавт. // *Коллоидный журн.* **65(6)** (2003) 850
- [8] Оболенская А. В., Щеглов В. П., Аким Г. Л. и соавт. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. М.: Лесная промышленность (1965)
- [9] Сумм Б. Д. Коллоидная химия. М.: изд. центр «Академия» (2006)
- [10] Yamamoto H., Horii F. // *Cellulose*. **1** (1994) 57
- [11] Simon J., Scheraga H. A., Manly R. St J. // *Macromolecules*. **21** (1988) 983
- [12] Грунин Ю. Б. Анализ системы целлюлоза – вода модифицированными методами протонного магнитного резонанса. Дис. ... докт. хим. наук. Рига: ИХД АН Латвии (1989)
- [13] Лежнина М. М. Надмолекулярная структура целлюлозы и ее изменения в гетерогенных процессах. Автореф. дис. ... канд. хим. наук. Йошкар – Ола: МарГТУ (1996)
- [14] Bodor N., Gabanyi Z., Wong C. // *J. Am. Chem. Soc.* **111** (1989) 3783
- [15] Gavezotti A. // *J. Am. Chem. Soc.* **105** (1983) 5220
- [16] Шукин Е. Д., Перцов А. В., Амелина Е. А. Коллоидная химия. М.: Высш. Школа (2004)
- [17] Грунин Ю. Б., Грунин Л. Ю. Физическая химия адсорбционных процессов. Уч. пособие. Йошкар – Ола: МарГТУ (2004)
- [18] Грунин Ю. Б., Грунин Л. Ю. Основы молекулярной физики и термодинамики. Поверхностные явления. Уч. пособие. Йошкар – Ола: МарГТУ (2007)
- [19] Грунин Л. Ю. Протонная магнитная релаксационная спектроскопия природных полимеров. Дис. ... канд. хим. наук. Йошкар – Ола: МарГТУ (1998)
- [20] Грунин Ю. Б., Грунин Л. Ю., Никольская Е. А. // *Журн. физ. химии*. **81(7)** (2007) 1165
- [21] www.mobilenmr.com
- [22] Целлюлоза и ее производные / Под ред. Байклза Н. и Сегала Л. М. : Мир (1974)

ХИТИНСОДЕРЖАЩИЕ ПРОДУКТЫ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

В. П. Ившин, Т. В. Морозова, Т. Н. Ившина, Ф. Ф. Шарнина

*ГОУ ВПО Марийский государственный университет
(424001, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 1)
E-mail: ivshin@marsu.ru*

Выделены и идентифицированы хитинсодержащие материалы из биомассы природных высших грибов вида *Armillariella mellea* Республики Марий Эл с использованием новой упрощенной методики и двух общепринятых методов и проведено сравнение их свойств со свойствами чистого хитина ракообразных. Прослежено изменение состава полупродуктов (содержание воды, минеральных, органических веществ, общего азота и D–глюкозамина) в процессе обработки. Продемонстрированы преимущества новой методики, позволяющей сохранять нативные свойства материала при выделении хитина. Показана возможность препаративного получения солянокислого D–глюкозамина высокого качества с достаточно высоким выходом при гидролизе хитина гриба. Показано, что гриб вида *Armillariella mellea* может являться потенциальным сырьем для получения хитина и D–глюкозамина. Ранее были изучены структурно – сорбционные свойства хитин – глюкановых и хитин – глюкан – меланиновых комплексов, выделенных из различных видов нативной биомассы высших грибов классов

Basidiomycetes и *Ascomycetes* Республики Марий Эл с использованием новой методики и проведено сравнение их структуры со структурой крабового хитина. Прослежена эволюция структуры материала на разных стадиях обработки. Установлено, что все полученные материалы характеризуются высоким содержанием хитина и по сорбционным свойствам могут быть классифицированы как разнокомпонентные системы состава (хитин – глюкан – меланин).

From a biomass of connatural highest mushrooms of kind *Armillariella mellea* Republics Mary El chitin keeping stuffs are secured and identified with use of the new simplified procedure and two standard methods, except that their properties comparison is made with properties of pure chitin of the crustacea. Composition of their intermediates, namely water content, mineral, organic matters, the general nitrogen and a D-glucosamine change is tracked in the course of processing. New procedures of advantage are shown, which allows conserving native properties of stuff at chitin allocation. Possibility of preparative reception hydrochloride D-glucosamine possibility is shown high quality with enough high yields at hydrolysis of chitin of a mushroom. By us it is shown, that kind *Armillariella mellea* the mushroom can be potential raw materials for chitin and D-glucosamine reception. Structurally – sorption properties have been studied earlier chitin – glucan and chitin – a glucan – the melanin complexes secured from various kinds of a native biomass of the highest mushrooms of classes *Basidiomycetes* and *Ascomycetes* Republics Mary an El with use of new procedure and comparison of their frame with frame of crab chitin is made. A frame of a stuff evolution is tracked at different stages of processing. By us it is positioned, that all received stuffs are characterised by the high maintenance of chitin and on sorption properties they can be categorised as various composition of system keeping complexes chitin – a glucan – melanin.

1. Введение

Хитин и хитозан являются базовыми веществами для целой гаммы медицинских препаратов. Главным источником их получения к настоящему времени являются морепродукты, хотя на повестку дня ставится разработка биотехнологических процессов получения полиаминосахаридов мицелиальных грибов. Представляется, что серьёзным резервом для получения производных хитина является биомасса плодовых тел высших грибов, произрастающих в естественных условиях. Разнообразие сорбционных характеристик хитинглюкановых комплексов (ХГК) в различных видах высших грибов побудило нас детально проработать методы их выделения и изучить структуру. Мы полагаем, что хитинглюканы разных грибов являются природными заготовками важных биологически активных объектов, главное — попытаться их обнаружить и зафиксировать. Использование такого подхода представляется актуальным и с инновационной стороны как путь к получению целой гаммы медицинских препаратов.

Хитин является основой скелетной системы, поддерживающей клеточную структуру насекомых, ракообразных, грибов, бактерий, дрожжей, диатомовых водорослей. Уникальность хитина заключается, прежде всего, в физиологической и биологической активности при отсутствии токсичности, способности к ионному обмену, волокно- и пленкообразованию, набуханию, селективной сорбции тяжелых металлов, радионуклидов и канцерогенных веществ из организма. Он представляет несомненный интерес для медицинской химии и является ценным сырьем для дальнейшего синтеза биологически активных веществ, благодаря свойствам биосовместимости и биоразрушаемости с образованием N-ацетил-D-глюкозамина и D-глюкозамина. Большой интерес представляет создание на основе хитина хирургического шовного материала, способного рассасываться в организме человека. Кроме того, его применяют в качестве иммуностимулятора и компонента пищевых добавок. Поэтому одним из приоритетных направлений исследований природных соединений является выделение, идентификация и изучение физико – химических свойств природного полисахарида хитина.

На сегодняшний день в мире общепризнанным объектом для получения хитина и разработок новых методик выделения является панцирьсодержащее сырьё. Все промышленные процессы, реализованные в мире, основаны на этом методе. Что касается медицинского при-

менения хитина и хитозана из морепродуктов, то имеется целый ряд проблем при получении качественных медицинских препаратов. Жёсткие условия выделения влияют на первоначальную структуру нативной массы, кроме того, продукты выделения сложно отделять от неорганических примесей. В то время грибы как источник хитина обладают рядом преимуществ: высокой скоростью роста, минимальному содержанию минеральных веществ, возможностью использования отходов пищевой и целлюлозно – бумажной промышленности. А с учетом того, что хитин обладает доминирующей ролью в морфогенезе грибов, приобретает большое значение разработка методик выделения и изучение хитинсодержащих материалов (ХСМ). Молекула чистого хитина состоит из фрагментов N-ацетил-D-глюкозамина, соединенных между собой β -(1-4)-гликозидной связью. В клеточной стенке грибов хитин находится в виде ХГК, который еще недостаточно изучен как в отношении химической структуры, так и в отношении физико – химических свойств. В общем виде строение ХГК может быть представлено формулой:



Вопрос о характере связей хитина и глюканов в ХтГК остается спорным. Согласно существующим в настоящее время данным [2–3], ХтГК является сложной системой, в которой хитин связан с различными формами глюкана, причем основной цепью является хитин, а боковыми цепями — глюкан, если содержание хитина больше, и наоборот, основная цепь — глюкан, а боковые — хитин, если в составе превалирует глюкан. Не исключено также наличия в нативном комплексе свободного глюкана. В известных к настоящему времени работах исследователи пытаются избавиться от глюкановой компоненты и далее химически модифицировать хитин или хитозан для получения подходящего комплекса, обладающего заданной биологической активностью.

Мы полагаем, что набор комплексов хитина и хитозана в плодовых телах высших грибов является не недостатком, а достоинством, которое может быть использовано для получения конкретных препаратов. В последние годы всё большее внимание исследователей привлекают 1,3;1,6-D-глюканы — соединения, обладающие антиопухолевым, радиопротекторным, иммуномодулирующим и другими важными свойствами. Химический состав КС грибов и соотношение между хитином и глюканом изменяются не только в зависимости от вида гриба, но и от состава почвы, климатических условий, экологической обстановки местности, в которой данный вид произрастает, и от условий культивирования, что создает определенные трудности при выделении ХГК. Естественно, для решения поставленной задачи требуется современный аналитический комплекс и разработка методов получения ХГК из высших грибов с чёткой фиксацией структуры продолжает оставаться актуальной задачей.

Существующие в настоящее время методы выделения ХтГК из грибов подразделяются на физико – химические и ферментативные [4], методы, использующие неорганические реагенты достаточно высокой концентрации [5,6] и реагенты средней концентрации совместно синтетическими моющими средствами (стиральный порошок «Лотос») [7] и методы с применением органических растворителей и детергентов [8]. Все вышеуказанные способы получения хитина из грибной биомассы (кроме метода [5]) разработаны для выделения ХтГК из микроскопических низших грибов и обладают определенными недостатками (трудоемкость процесса, применение концентрированных реагентов, приводящих к потере нативных свойств продукта, и др). Также надо отметить, что для получения хитина из грибов многие исследователи применяют в качестве исходного сырья искусственно культивированные грибы с заранее заданными параметрами состава питательной среды для выращивания мицелия.

С целью разработки упрощенной методики выделения ХСМ из биомассы грибов проведена апробация двух общепринятых способов на грибах вида *Armillariella mellea*, произрастающих в естественных условиях на территории республики Марий Эл, с последующей модификацией. Прослежено изменение состава полупродуктов (содержание воды, минеральных, органических веществ, общего азота и D-глюкозамина) в процессе обработки. С применением методов гравиметрии, пиролизной газовой хроматографии, ИК-Фурье-спектро-

скопии и дифракции рентгеновских лучей в больших углах проведено сравнительное изучение физико – химических свойств ХСМ, выделенных разными методами, между собой и со свойствами хитина ракообразных.

2. Материалы и методы

В качестве сырья для получения ХГК в данной работе использовано плодовое тело высшего гриба *Armillariella mellea* («опенок настоящий») класса Basidiomycetes, собранный в Медведевском районе Республики Марий Эл осенью 2005 года. Выбор объяснялся широким распространением этого вида гриба. Биомасса грибов была высушена на воздухе в тени в хорошо проветриваемом помещении, а затем измельчена на лабораторной мельнице. Объектом исследования служили образцы ХГК, выделенные по разработанной нами [1] четырехстадийной схеме $\text{NaOH} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{NaOH}$ (показана последовательность обработки реагентами при выделении) и по общеизвестным классическим методикам [5,8].

Количество доли основного вещества, минеральных веществ, и влагосодержание образцов определено гравиметрическим методом. Качественный анализ на белок произведен с использованием чувствительных реакций: биуретовой реакции, кипячением пробы с разбавленной уксусной кислотой в присутствии хлорида натрия, с сульфасалициловой кислотой. Для определения общего азота ($N_{\text{общ}}$) использованы два метода: метод фотоэлектроколориметрии с использованием реактива Несслера и метод Кьельдаля. Содержание D-глюкозамина (DGA) в гидролизате определено фотометрическим методом по Эльсону – Моргану. Содержание хитина (X,%) в ХГК определено двумя методами: расчетом по формуле

$$X = \text{DGA} \times 1,13,$$

где 1,13 — коэффициент пересчета глюкозамина на хитин, и пиролизной газовой хроматографии. Азот хитина (N_x ,%) в ХГК рассчитан по формуле $N_x = X \times 6,89/100$, где коэффициент 6,89 — процентное содержание азота в молекуле хитина. Азот сопутствующих веществ ($N_{\text{св}}$) вычислен: $N_{\text{св}} = N_{\text{общ}} - N_x$. Остаточные белковые вещества (БВ) определены по формуле: $\text{БВ} = N_{\text{св}} \times 6,25$, где 6,25 — коэффициент пересчета на содержание белка. Осуществлен элементный анализ по азоту, углероду и водороду на автоматическом анализаторе (Perkin Elmer C H N S/O Analyzer 2400).

Строение ХГК идентифицировано методами ИК–Фурье – спектроскопии, дифракции рентгеновских лучей и пиролизной газовой хроматографии (ПГХ) в сравнении с хитином ракообразных. ИК–спектры снимались на ИК–Фурье – спектрофотометре «VECTOR 22» фирмы «Bruker» в таблетках с KBr при 20°C. В качестве аналитических полос поглощения выбирали полосу в области 1650 см^{-1} , соответствующую валентным колебаниям связи C=O карбонильной группы в амидах кислот (полоса амид I) и полосу в области 1550 см^{-1} соответствующую сумме колебаний связей N–H и C–N в амидах (полоса амид II).

Пирограммы ПГХ снимались на хроматографах «Кристалл 5000.2» и «Кристалл 2000М» с пиролизной ячейкой, адаптированной для исследования данных объектов. Подобраны условия анализа образцов методом ПГХ, при этом за основу была взята методика японских исследователей [9], но пиролиз проводился в среде щавелевой кислоты при температуре 600°C. Разделение велось на кварцевой капиллярной колонке ZB WAX (100% PEG) размером $30 \times 0,25 \times 0,52$. Затем продукты сгорания анализировались ПИД. В качестве газа – носителя использован гелий. Разделение велось в *split* – режиме 1 : 50. Идентификация полимеров и количественный расчет САГ проводились по характеристическим пикам уксусной кислоты, ацетонитрила и ацетамида. Рентгеновские дифрактограммы образцов получены на дифрактометре Дрон–3м методом съемки «на просвет» в диапазоне углов $2\theta = 5 - 50^\circ$ с использованием медного излучения, фильтрованного никелем. Образцы исследовали в виде порошков, помещенных в кювету с окошками из тонких пленок пэтф.

3. Результаты и их обсуждение

Для выделения ХГК из плодовых тел шляпочного гриба вида *Armillariella mellea* использовалась разработанная нами универсальная методике [1], за основу которой была взята

методика Феофиловой Е.П. с сотрудниками [8] для мицелиальных грибов, модифицированная с учетом особенностей высших грибов, произрастающих в естественных условиях. Отличие данной методики от выше указанных состоит в том, что в ней применяются неорганические реагенты довольно низкой концентрации (1 – 2%) и хозяйственного мыла в качестве детергента. Нами был получен из плодовых тел шляпочного гриба вида *Armillariella mellea* жемчужно белого цвета ХГК с достаточно высоким выходом (4,5%), свойства которого сопоставимы со свойствами технического хитина ракообразных (табл. 1). Как показано в табл. 1, содержание хитина в ХГК резко увеличивается после четвертой стадии обработки. Это связано, видимо, с протекающими на предыдущих стадиях процессами гидролиза и удаления СВ, которые способствуют доступу реагента к скелету ХГК на четвертой стадии.

Таблица 1.

Характеристики ХГК гриба *Armillariella mellea*, выделенного по лабораторной методике

Параметры, %	Норма по регл.	Исх. б/м	1 стад.	2 стад.	3 стад.	4 стад.
			NaOH	HCl	H ₂ O ₂	NaOH
Цвет	беж-роз.	корич.	корич.	корич.	св.беж.	белый
Влажность	не > 8,0	12,30	8,70	6,50	7,60	7,50
Зольность	не > 2,0	7,80	3,50	0,70	0,80	1,10
N _{общ}	не > 7,0	3,94	2,31	2,48	2,38	5,51
DGA	не < 15,0	8,20	20,10	22,50	27,80	70,40
Хитин в ХГК	—	9,30	22,80	25,50	31,50	79,80
N _х	не > 6,89	0,64	1,57	1,76	2,17	5,50
N _{св}	не ≥ 0,3	3,30	0,74	0,72	0,21	0,01
БВ	не ≥ 2,0	20,63	4,63	4,50	1,31	0,43
Качественная реакция на БВ	—	++++	++	+	±	—
Выход ХГК	—	—	23,50	18,80	11,70	4,5
СВ	—	—	76,5	81,20	88,3	95,6

На последней стадии удаляются остатки сложных трудно гидролизующихся природных соединений (протеинов, липидов, пигментов и т.д.) и щелочерастворимые α-глюканы. Об этом свидетельствует и изменение содержания азота в системе: с увеличением общего азота увеличивается количество азота хитина (особенно на последней стадии) и уменьшается количество азота сопутствующих белковых соединений. Существенного различия в ИК-спектрах образцов хитина ракообразных и ХГК, выделенных из ВГ, по основным характеристическим полосам хитиновых фрагментов не обнаружено (рис. 1). С целью выделения ХГК из данного вида гриба была опробована разработанная Э. Шоллем методика [5] извлечения хитина из высших грибов. Характеристики выделенного образца представлены в табл. 2. Недостатком этого метода является длительность процесса (60 – 80 ч). Кроме того, агрессивный характер обработки грибов, приводит к значительной деструкции получаемого полимера. Однако, несмотря на жесткие условия выделения, в образцах обнаружено повышенное содержание минеральных веществ, что не соответствует нормам по регламенту ХГК. ИК-спектр образца (рис. 2) содержит характеристические пики при 1640 – 1550 см⁻¹, указывающие на ацетилирование хитина, и новый пик при 1590 см⁻¹, свидетельствующий о деацетилировании получаемого продукта. На это указывают также завышенное количество общего азота и достаточно большое содержание хитозана (20,3%) в ХГК.

Несомненно, что взаимодействие грибной биомассы с концентрированными реагентами при высокой температуре приводит к нарушению нативных свойств хитиновых фрагментов. Происходит деструкция полимера за счет деацетилирования и, возможно, за счет дезаминирования. Содержание ацетамидных групп, определенное по ПГХ, относительно невысокое (66,0%), а степень ацетилирования хитин/хитозановых фрагментов достигает 76,5%. Поэтому с полной уверенностью можно сказать, что по методике [5] мы получаем хитин –

хитозан – глюкановый комплекс, а не ХГК. Нужно заметить, что после депигментации перманганатом калия резко повышается содержание минеральных веществ, что подтверждается литературными данными [4], которые свидетельствуют о том, что ХГК является более эффективным сорбентом по отношению к ионам марганца Mn^{+2} (85%) по сравнению с животным хитин (5 – 10%). При использовании методики Феофиловой Е. П. с соавт. [8], был получен продукт ХГК коричневого цвета (Табл. 2) с достаточно большим выходом (9,3%). Этот метод, напротив, достаточно быстрый (~ 4 ч), однако включает обработку большим количеством спирта. Поэтому ХСМ, полученный по данной методике, при сушке на воздухе быстро окисляется, приобретая темно – коричневый цвет, а слишком мягкие условия выделения не позволяют максимально полно отделить хитин от протеинов, что подтверждает положительная проба на белок.

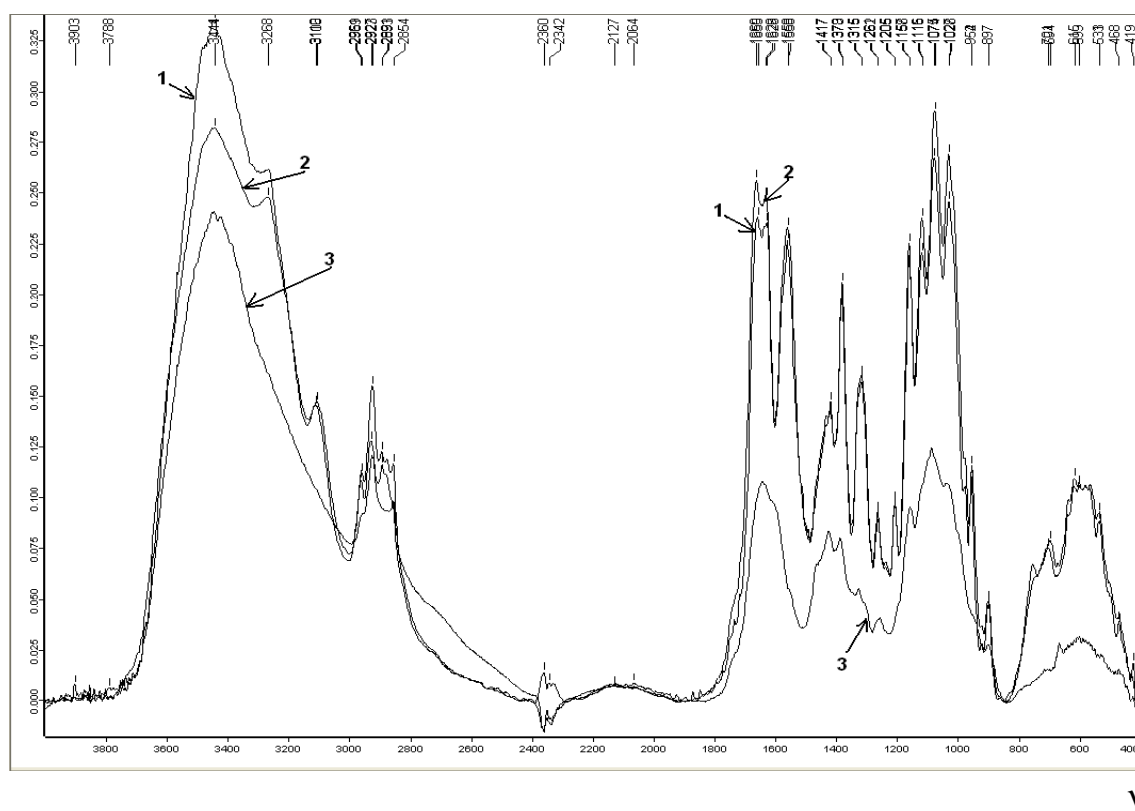


Рис. 1. ИК–спектры образцов хитина Arthropoda (1), ХГК *Armillariella mellea*, выделенного по лабораторной методике [1] (2) и хитозана рака (3).

Поскольку данная методика была разработана для получения хитина из низших грибов, то в ней не уделяется достаточного внимания депигментации и не учитывается высокое содержание меланина в высших грибах. В результате конечный продукт представляет собой не ХГК, а комплекс хитина с пигментами, называемый хитин – глюкан – пигментным комплексом (ХГПК). Характеристические пики в ИК–спектре образца характеризуются небольшой интенсивностью, что свидетельствует о малом содержании хитина. Это объясняется недостаточно полным удалением белков и пигментов и может приводить к увеличенной конечной массе продукта с ошибочно завышенным содержанием $N_{\text{общ}}$ в ХтГК, которое приходится на долю сопутствующих веществ и составляет 0,52%. Нужно отметить, что несмотря на небольшое содержание ацетамидных групп в выделяемом целевом продукте (37,1%), хитин/хитозановые фрагменты максимально ацетилированы (100%) и сохранены нативные свойства полимера. В то же время при выделении полимера применение полярных органических растворителей негативно действуют на хитин, адсорбируясь на нем. Полное удаление из полимера связанных с помощью водородных связей полярных органических молекул

осуществимо лишь из тонких пленок в высоком вакууме и при повышенных температурах. Сравнительные свойства конечных целевых продуктов, выделенных различными методами с применением химических реагентов различной концентрации, представлены в табл. 2. Видно, что конечные продукты содержат различные количества хитина, хитозана, глюкана и минеральных веществ, при этом лучшими характеристиками, соответствующими нормам по регламенту, обладает ХСМ, выделенный по разработанной нами методике [1]. При этом наибольшее сходство с хитином ракообразных имеет образец ХСМ, выделенный по жесткой методике.

Таблица 2.

Характеристики ХГК, полученных разными методами

Параметры, %	Хитин Arthropoda	ХГК <i>Armillariella mellea</i>		
		методики		
		Лабораторная [1]	Шолля [5]	Феофиловой [8]
Цвет	бежевый	белый	св. серый	коричн.
Зольность	1,80	1,10	2,90	1,00
N _{общ}	6,71	5,51	6,31	3,15
C	44,67	44,36	43,91	—
H	7,29	6,94	6,91	—
Хитин	67,00	80,10	66,00	37,10
Азот хитина	4,62	5,52	4,55	2,63
Азот хитозана	2,09	0,00	1,76	0,00
N _{св}	0,00	0,00	0,00	0,52
хитозан	24,00	0,00	20,30	0,00
Глюкан	—	18,80	10,80	≈ 62
СА	73,60	100	76,50	100
СК	67	60	60	57
Выход ХГК	—	4,5	2,1	9,3
Доля основ. в-ва, по ГОСТу не ≤ 75%	93	90	91	67

При выделении хитина из панциря ракообразных также применяют очень жесткие концентрированные реагенты вследствие содержания в его составе достаточно большого количества белков, жиров и минеральных веществ. Видимо, при применении концентрированных кислот и щелочей идет процесс деацетилирования, на что указывает низкое количество хитина в образце (67%) и достаточно высокое содержание в нем хитозана (24,0%). Определение по ГОСТу доли основного вещества (нерастворимый остаток в щелочи) в хитине указывает на высокое качество хитина краба. Но в тоже время видно, что в сумме хитин и хитозан составляют всего 91,0%. Этот факт наталкивает на мысль, что наряду с процессом деацетилирования параллельно идет процесс дезаминирования полимера, то есть в некоторых фрагментах хитиновой цепочки вместо ацетамидных групп присутствуют гидроксильные группы (фрагменты целлюлозы).

Следует отметить, что все хитинсодержащие образцы и хитин краба имеют аналогичные ИК–спектры, пирограммы и дифрактограммы (рис. 3), которые отличаются относительными интенсивностями, площадями и шириной пиков. Образцы ХГК, полученные из грибов, независимо от методов выделения, отличаются от хитина краба по степени кристалличности, который имеет наибольшее значение и составляет 67%. Сравнение ХГК выделенных разными методами, показывает, что хитин, выделенный в мягких условиях, имеет наименее упорядоченную структуру и большую долю аморфных областей. ХСМ различаются и по степени ацетилирования хитин/хитозановых фрагментов. Полностью ацетилированы образцы, выделенные в щадящих условиях (по универсальной и мягкой методикам).

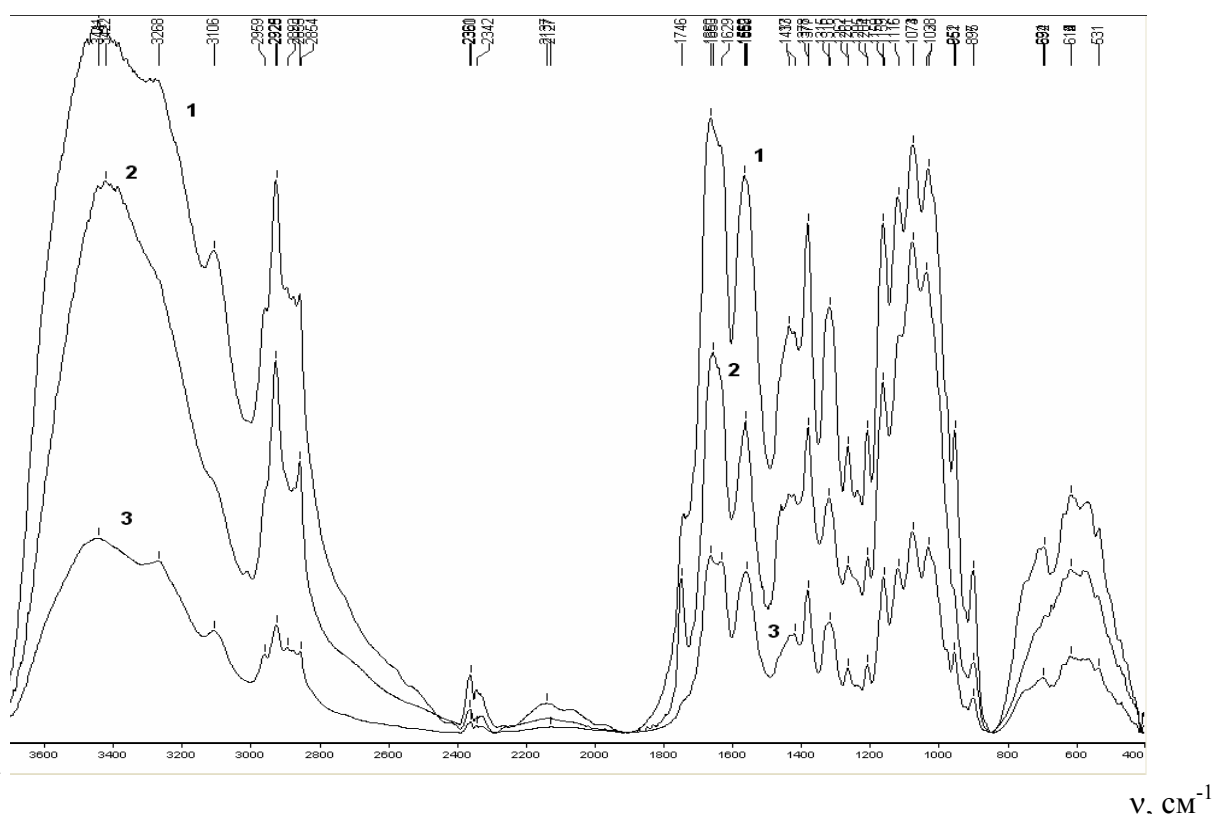


Рис. 2. ИК–спектры образцов ХГК *Armillariella mellea*, полученных по методике Шоля [5] (1), Феофиловой [8] и лабораторной методике [1]

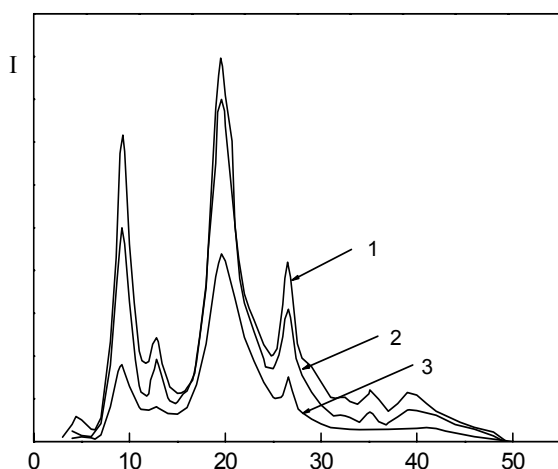


Рис. 3. Дифрактограммы образцов ХГК *Armillariella mellea*, полученных по методике Шоля [5] (1), лабораторной методике [1] и методике Феофиловой [8].

Наименьшее число ацетильных групп имеет хитин краба. Элементный анализ указывает на повышенное содержание углерода и водорода в образцах хитина краба и ХГК, полученного в жестких условиях. И наоборот, ХГК, выделенный по универсальной методике, по содержанию этих элементов напоминает элементный состав чистого хитина.

4. Заключение

Таким образом, выделены и идентифицированы образцы ХГК из гриба вида *Armillariella mellea* по трем различным методикам. Полученные результаты свидетельствуют о преимуществах универсальной методики, позволяющих сохранить нативные свойства материала при выделении хитина. Использование хозяйственного мыла в качестве детергента позволяет значительно сократить число обработок кислотами и щелочами и в достаточной степени снизить их концентрации. Установлено, что в хитинсодержащих образцах, выделенных с применением различных методик, отмечаются заметные различия в физико – химических свойствах. Обнаружено, что хитин краба при выделении не только деацетируется, но и дезаминируется, что согласуется с данными работ по выделению ХГК из низших грибов [10]. Показано, что гриб вида *Armillariella mellea*, произрастающий в природных условиях на территории Республики Марий Эл, может служить в качестве сырья для получения хитинсодержа-

щего материала. В работе изучены структурно – сорбционные свойства хитин – глюкановых комплексов (ХГК) и хитин – глюкан – меланиновых комплексов (ХГМК), выделенных из различных видов нативной биомассы высших грибов классов *Basidiomycetes* и *Ascomycetes* республики Марий Эл в лабораторных условиях с использованием новой методики [1]. Проведено сравнение структур хитинсодержащих материалов на основе грибов со структурой чистого хитина *Arthropoda*, выделенного из панциря рака. Исследованы образцы ХГМК, выделенные по трехстадийной схеме ($\text{NaOH} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{NaOH}$), и образцы ХГК, выделенные по четырех- ($\text{NaOH} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{NaOH}$) и пятистадийной ($\text{NaOH} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{HCl}$) схемам. Прослежена эволюция структуры ХГК на разных стадиях обработки.

Литература

- [1] Ившин В. П., Грунин Л. Ю., Артамонова С. Д., Шарнина Ф. Ф., Ившина Т. Н. Вестник МарГУ, вып. **1(2)** (2007) 92-96
- [2] Siestma J. H., Wessels J. G. H. // J. Gen. Microbiolog. **114** (1979) 95
- [3] Kollar R., Petracoa E, Ashwell G., Robbins P. W., Cabit E. J. Biolog. Chem. **270(3)** (1995) 11708
- [4] Хитин и хитозан: получение, свойства и применение. – М.: Наука (2002)
- [5] Губен И. Методы органического синтеза. – Т. 3, вып.1. М.: (1934)
- [6] Канарская З. А. Автореф. Дис...канд. техн. наук: Казань (2000).
- [7] Котляр М. Н. Автореф. Дис...канд. техн. наук: Казань (2001).
- [8] Феофилова Е. П., Меморская А. С. // Микробиология **64(1)** (1995) 27-31
- [9] Hiroaki Sato, Mizutani Shi-ichi, Tsuge Shin Ohtni // Analytical Chemistry **1** (1998) 70
- [10] Шабрукова Н. В., Шестакова Л. М., Зайнетдинова Д. Р., Гамаюрова В. С. // Бутлеровские сообщения **4.1** (2002) (код bch2)

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Л. И. Камышева, И. П. Зелди

ГОУВПО Марийский государственный университет
(424000, г. Йошкар – Ола, пл. Ленина, д. 1)
E-mail: kamila48@rambler.ru

В работе проведен анализ молекулярных механизмов регуляции поступления кислорода в клетки головного мозга и выявлены ключевые проблемы, требующие дополнительных экспериментальных исследований.

In work the analysis is spent molecular mechanisms of regulation of receipt of oxygen to cages of a brain and key problems are revealed, demanding additional experimental researches.

Ключевые слова: транскраниальная кровеносная система, доплерография, СВЧ-радиотермография, глюкоза, 2,3-бифосфоглицерат, фосфоглицератмутаза, фосфоглицератфосфатаза.

Нарушения мозгового кровообращения у человека, обусловленные атеросклеротическими изменениями транскраниальной кровеносной системы, и связанные с этим проблемы энцефалопатии со всеми вытекающими из этого последствиями, являются одной из важнейших медико – биологических проблем, так как, в той или иной степени, касаются каждого человека после 45 – 50 лет. За последние годы в клинической медицине сложилась парадигма, что главной причиной энцефалопатии у человека являются атеросклеротические измене-

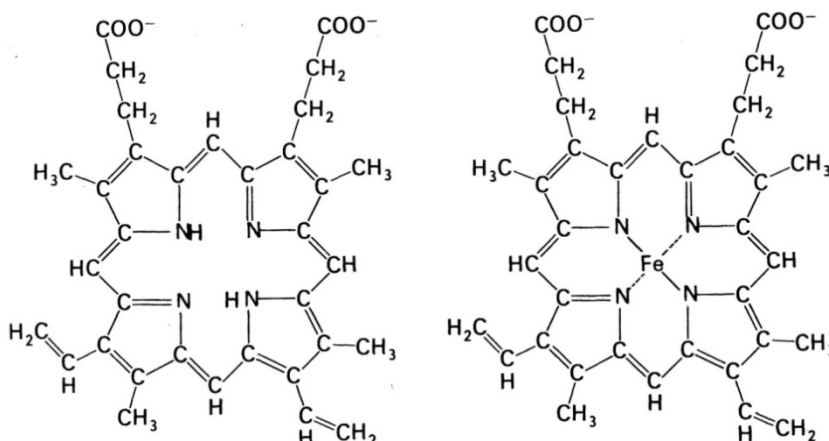
ния сосудистого русла, т.е. изменение просвета кровеносных сосудов, что приводит к снижению объемов крови, поступающей в головной мозг за единицу времени, или нарушению ее оттока. При этом установилось твердое убеждение в том, что поступление крови в головной мозг, в пределах нормы, и ее отток гарантирует оптимальное обеспечение клеток головного мозга кислородом и глюкозой. В то же время, данные неинвазивных методов оценки степени нарушения мозгового кровообращения (транскраниальная доплерография, СВЧ–радиотермография и др.), а также данные экспериментальной физиологии и биохимии головного мозга свидетельствуют о том, что снижение количественных параметров кровоснабжения мозга далеко не всегда совпадает с многочисленными симптомами энцефалопатии (нарушения параметров ВНД, функции сомато – висцеральных систем и др.). Имеют место клинические случаи, когда нарушения мозгового кровообращения достигают 20% и более, а энцефалопатический симптомокомплекс выражен в значительно меньшей степени. Следовательно, принципиальное значение в развитии патологического процесса кроме количественных параметров играют и качественные, т.е. наличие молекулярных механизмов компенсации нарушений, вызываемых атеросклеротическими изменениями просвета сосудов головного мозга. Известно, что сбалансированное обеспечение головного мозга глюкозой и кислородом зависит не только от количества крови, поступающей в мозг, но и от состояния регуляторных систем, обеспечивающих это состояние. Так, например, поступление нормального количества глюкозы в клетки головного мозга без эквиволярного количества O_2 , поступающего в нейроны, привело бы к нарушению сбалансированности процессов гликолиза и цикла карбоновых кислот. Дисбаланс между этими двумя ключевыми процессами метаболизма неизбежно приводит к «закислению» цитоплазмы и резкому падению синтеза АТФ, т.е. к общему снижению интенсивности процессов внутриклеточного дыхания. Дефицит кислорода мало сказывается на интенсивности первого этапа деструкции фосфорилированной глюкозы до двух триоз, т.е. до пировиноградной (ПВК) и молочной кислот (МК). Однако недостаток кислорода приводит к ингибированию второго этапа распада глюкозы. Сырьем для второго этапа (цикл Кребса) служат именно конечные продукты гликолиза, т.е. ПВК и МК. Накопление избыточных количеств в цитоплазме ПВК и МК, без их поступления в цикл Кребса или использования для синтеза гликогена путем глюконеогенеза, приводит к закислению среды [1, 2, 7]. Вторым следствием ограниченного использования фосфотриоз в цикле Кребса в связи с недостатком кислорода является снижение суммарного образования АТФ, необходимого для всего комплекса биосинтетических процессов в клетках головного мозга. Молекулярные механизмы связывания, переноса, диссоциации и поступления кислорода в клетки головного мозга, а также CO_2 и H^+ из клеток, отличаются сложностью и тесно сопряжены с механизмами, обеспечивающими перенос и поступление органических молекул, прежде всего глюкозы.

«Средний» человек (70 кг) в сутки использует около 600 л O_2 , необходимых для нормального хода метаболических процессов в организме. На долю головного мозга приходится около 15% , т.е. около 90 л O_2 , хотя массовая доля головного мозга не превышает 1,5 – 2% от массы всего тела. Это подтверждает очень высокую метаболическую активность клеток головного мозга. Результатом этой активности является не только интенсивное образование молекул АТФ, но и образование промежуточных и конечных продуктов окислительного фосфорилирования в виде CO_2 и H_2O . В головном мозге человека за сутки образуется около 72 л CO_2 , которые необходимо вывести из организма через органы дыхания и выделения с участием буферных систем организма [1, 7].

Универсальным переносчиком O_2 в ткани и CO_2 из тканей является гемоглобин. Насыщение гемоглобина кислородом происходит в области альвеолярных капилляров и зависит от целого ряда факторов: от парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, от состояния аэрогематического барьера, от скорости кровотока, от типа гемоглобина и т.д. Способность гемоглобина связывать кислород обусловлена наличием в его составе небелкового

компонента — гема. Гем является простетической группой гемоглобина и необходим для проявления его биологической активности, а также определяет красный цвет этого белка. Гем состоит из органической части и атома железа. Органическая часть — протопорфирин — образована из четырех пиррольных групп (рис. 1). Четыре пиррола соединяются метиленовыми мостиками, образуя тетрапиррольное кольцо. К нему присоединены 4 метильные, 2 винильные и 2 пропионатные боковые цепи. Возможны пятнадцать вариантов пространственного расположения этих заместителей, но в биологических системах присутствует только один из изомеров — протопорфирин IX [3, 6]. Атом железа в геме присоединен к 4 атомам азота в центре протопорфиринового кольца (рис. 1) и может быть в ферроформе (+2) или ферриформе (+3). Только феррогемоглобин (+2) способен связывать кислород.

Рис. 1. Строение протопорфирина и гема (Страйер, 1984)



Трехмерную структуру гемоглобина выявили Макс Перутц (M. Perutz) с сотрудниками в 50-х годах 20 века [9]. Они показали, что молекула гемоглобина состоит из четырех полипептидных цепей, которые

удерживаются вместе нековалентными связями: 2-х α - и 2-х β -белковых цепей (α -цепь содержит 141 аминокислотный остаток, β -цепь — 146 остатков с очень схожей последовательностью аминокислот). Каждая цепь содержит один гем, и, таким образом, в молекуле гемоглобина имеются четыре участка связывания кислорода (рис. 2 и 3). Следовательно, каждая молекула гемоглобина в состоянии обратимо связать и перенести четыре молекулы O_2 .

Протопорфирин IX Гем (Fe-протопорфирин IX)

Поскольку в одном эритроците содержится около 400000 молекул этого белка, то это означает, что каждый эритроцит в состоянии связать и транспортировать в зону органа — потребителя около 1600000 молекул O_2 . Однако отдача этими молекулами кислорода и обеспечение его поступления в клетки — мишени регулируется уже другими механизмами [5, 6]. Молекула гемоглобина имеет почти правильную форму шара диаметром 5,5 нм. Четыре цепи, образующие молекулу гемоглобина, расположены в виде тетраэдра (рис. 2).

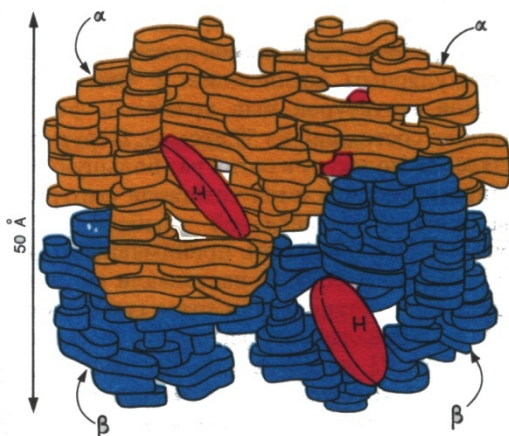


Рис. 2. Модель гемоглобина при низком разрешении. α -Цепь показана желтым, β -цепь — синим, гем — красным. (Perutz, 1964)

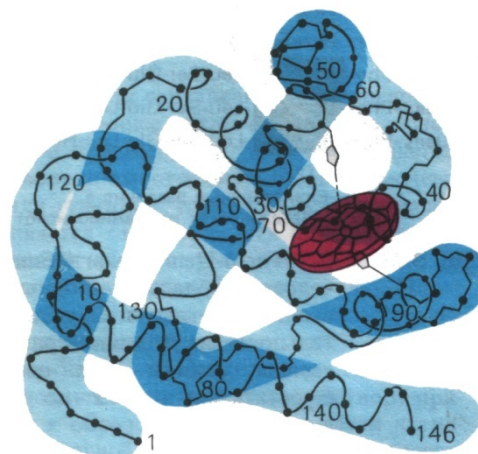


Рис. 3. β -Цепь гемоглобина (Perutz, 1964)

Четыре гема, по одному у каждой субъединицы, находятся в углублениях на внешней стороне молекулы. Эти кислородсвязывающие участки расположены достаточно далеко друг от друга: расстояние между двумя ближайшими атомами железа составляет 2,5 нм. Сложная конфигурация полипептидной цепи создает вокруг гема такое микроокружение, которое обеспечивает обратимость связывания кислорода. В обратимом оксигенировании гема важную роль играет его расположение в гидрофобной неполярной нише, где он защищен от воды. Кроме того, наличие внутренней неполярной сердцевины (core) в молекуле гемоглобина стабилизирует его пространственную структуру.

Гемоглобин помимо кислорода транспортирует H^+ и CO_2 . Связывание кислорода гемоглобином регулируется специфическими компонентами внутренней среды, а именно H^+ , CO_2 , Cl^- и органическими фосфорными соединениями. Эти регуляторы оказывают сильнейшее влияние на способность гемоглобина связывать кислород, несмотря на то, что они присоединяются к белку в участках, отстоящих далеко от гема. Вообще так называемое аллостерическое взаимодействие, т.е. взаимодействие между пространственно разделенными участками, имеет место во многих белках и играет важнейшую роль в регуляции и интеграции молекулярных процессов в биологических системах [4, 6, 7]. Присоединение первой молекулы кислорода к гемоглобину облегчает связывание 2-й, 3-й и 4-й молекул O_2 той же молекулой гемоглобина. Другими словами, кислород связывается с гемоглобином кооперативно. Кооперативное связывание кислорода повышает эффективность гемоглобина как переносчика кислорода. При изменении парциального давления кислорода насыщение им гемоглобина меняется быстрее, чем это происходило бы в случае независимости всех участков связывания друг от друга, и, в то же время, кооперативное связывание позволяет удвоить высвобождение кислорода в тканях.

Как показал рентгеноструктурный анализ, окси- и дезоксигемоглобин существенно различаются по четвертичной структуре. Оксигенированная молекула более компактна. Например, при присоединении O_2 расстояние между атомами железа в β -цепях уменьшается с 3,93 до 3,34 нм. Особый интерес представляют изменения в области контактов между α - и β -цепями. В результате присоединения кислорода одна пара субъединиц $\alpha\beta$ поворачивается относительно другой пары $\alpha\beta$ на 15° . Каждая область контакта между α - и β -цепями стабилизирована собственным набором водородных связей [9].

В оксигемоглобине C-концевые остатки во всех четырех цепях обладают практически полной свободой вращения. В дезоксигемоглобине, наоборот, эти концевые группы зафиксированы так называемыми солевыми связями, т.е. нековалентными электростатическими связями между противоположно заряженными группами. Вследствие образования этих восьми солевых связей дезоксигемоглобин имеет более жесткую, напряженную структуру, чем оксигемоглобин. В дезоксигемоглобине атом железа слегка выступает из плоскости гема вследствие стерического отталкивания. При оксигенировании атом железа перемещается в плоскость порфирина, образуя прочную связь с O_2 . Движение атома железа передается на другие субъединицы через проксимальный гистидин, а изменение структуры внутри одной субъединицы (оксигенирование) приводит к изменению структуры в области контактов субъединиц. Таким путем присоединение кислорода к одному гему передается на отдаленные от этого гема части молекулы.

Транспортировка оксигемоглобина в капиллярные сети органов – потребителей, в том числе и к головному мозгу, происходит в течение нескольких секунд и зависит от состояния сердечно – сосудистой системы в целом (более 2-х десятков известных факторов). Снижение сродства гемоглобина к кислороду, т.е. дестабилизация и распад комплекса на дезоксигемоглобин и O_2 , связывание и обратный перенос CO_2 и H^+ в органы дыхания — это сложный и многокомпонентный процесс. За последние 30 – 40 лет сформировалась четкая концепция в отношении молекулярных механизмов обеспечения головного мозга кислородом и глюкозой. Известно, что в эритроцитах венозной крови, оттекающей от головного мозга, содержится

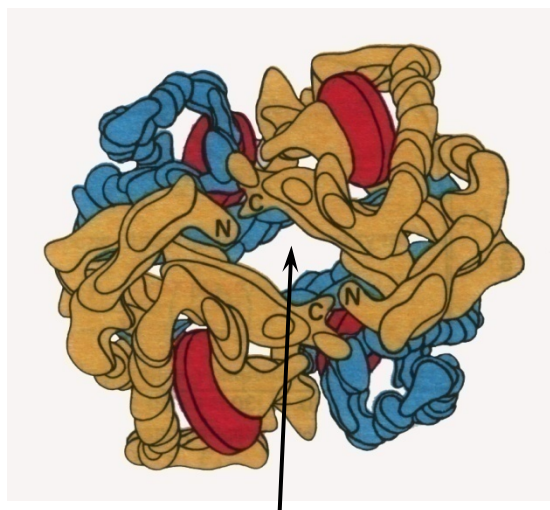
около 60 – 65% гемоглобина, связанного с O_2 . Другая часть гемоглобина (около 30 – 35%), которая отдала кислород клеткам мозга и находится в форме дезоксигемоглобина, связана с продуктами окислительного метаболизма глюкозы (H^+ , CO_2 и 2,3-БФГ), причем CO_2 и H^+ являются результатом предыдущего цикла кровообращения [1].

Венозная кровь по легочным артериям поступает в альвеолярную капиллярную сеть, где и происходит новый цикл насыщения кислородом тех 30–35% молекул дезоксигемоглобина, которые ранее отдали свой O_2 нейронам. Одновременно с этим в легких происходит отщепление CO_2 и H^+ от этих молекул гемоглобина и их диффузия из капиллярной сети в терминальные отделы воздухопроводящих путей. Высказывается предположение, что причиной обратной диффузии являются высокая диффузионная способность CO_2 (в 20 раз выше, чем у O_2), а также падение pCO_2 в альвеолах по сравнению с таковым в клетках или интерстициальной жидкости. По мнению огромного числа физиологов и биохимиков, CO_2 и H^+ связываются с оксигемоглобином еще в капиллярной сети органа – потребителя, что приводит к снижению сродства гемоглобина к O_2 . Однако количественные параметры «вклада» CO_2 и H^+ в снижение сродства гемоглобина к O_2 , а следовательно, и в распад транспортного комплекса и освобождение кислорода, не известны.

Общепринятой считается точка зрения, что решающий вклад в снижение сродства гемоглобина к кислороду вносит 2,3-БФГ (в 26 раз), который связывается с дезоксигемоглобином в центральной полости, где сходятся 4 субъединицы (рис. 4). При этом связывание всех 4-х молекул (CO_2 , H^+ , O_2 и 2,3-БФГ) происходит в разных участках гемоглобина, что приводит к конформационным изменениям структуры белка и обеспечивает обратимость процесса равно как и разрыв связей между этими соединениями и гемоглобином (двойной кооперативный эффект Бора) [8, 10].

И, тем не менее, концепция, несмотря на свою стройность и логичность, порождает целый ряд вопросов. Во – первых, если 2,3-БФГ является одним из решающих факторов, снижающих сродство гемоглобина к O_2 , что ведет к высвобождению O_2 из транспортного комплекса с последующей его диффузией, то какова роль 2,3-БФГ при связывании его с дезоксигемоглобином? В дезоксигемоглобине кислорода уже нет, и о каком снижении сродства идет речь, особенно когда молекулы дезоксигемоглобина находятся в зоне альвеолярных капилляров? Именно в альвеолярных капиллярах должно происходить насыщение кислородом тех 30–35% молекул гемоглобина, которые ранее отдали свой кислород.

Рис. 4. Участок связывания бифосфоглицерата в центральном углублении молекулы дезоксигемоглобина (Perutz, 1964).



Участок связывания бифосфоглицерата

Во – вторых, если 2,3-БФГ связан с дезоксигемоглобином в капиллярной сети легких, где происходит оксигенизация этих 30 – 35% молекул дезоксигемоглобина, то не произойдет ли незамедлительный распад только что образовавшегося транспортного комплекса гемоглобин– O_2 за счет снижения между ними сродства? Не произойдет ли это раньше, чем кислород будет доставлен к органу – мишени, тем более что молярная концентрация гемоглобина и 2,3-БФГ равна 1 : 1? Не может ли статически высокая концентрация 2,3-БФГ во всех отделах кровеносной системы привести к тому, что высвобождение O_2 и его диффузия произойдет не в интерстициальную жидкость и клетки органа – потребителя, как это имеет место в области тесных контактов между эндотелиоцитами и эритроцитами в капиллярной се-

ти, а в плазму крови во всех отделах кровеносной системы? В этом случае, концентрация растворимого O_2 в плазме крови составляла бы не 0,4%, а значительно больше, а доля дезоксигемоглобина в общем количестве гемоглобина была бы не 30 – 35%, а существенно выше.

В связи с наличием целого комплекса вопросов имеются достаточные основания высказать ряд предположений и проверить их экспериментально.

- Образование 2,3-БФГ под действием мутазы как продукта бокового шунта гликолиза и увеличение его концентрации в эритроцитах происходит в миллисекундном диапазоне (время активности пикового фермента) и только в капиллярной сети головного мозга или другого органа потребителя кислорода.

- Связывание образовавшегося в капиллярной сети 2,3-БФГ происходит с оксигемоглобином, что, с одной стороны, обеспечивает снижение сродства гемоглобина к кислороду и возможность его диффузии в клетки, и с другой — оставаясь в контакте, но уже с дезоксигемоглобином, соединение предотвращает повторное связывание молекул кислорода с гемоглобином (в том же эритроците) до ее диффузии из клеток крови в интерстициальную жидкость.

- Распад 2,3-БФГ под действием глицерофосфатазы и возвращение продукта этого распада в гликолиз начинается уже в начале венозной сети. Параметры активации данного фермента в 10 раз ниже, чем фосфомутазы, но продолжительность активности значительно дольше (секундный диапазон). Попеременный характер повышения активности двух пиковых ферментов синтеза и распада 2,3-БФГ и их ингибирование может стать причиной того, что концентрация 2,3-БФГ в альвеолярной сети легких будет минимальной, а в капиллярной сети, например головного мозга, максимальной.

Все эти вопросы и предположения побудили нас провести серию экспериментальных исследований по изучению вероятной возможности зонального динамического распределения концентрации 2,3-БФГ как одного из ключевых факторов обеспечения нейронов кислородом, и активности ферментов, обеспечивающих синтез и распад этого соединения.

Работа выполнена при поддержке ФСРМФП в НТС, программой У.М.Н.И.К. Государственный контракт №5346 р/7763 от 16 августа 2007 г.

Литература

- [1] Биохимия мозга / Под ред. И. П. Ашмарина, П. В. Стукалова, Н. Д. Ещенко. С.–Пб. : Изд-во С.–Пб ун-та (1999)
- [2] Вторичная тканевая гипоксия / Под ред. А. З. Колчинской. – Киев : Научн. мысль (1983)
- [3] Ленинджер А. Основы биохимии: В 3-х томах. Т. 1. М. : Мир (1985)
- [4] Мецлер Д. Биохимия. Химические реакции в живой клетке Т. 1. М. : Мир (1980)
- [5] Мецлер Д. Биохимия. Химические реакции в живой клетке Т. 2. М. : Мир (1980)
- [6] Страйер Л. Биохимия: В 3-х томах, Т. 1. М. : Мир (1984)
- [7] Уайт А., Хендлер Ф., Смит Э., Хилл Р., Леман И. Основы биохимии: В 3-х томах, Т. 3. М. : Мир (1981)
- [8] Benesch R. E., Benesch R. The Mechanism of Interaction of Red Cell Organic Phosphates with Hemoglobin // Adv. Protein Chem. **28** (1974) 211–217
- [9] Perutz M. F. The hemoglobin molecule // Scientific American, Inc. **211(11)** (1964) 2–14
- [10] Rose Z. B. Enzymes controlling 2, 3-diphosphoglycerate in human erythrocytes // Fed. Proc. **23** (1970) 1105–1111

КАЧЕСТВЕННО – КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ИНГИБИТОРА α -АМИЛАЗЫ ИЗ ОТРУБЕЙ ПШЕНИЦЫ

В. А. Козлов¹, В. В. Любовцев⁴, Э. М. Шарапов², И. И. Попов², Т. Л. Балдина²,
А. Л. Свечников², А. Н. Васильев³, Е. В. Любовцева⁴, М. Э. Шарапов²

¹ГОУ ВПО Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева,
(428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38), E-mail: rooh12@yandex.ru

²ГОУ ВПО Марийский государственный университет
(424001, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 1), E-mail: popov@marsu.ru

³ФГОУ ВПО Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова
(428015, г. Чебоксары, Московский пр-т, 15)

⁴Республиканский центр восстановительной медицины и реабилитации
(428018, г. Чебоксары, М. Сеспеля, 24)

В отрубях пшеницы *Triticum aestivum* L. обнаружен неконкурентный ингибитор α -амилазы имеющий, предположительно, небелковую природу. Выявленный ингибитор эффективно блокирует активность α -амилазы слюны человека, но не α -амилазу проростков пшеницы *Triticum aestivum* L. Кроме того, этот ингибитор термолабилен и необратимо разрушается при нагреве до +40°C, тогда как известный белковый бифункциональный ингибитор из зерен пшеницы *Triticum aestivum* L. термостабилен до +90°C и может быть получен спиртовой экстракцией при +70°C. Сделан вывод, что в зерновке яровой пшеницы *Triticum aestivum* L. присутствуют два ингибитора активности α -амилазы. Ранее неизвестный ингибитор из оболочки зерна и белковый бифункциональный ингибитор стромы зерна.

In wheat *Triticum aestivum* L. bran not competitive inhibitory α -amylase it is having, presumably, not albuminous nature is found out. The revealed inhibitory effectively blocks activity α -amylase a saliva of the person, but not α -amylase sprouts of wheat *Triticum aestivum* L. Besides, this inhibitory it is thermolability and irreversible destruction at heating to +40°C, whereas a known albuminous bifunctional inhibitory from grains of wheat *Triticum aestivum* L. It is thermostability to +90°C and it can be received spirit an extraction at +70°C. There are two inhibitories of activity α -amylase we ascertain that in grains of spring wheat *Triticum aestivum* L. Earlier unknown inhibitory from a grain cover and an albuminous bifunctional inhibitory of a grain stroma.

1. Введение

Ранее мы сообщали об обнаружении в отрубях пшеницы ингибитора α -амилазы, который оказался биологически активен как в отношении растительных, так и животных объектов [1]. Точная химическая природа этого ингибитора, его кинетические параметры, количественное содержание в выделяемом экстракте тогда для нас оставались неизвестными. Тем не менее, знание этих параметров является существенно необходимым для тестирования, градуирования активности, а, следовательно, стоимости и внедрения препарата на рынке.

2. Цель исследования

В связи с вышесказанным, целью настоящего исследования явилось фракционирование получаемого экстракта отрубей на отдельные составляющие с помощью колоночной хроматографии с последующим изучением химической структуры веществ, полученных в результате фракционирования. Изучения кинетики ингибирования активности α -амилазы, время- и концентрационных зависимостей ингибирования. А также выявление наиболее перспективного кандидата на роль искомого ингибитора.

3. Материалы и методы

Для решения поставленных задач были использованы следующие лабораторные методы. Экстрагирование ингибитора α -амилазы из отрубей яровой пшеницы *Triticum aestivum* L. осуществлялось как это описано ранее [1, 2]. Фракционирование полученного

экстракта проводили с помощью колоночной хроматографии на окиси алюминия. Высота колонки 800 мм. Полученные фракции были обезвожены и подвергнуты биологическому тестированию на наличие биологической активности. В качестве биотестов использовали влияние фракций на проращивание зерна и определение показателя числа падения муки.

Анализ химического состава фракций был осуществлен с помощью газовой хроматографии (Shimadzu GCMS – QP2010S) в Центре Коллективного Пользования Чувашской Республики. Кроме того, фракция, биологическая активность которой по показателю числа падения муки была максимальной (далее $\Phi_{\max}$ БА), была использована для исследования кинетики ингибирования с помощью биохимического анализатора StatFax 3300. Анализ активности α -амилазы слюны человека и пророщенных зерен пшеницы осуществляли колориметрическим энзиматическим кинетическим методом с помощью тестовой системы α -Амилаза EPS-2/ 12/ 22, фирмы Vital Diagnostic. Принцип двухферментного метода: α -амилаз гидролизует синтетический субстрат EPS [4,6-этилиден(G_7)- p -нитрофенил-(G_1)- α ,D-мальтогептаозид] с образованием бесцветных нитрофенилмальтоозидов. Под действием второго фермента — α -глюкозидазы — нитрофенилмальтоозиды гидролизуются до глюкозы и окрашенного p -нитрофенола. Скорость нарастания концентрации p -нитрофенола пропорциональна активности второго фермента. Для исследования кинетики ингибирования 10 мг $\Phi_{\max}$ БА растворили в 10 мл дистиллированной воды с неполным растворением. Осадок был удален с помощью центрифугирования на 6000 об/мин в течение 5 мин.

Для изучения влияния ингибитора на активность α -амилазы слюны человека 50 мл дистиллированной воды держали 5 мин во рту пациента. Полученная жидкость была отфильтрована и разбавлена дистиллированной водой до требуемого уровня скорости протекания ферментативной реакции. Требуемый уровень скорости реакции, это такой уровень ферментации при котором 2/3 реакции укладываются в 600 с измерения, до достижения потолка реакции по оптической плотности в 2,5 оптические единицы. Замер оптической плотности в реакгентной среде происходил каждые 8 с в течение 10 мин, т.е., всего 75 раз на одно измерение. Для изучения влияния ингибитора на активность α -амилазы проростков пшеницы 10 зерен яровой пшеницы *Triticum aestivum* L. было подвергнуто стандартной процедуре проращивания в течение 3 дней. После этого проростки были гомогенизированы. К гомогенату было добавлено 36 мл бидистиллированной воды. После тщательного перемешивания вытяжку центрифугировали при 6000 об/мин в течение 5 мин. Полученный супернатант, содержащий α -амилазу, использовали для определения активности ингибирования.

В пробирку добавляли 100 микролитров ранее полученного растворенного раствора ингибитора. Далее вносили 100 микролитров ранее полученного раствора α -амилазы. Выжидалось время N (2, 7, 15 мин) до добавления EPS-субстрата в количестве 1 мл. После перемешивания, полученная реакгентная смесь подвергалась немедленному кинетическому фотометрированию в течение 10 мин, с замером оптической плотности через каждые 8 с. Расчет скорости ферментативной реакции осуществляли согласно инструкции к набору:

$$\text{Активность Ед/л} = 15408 \times \Delta A / \text{мин},$$

где $\Delta A / \text{мин}$ — оптическая плотность.

4. Результаты и их обсуждение. В результате хроматографического разделения на колонке были получены три фракции, различающиеся цветом: фракция с легкой кремовой окраской, серо – коричневая и рыже – коричневая. Все фракции были подвергнуты биологическому тестированию на ингибирование прорастания зерна и показатель числа падения муки. Из анализа данных, полученных при изучении влияния исследуемого ингибитора на показатель числа падения, следует, что он различается во всех трех фракциях. Фракция с легкой кремовой окраской имела показатель числа падения муки 137 ($\Phi_{\max}$ БА), серно-коричневая — 132 ($\Phi_{\text{СК}}$), рыже – коричневая — 102 ($\Phi_{\text{РК}}$).

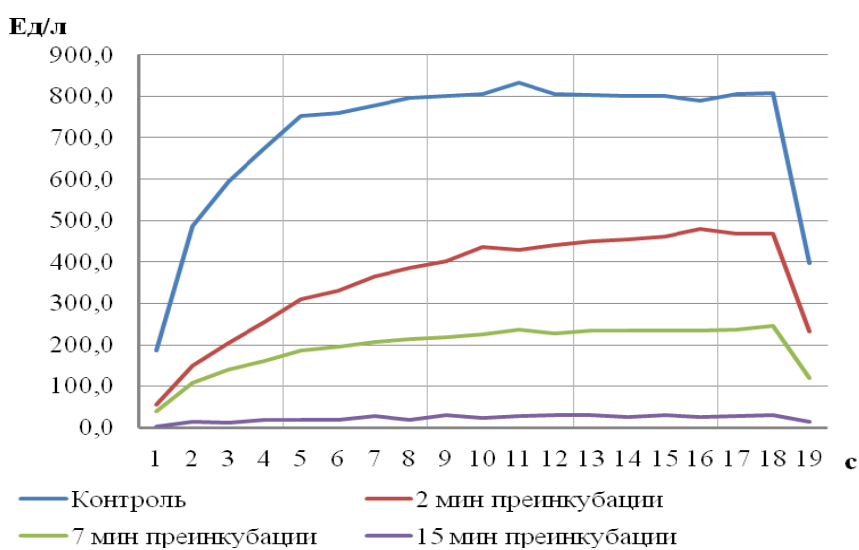
В результате проведенного исследования состава фракций с помощью газовой хроматографии было установлено, что $\Phi_{\max}$ БА с числом падения 137 неоднородна по составу и со-

держит три вида остатков гексоз, различающихся количеством гидроксогрупп в цикле (9,99%, 5,03 и 2,03%), 5-(гидроксиметил)фуран–2–карбоновую кислоту (14,9%), кумаровую кислоту (1,4%) и 66,95% абсцизовой кислоты. Во фракции с числом падения 132 были обнаружены 6–метоксиперидин–2–он (3,38%), различные изомеры карбоновых кислот и смолы. Изомеры карбоновых кислот и смолы, возможно, образовались в результате температурного разложения крахмала. Фракция с числом падения 102 также была неоднородна и содержала 19,87% фенилового эфира карбаминовой кислоты, 79,04% салициловой кислоты и 1,09% мевалоновой кислоты. Наиболее часто, в качестве ингибиторов α -амилазы в литературе указывают кумаровую, абсцизовую и салициловую кислоты. Последняя используется как ингибитор α -амилазной активности для предотвращения саморазогревания фуражного зерна [3].

Из полученных данных следует, что в полученных фракциях содержались различные идентифицированные вещества, но все три фракции влияли на показатель числа падения муки. Причем $\Phi_{\max}$ БА и $\Phi_{\text{СК}}$ практически не различаются по этому показателю (137 и 132 соотв.). Поэтому можно с достаточной долей уверенности предположить, что идентифицированные с помощью газовой хроматографии вещества не могут подходить на роль искомого ингибитора. В результате исследования кинетики ингибирования α -амилазы слюны человека выделенным нами ингибитором было установлено, что эффективность ингибирования зависит от времени преинкубации (рис. 1), что согласуется с рекомендациями о необходимости трехминутной инкубации для внесения EPS-субстрата, данными в инструкции к набору. Однако инкубация с ингибитором в течение суток подавляла активность фермента. Усредненные данные показаны на рис. 2. Как следует из полученных данных, преинкубация в течение 15 мин полностью подавляла активность фермента, в результате образования окрашенных продуктов в среде и, соотв., изменения оптической плотности практически не наблюдалось. В другой серии экспериментов зависимость интенсивности ингибирования от времени преинкубирования была изучена более подробно, рис. 3. Как и в предыдущей серии, активность ингибирования зависела от времени преинкубации. Различия по амплитуде связаны с различиями активности α -амилазы слюны, взятых в разное время от разных пациентов. Контрольное исследование было повторено дважды. Из анализа усредненных данных можно сделать вывод, что уменьшение ингибирования активности фермента на половину достигается к шестой минуте инкубирования. Поэтому в эксперименте с изучением величины ингибирования в зависимости от дозы ингибитора время преинкубации во всех случаях составило 6 мин, рис. 4. Усредненные данные показаны на рис. 5. Как следует из анализа данных, эффективность ингибирования в зависимости от дозы ингибитора не линейна. Сильное ингибирование активности происходит при внесении в реакционную среду 0,2 мг ингибитора.

Рис. 1. Кинетика ингибирования активности α -амилазы слюны в зависимости от длительности преинкубирования среды с ингибитором

Интенсивность ингибирования активности α -амилазы слюны зависела от времени преинкубирования среды, содержащей α -амилазу с ингибитором из отрубей пшеницы. Чем дольше время преинкубирования, тем сильнее ингибирующая активность. После 15 с преинкубации активность фермента практически не обнаруживается вследствие истощения субстрата.



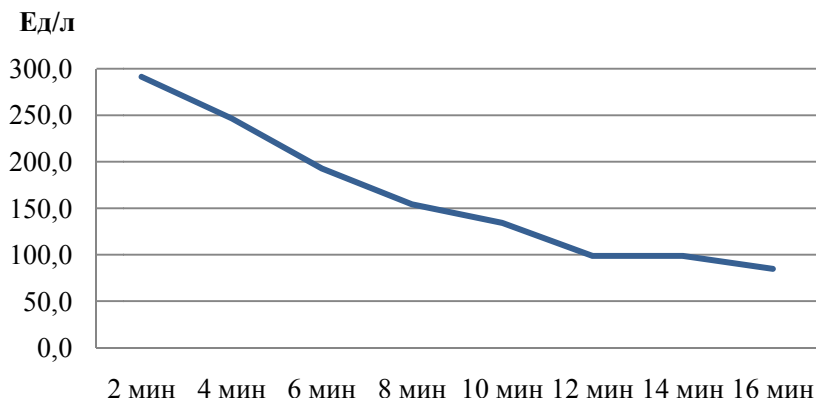


Рис. 2. Зависимость интенсивности ингибирования от времени преинкубирования, усредненные данные

Дозы 0,2 и 0,4 мг практически равноценны. Дальнейшее нарастание дозы вызывает плавное, не столь значительное уменьшение активности фермента. Совершенно

по – другому выглядит кинетика реакции при взаимодействии исследуемого ингибитора и α -амилазы проростков пшеницы (рис. 6).

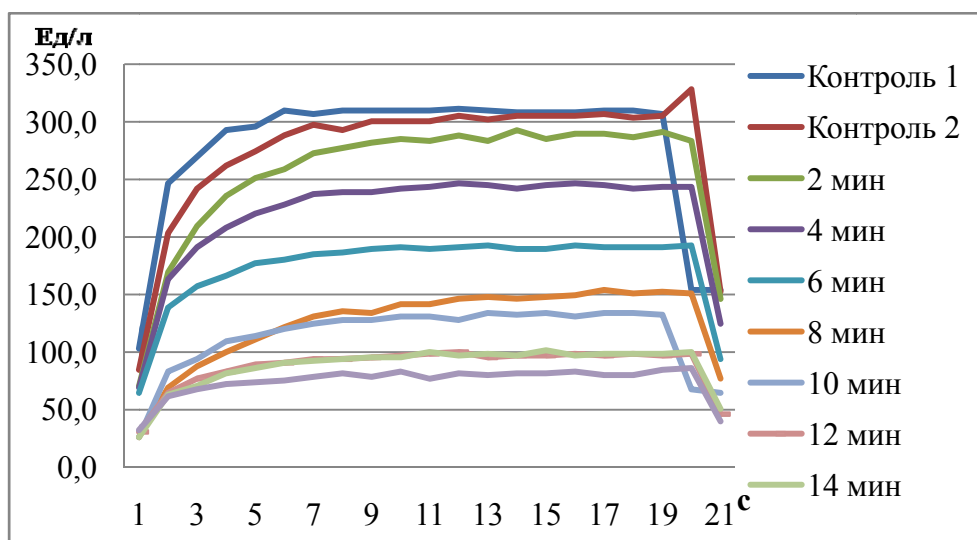


Рис. 3. Зависимость интенсивности ингибирования от времени преинкубирования

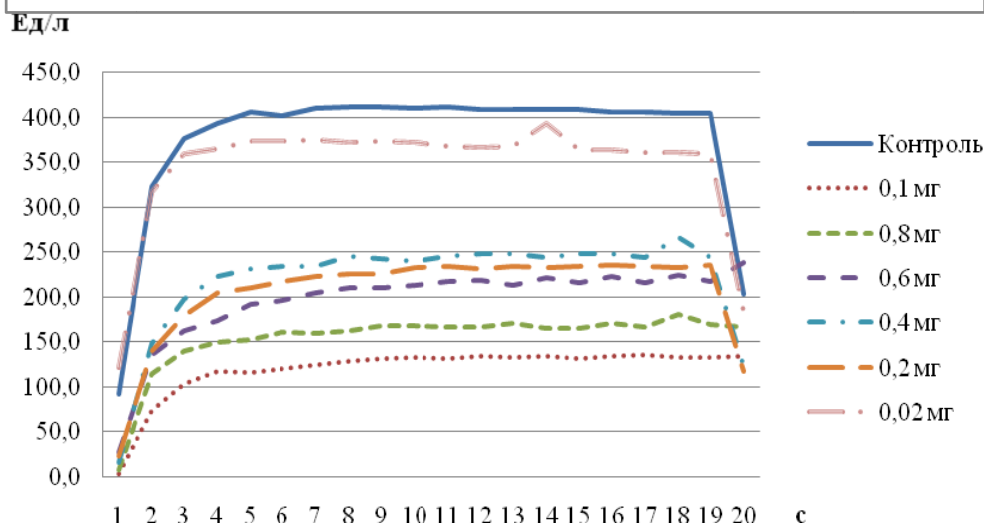
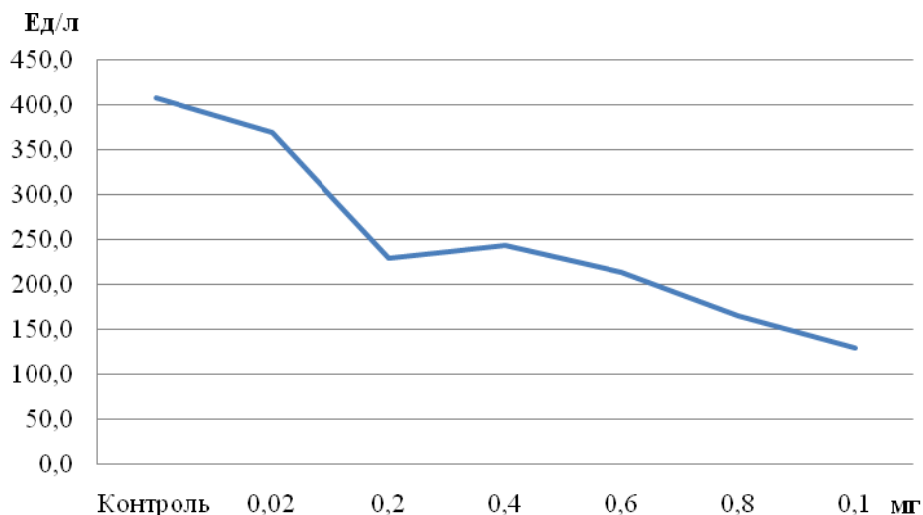


Рис. 4. Зависимость интенсивности ингибирования α -амилазы слюны от дозы ингибитора

Как следует из анализа данных, показанных на рис. 3, активность α -амилазы проростков пшеницы примерно в 3–4 раза выше актив-

ности α -амилазы слюны, поскольку полное истощение субстрата наблюдается уже через пять секунд после постановки реакции. Исследуемый ингибитор даже усиливает активность α -амилазы проростков пшеницы (кривые АЗ 1 и АЗ 2 расположены выше контрольных). Таким образом, мы можем утверждать, что исследуемый ингибитор полностью и, видимо, необратимо ингибирует α -амилазу слюны человека, поскольку не наблюдается вытеснения ингибитора субстратом после 15 с преинкубации. Тогда как α -амилаза проростков пшеницы более устойчива к ингибирующему влиянию.

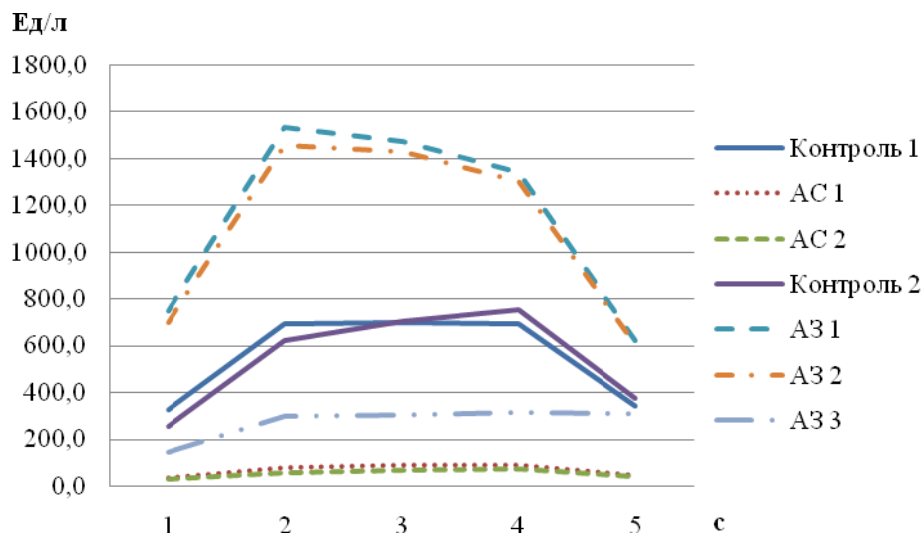
Рис. 5. Зависимость интенсивности ингибирования α -амилазы слюны от дозы ингибитора, усредненные данные



В настоящее время из цельного зерна пшеницы *Triticum aestivum* L., методом биоспецифической хроматографии на трипсин – сефарозе, выделен ингибитор трипсина, эффективно подавляющий α -амилазу слюны человека.

Бифункциональный ингибитор α -амилазы / трипсина проявлял узкую специфичность действия по отношению к другим представителям α -амилаз и протеиназ. Ингибитор обладал значительной термостабильностью, но был термолабилен в присутствии агентов, восстанавливающих SH-группы. Комплекс ингибитора с трипсином сохранял активность по отношению к α -амилазе, а комплекс ингибитора с α -амилазой — к трипсину. Результаты анализа ферментативной кинетики указывали на неконкурентный тип ингибирования как α -амилазы, так и трипсина, а также на возможность существования двух независимых активных центров, ответственных за взаимодействие с ферментами. Этот бифункциональный ингибитор представляет собой белок, который с реактивным центром связывания трипсина присоединяется по аргинину, а взаимодействие с α -амилазой участвуют лизин и ароматические аминокислоты. Бифункциональный ингибитор показал высокую специфичность (не действовал на химотрипсин, субтилизин, проназу, протеиназу К, папаин и растительные α -амилазы), термостабильность (до 90°C) и pH-устойчивость (до 1,5) [4].

Рис. 6. Кинетика ингибирования активности α -амилазы проростков пшеницы в зависимости от длительности преинкубирования среды с ингибитором



Контроль 1 — активность амилаза слюны в присутствии воды;

Контроль 2 — активность амилаза зерна пшеницы в присутствии воды;

АС 1 — амилаза слюны, преинкубированная в течение 25 мин до внесения субстрата с ингибитором, выстоявшим сутки в холодильнике;

АС 2 — амилаза слюны, преинкубированная со свежеприготовленным ингибитором в течение 40 мин до внесения субстрата;

АЗ 1 — амилаза зерна, преинкубированная со свежеприготовленным ингибитором в течение 25 мин до внесения субстрата;

АЗ 2 — амилаза зерна, преинкубированная со свежеприготовленным ингибитором в течение 40 мин до внесения субстрата;

АЗ 3 — амилаза зерна, до внесения субстрата преинкубированная со свежеприготовленным ингибитором в течение суток.

Исследуемый ингибитор полностью подавлял активность α -амилазы слюны и практически не влиял на активность α -амилазы проростков пшеницы.

Исследуемый нами ингибитор термолабилен, поскольку наши попытки элюировать его 70° спиртом при нагревании до +40°C, сопровождались потерей блокирующей активности экстракта. Эти данные свидетельствуют, что в пшенице присутствуют, как минимум, два вида ингибиторов активности α -амилазы: присутствующий в теле зерна, обладающий бифункциональной активностью, и исследуемый нами ингибитор α -амилазы оболочки зерна.

Биологическая целесообразность наличия двух ингибиторов (оболочечного и расположенного в строме зерна), видимо, обусловлена тем, что оболочечный ингибитор участвует в защите зерна от бактериальных и грибковых инвазий, подавляя активность α -амилазы этих паразитов, что нарушает их метаболизм. Тогда как внутренний бифункциональный ингибитор, возможно, регулирует процесс прорастания зерна, тормозя его до попадания в почву.

5. Выводы

Полученные нами данные позволяют предположить, что в зерновке яровой пшеницы *Triticum aestivum* L. присутствуют два ингибитора активности α -амилазы. Ранее неизвестный ингибитор из оболочки зерна и бифункциональный ингибитор стромы зерна.

Анализ химического состава фракций был осуществлен в Центре Коллективного Пользования Чувашской Республики.

Работа поддержана ФСРМФП в НТС, Старт 2007, Государственный контракт № 4875p/7291 от 26.03.2007.

Литература

- [1] Шарапов Э. М., Козлов В. А., Попов И. И., Апаева Н. Н., Свечников А. К., Балдина Т. Л. Возможные пути решения проблемы энзимомикозного истощения зерновых. – Вторая международная научная школа «Наука и инновации – 2007» ISS «SI-2007». Материалы школы. – Йошкар-Ола: МарГУ. 123-127 (2007)
- [2] Шарапов Э. М., Козлов В. А., Попов И. И., Макаров В. И., Марьин Г. С., Вафин Р. Н., Вафин И. Н. Способ увеличения показателя числа падения муки и зерна. – Патент № , приоритет от 30 января 2007.
- [3] Обработка и хранение зерна / Пер. с англ. год ред. А. Е. Юкиша. – М.: Агропромиздат (1985).
- [4] Исламов Р. А., Фурсов О. В. Бифункциональный ингибитор α -амилазы/трипсина из зерна пшеницы // Прикладная биохимия и микробиология. 43 (4) 419-423 (2007)

РЕАКЦИИ КОНДЕНСАЦИИ С МОЧЕВИНОЙ КАК НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ СИНТЕЗА 5-ЗАМЕЩЕННЫХ ГИДАНТОИНОВ И ПРОИЗВОДНЫХ ПИПЕРИДИНА

**В. А. Козлов¹, К. В. Новиков¹, Д. А. ИONOва¹, А. Н. Васильев²,
К. Г. Матьков², А. Н. Лыщиков²**

¹Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева
(428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38), E-mail: rooh12@yandex.ru

²Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова
(428015, г. Чебоксары, Московский пр-т, 15)

Установлена принципиальная возможность синтеза в мягких условиях без применения катализаторов пиперидинов и 5-замещенных гидантоинов в результате проведения реакции конденсации мочевины с α -кетокислотами и поликарбоновыми кислотами.

We establish basic possibility of piperidins synthesis and the 5-replaced hidantoin in soft conditions without application of catalysts. The effect is reached as a result of condensation reaction carrying out of urea with α -keto- and polycarbonic acids.

1. Введение

Ранее мы сообщали о спонтанном синтезе гидантоин-5-пропионовой кислоты из мочевины и α -кетоглутаровой кислоты [1, 2, 3]. Вещества, объединённые присутствием в своем составе гидантоиновой структурой, весьма востребованы в косметологии и медицине. В косметологии они применяются как добавка в омолаживающие крема и масла, что связано со способностью гидантоинов задерживать воду. В медицине они являются основным действующим началом многих противосудорожных и противоаритмических препаратов, которые также могут быть использованы для лечения желтух различного генеза. Однако, при всей необходимости гидантоинов, их традиционный синтез — процесс трудоемкий, требующий большого количества дорогих и токсичных реагентов. Используются следующие способы получения гидантоинов:

- ✓ Бухерера реакции, многостадийный синтез состоящий из замещения OH-группы на NH_2 -группу в нафтолах действием NH_3 и водных растворов гидросульфитов при температуре $+90 - 180^\circ\text{C}$;
- ✓ синтез бензокарбазолов взаимодействием нафтолов с фенилгидразином и гидросульфитом натрия;
- ✓ получение 5-замещенных гидантоинов последовательной обработкой альдегидов или кетонов синильной кислотой и $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$;
- ✓ One-pot синтез по Мюррею и Вайтхеду из соответствующих альдегидов или кетонов в режиме *one-pot* (синтез «в одном горшке») с использованием катализаторов на основе трифлата галлия (III), синильной кислоты и дихлорметана при температуре -78°C .

Описанный нами новый метод получения 5-замещенных гидантоинов, во много раз менее затратен применяемых, не требует использования токсичных реактивов, реакции протекают в одну две стадии и в мягких условиях без применения экстремальных температур. Более того, при анализе литературных данных и в результате проведения собственных исследований, была установлена принципиальная возможность синтеза целого ряда биологически активных веществ на основе реакции конденсации мочевины с соответствующими карбоновыми кислотами.

2. Цель исследования

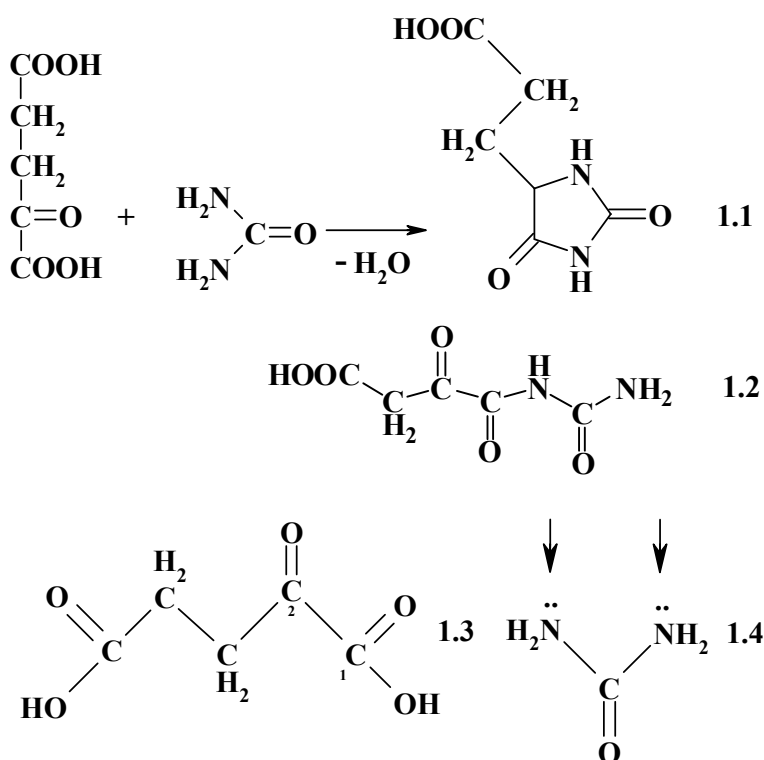
Целью настоящей работы являлось уточнение течения реакции конденсации мочевины с α -кетоглутаровой кислотой и установление принципиальной возможности проведения реакций конденсации с мочевины с другими кетокислотами.

3. Материалы и методы

Все используемые реактивы перед работой были подвергнуты очистке с помощью четырехкратной перекристаллизации в бидистиллированной воде. Для получения гидантоин-5-пропионовой кислоты были использованы 0,01 моль растворы α -кетоглутаровой кислота и мочевины, по 6 мл каждого раствора. Кроме того, были использованы 0,01 моль растворы лимонной кислота и мочевины, по 6 мл каждого раствора. Все рабочие растворы разводили на бидистиллированной воде. Синтезированные соединения были выкристаллизованы с помощью попеременного охлаждения до -4°C на сутки и последующему доведению до комнатной температуры. Структуры соединений подтверждены комплексом спектральных исследований, выполненных на приборах Центра Коллективного Пользования Чувашской Республики.

4. Результаты и их обсуждение

Синтез гидантоинов. После смешивания и отстаивания раствор приобрел опалесцирующее слабое соломенно – желтое окрашивание — признак содержания гидантоин–5–пропионовой кислоты [1, 2, 3]. Этот раствор был подвергнут попеременному охлаждению до – 4°C на сутки и последующему доведению до комнатной температуры. Этот способ может быть использован как метод выделения гидантоинов из водных растворов. В результате описанной процедуры были получены кристаллы гидантоин–5–пропионовой кислоты, **1.1** [1, 2, 3]. Идентификация структуры была проведена с помощью газового хроматографа Shimadzu GCMS–QP2010S. При установлении структуры вещества было, обнаружено, что кроме гидантоин–5–пропионовой кислоты в реакционной среде содержится ее предшественник — 3,4-диоксо–4–уреидобутановая кислота **1.2**. Наличие этого предшественника в среде свидетельствует о том, что первоначально присоединения идет по карбоксильной группе и лишь затем — по кетогруппе. Очевидно, что вторая реакция протекает медленнее, что обусловлено сложностью приобретения необходимой для взаимодействия конформации. Рассмотрим электронные эффекты в молекулах α-кетоглутаровой кислоты (**1.3**) и мочевины (**1.4**).



Цифрами 1 и 2 обозначены углеродные атомы с недостатком электронной плотности вследствие действия эффекта сопряжения и высокой электроотрицательности атомов кислорода в карбоксильной группе (положение 1) и в кетогруппе в положении 2. Эти атомы обладают ярко выраженными электрофильными свойствами. Подход нуклеофильных реагентов к ним облегчен. Мочевина, как химическое вещество, обладает следующей особенностью: атомы азота имеют по свободной паре электронов, т.е. являются сильными нуклеофилами (свободные пары электронов обозначены стрелками). Именно эти атомы азота в растворе будут подходить к 1 – му и 2 – му углеродным атомам в молекуле α-кетоглутаровой кислоты. Более наглядно это видно на 3D проекции мочевины и α-кетоглутарата, где заметна еще одна особенность — расстояние между атомами азота (1 – 1) в плоской структуре мочевины хорошо совпадают с расстоянием между кетоатомом и оксогруппой (2 – 2) в молекуле α-кетоглутаровой кислоты, являющимися объектами атаки для мочевины (рис. 1).

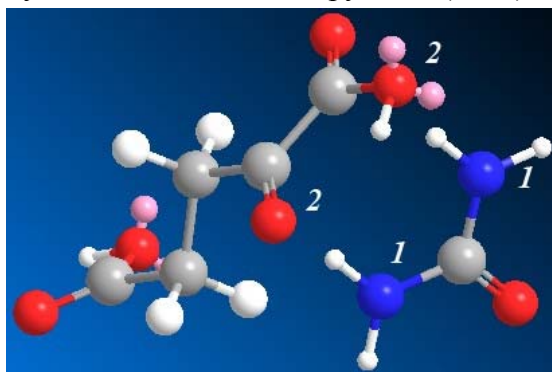
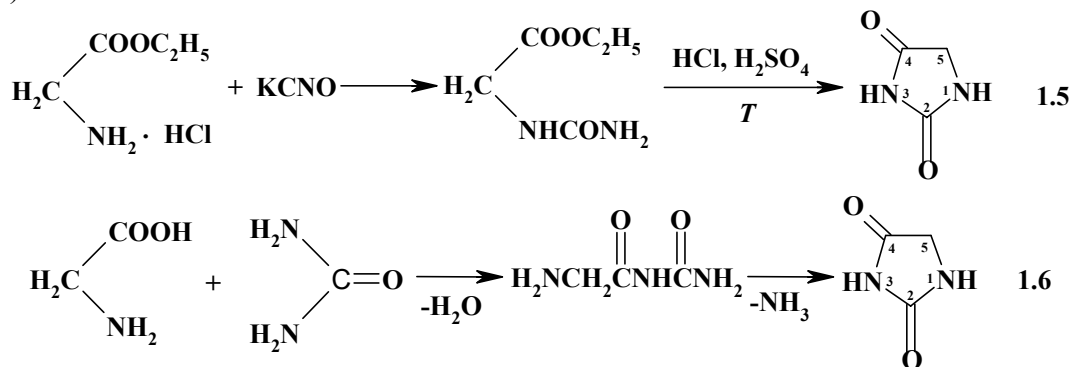


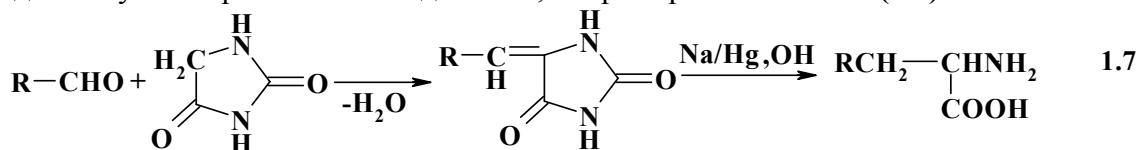
Рис. 1. 3D–реконструкция мочевины и α-кетоглутаровой кислоты

Шарики серого цвета — углерод, синего — азот, красного — кислород, белого — водород, малиновыми шариками на атомах кислорода показаны потенциальные места образования водородных связей

Поэтому следует ожидать, что любые α -кетокислоты и карбоновые кислоты, размеры и химическое строение которых позволяют создать конформацию, удобную для взаимодействия с мочевиной, будут вступать с ней в реакцию конденсации. Это свойство можно использовать для синтеза в мягких условиях достаточно большого числа гетероциклических соединений как пента-, так и гексоциклом. При использовании различных мочевины могут быть легко получены 2-замещенные гидантоины. В настоящее время гидантоин, как основу для синтеза его 5-замещенных производных получают из глицина или его эфиров по реакциям (1.5; 1.6):

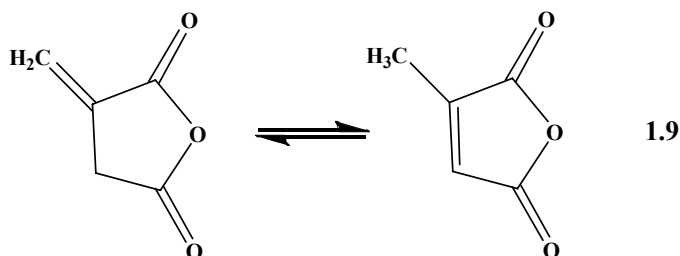
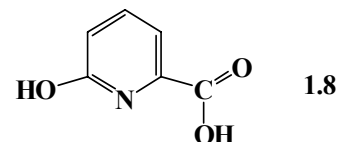


Как следует из анализа реакции 1.6, возможна обратная реакция с раскрытием кольца, поэтому гидантоины могут быть интересны не только сами по себе, но и как исходный продукт для получения различных соединений, например аминокислот (1.7).

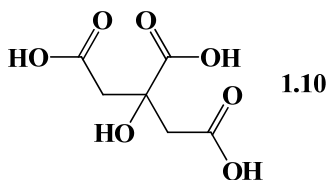


Вместо гидантоина могут быть использованы тиогидантоин, 2,5-диоксопиперазин, роданин т.е. тиазолин-4-он-2-тион [4]. Кроме того, реакция 1.7 является примером конденсации аминокислот с мочевиной. От изучаемых нами реакций, взаимодействие мочевины с аминокислотами отличается необходимостью дезаминирования для образования цикла. Гидантоин используется для получения ряда 5-замещенных производных, используемых в косметологии и медицине. В настоящее время синтез этих соединений осуществляется на основе введения в гидантоиновое кольцо заместителей по 5-му положению. Эти реакции также осуществляются многостадийно. Согласно нашим исследованиям существует другой путь: введение нужных заместителей в соответствующую кето- или аминокислоту с проведением последующей реакции конденсации с мочевиной.

Синтез пиперидинов. Ожидалось, что могут быть получены разные продукты реакции при использовании эквимольных соотношений реагентов и при избытке мочевины. Поэтому в одном опыте были взяты навески цитрата и мочевины по 12,7 г и 4,7 г соответственно (по 0,0678 моль) растворили вместе в 20 мл бидистиллированной воды. В колбу, в которой проводился синтез, добавляли 5 капель H_2SO_4 (3:2) как водоотнимающее средство в реакции конденсации. В другом опыте мочевины было взято в два раза больше. Однако в обоих случаях были получены соединения 1.8 и 1.9. Соединение 1.8 — 6-гидроксицикопириновая кислота, судя по структуре, способная к удержанию воды. Поскольку у 6-гидроксицикопириновой кислоты имеется два асимметричных атома, возможно наличие двух таутомеров, которые были обнаружены в количестве



23,17% и 41,23%. То есть выход 6-гидроксипиколиновой кислоты составил 63,4%. Кроме этого соединения было идентифицировано 35,6% смеси 3-метилендигидрофуран-2,5-диона и 3-метилфуран-2,5-диона **1.9**, являющихся внутримолекулярными изомерами. Из анализа линейной структуры лимонной кислоты не ясно, почему реакция протекает по такому пути, однако если структуру лимонной кислоты представить в виде конформации с минимальной



энергией **1.10**, то полученный результат становится более очевидным. Вероятно, молекула мочевины присоединяется по центральному карбоксилу, что приводит к декарбоксилированию, после чего мочевины дезаминируется, а ее кислород гидрируется. Замыкание пиперединового кольца вызывает разрыв углеродной цепи, и отсоединившаяся часть образует пентацикл. Взаимодействие мочевины с лимонной кислотой происходит полностью, без остатка, поскольку на хроматограмме не обнаруживаются характерных для мочевины и лимонной кислоты пиков, но только характерные для изомеров 6-гидроксипиколиновой кислоты и фуранов (рис. 2).

Взаимодействие мочевины с лимонной кислотой происходит полностью, без остатка, поскольку на хроматограмме не обнаруживаются характерных для мочевины и лимонной кислоты пиков, но только характерные для изомеров 6-гидроксипиколиновой кислоты и фуранов (рис. 2).

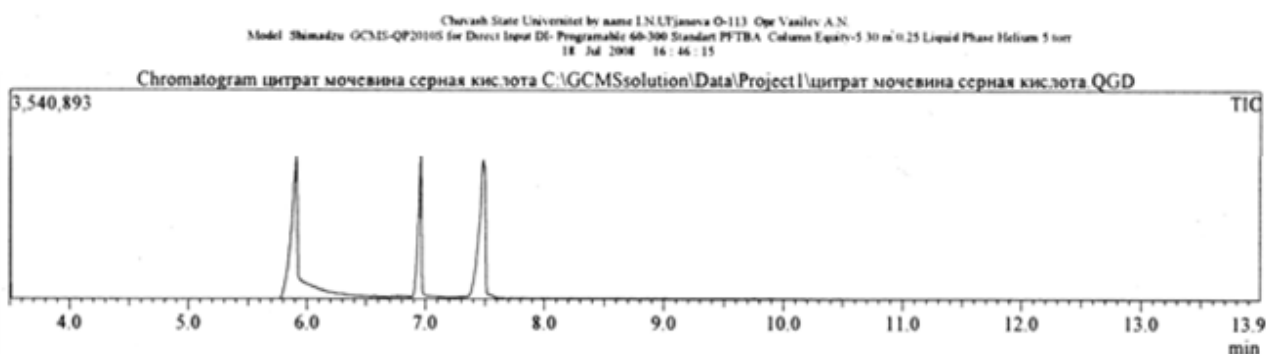


Рис. 2. Хроматограмма продуктов реакции мочевины и лимонной кислоты

Таким образом, из полученных данных следует очевидный вывод, кето- и поликарбоновые кислоты способны вступать в реакцию конденсации с мочевиной. Это может быть использовано для получения ряда как известных, так и неизвестных биологически активных веществ. Особенности протекания реакций конденсации мочевины с кето- и поликарбоновыми кислотами требуют дальнейшего экспериментального изучения.

Анализ химического строения исследуемых веществ осуществлен в Центре Коллективного Пользования Чувашской Республики.

Литература

- [1] Козлов В. А., Матьков К. Г., Лыщиков А. Н. Инновационная привлекательность синтеза гидантоиновых производных из мочевины и α -кетоглутарата. – Наука и инновации. – Вторая международная научная школа. – Йошкар-Ола (2007) 98-104.
- [2] Козлов В. А., Матьков К. Г., Лыщиков А. Н. Мочевина и α -кетоглутарат спонтанно образуют дегидрогидантоин-5-пропионовую кислоту in vitro. – Здравоохранение Чувашии. – 1 (2008) 53-58.
- [3] Kozlov V. A., Mat'kov K. G., Lyschikov A. N. Urea and α -ketoglutarat spontaneously form dehydrohydantoin-5-propionic acid in vitro. – European J. of Natural History, 6 (2007) 65-67.
- [4] Якубке Х. Д., Ешкайт Х. Аминокислоты, пептиды, белки. – М.: Мир (1985).

СТРАТЕГИЯ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ПОИСКА РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

Ю. Н. Митрасов, Н. П. Савинова, И. Н. Смолина, О. В. Кондратьева,
М. А. Фролова, Н. А. Лукичева, А. В. Гаврилова

*Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева
(428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38)*

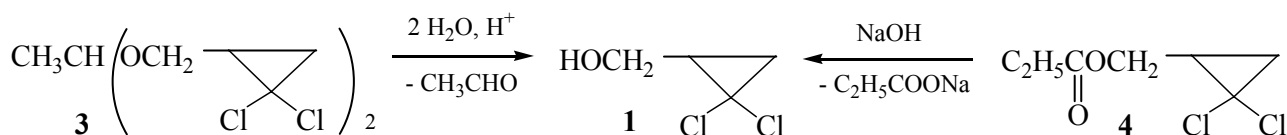
Разработаны препаративные методы синтеза новых типов фосфорилированных и борилированных малых карбоциклических соединений, проявляющих росторегулирующую активность.

New types of synthesis preparative methods are developed phosphorilicly and borilicly small carbociclicly connections which prove as growth regulators.

Применение биологически активных соединений (БАС) в растениеводстве является одним из важнейших элементов современных интенсивных технологий возделывания основных сельскохозяйственных культур. Среди БАС ведущее место занимают фосфорорганические соединения (ФОС). К ним относятся производные фосфористой, тиофосфористой, фосфорной, тио- и дитиофосфорной, фосфоновой и тиофосфоновой кислот, всего более 220 наименований пестицидов, мировое производство которых составляет более 2×10^5 т год. В частности, прекрасным регулятором роста растений зарекомендовала 2-хлорэтилфосфоновая кислота (этрел) и ее производные [1]. В последние годы резко возросло применение синтетических пиретроидов, являющихся аналогами природных соединений — пиретринов, которые проявляют различную биологическую активность (гербициды, инсектициды и др.). Пиретроиды являются производными циклопропанкарбоновых кислот, таких как хризантемовая, перметриновая и др. [2]. На основании изложенного, можно ожидать повышенной биологической активности, в том числе и росторегулирующей, от соединений в которых эти структурные фрагменты находятся в одной молекуле. В связи с этим целью работы явилась разработка доступных методов синтеза фосфорилированных циклопропанов (ФЦП), циклобутанов (ФЦБ) и выявление их биологической активности. Для решения поставленной задачи наиболее целесообразной представлялось использование классических реакций фосфорилирования легкодоступных функциональных производных циклопропана и циклобутана (спиртов, оксиранов, карбонильных соединений и их производных).

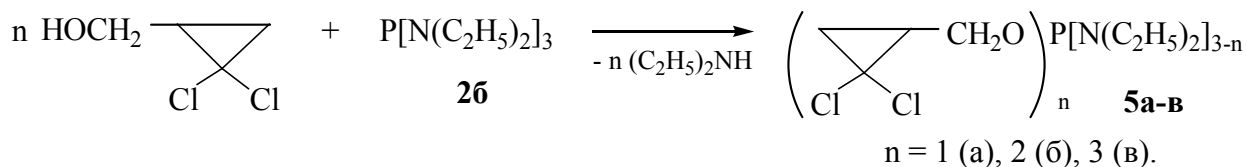
1. Реакции 2,2-дихлорциклопропилметанола с производными кислот фосфора (III)

Нами были изучены реакции 2,2-дихлорциклопропилметанола (**1**) с эфирами и амидами кислот трехвалентного фосфора (**2а**, **б**). Исходный спирт (**1**) был синтезирован нами гидролизом легко доступных ди(2,2-дихлорциклопропилметил)ацетата уксусного альдегида (**3**) 20% раствором серной кислоты в среде 1,4-диоксана или 2,2-дихлорциклопропилметилпропаноата (**4**) водным раствором гидроксида натрия.

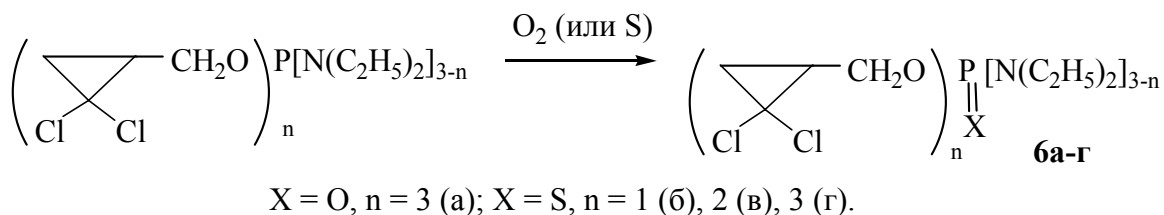


Необходимые для этого соединения (**3,4**) были получены дихлорциклопропанированием соответственно диаллилацетата уксусного альдегида и аллилпропаноата в условиях межфазного катализа, а фосфиты (**2а**, **б**) — взаимодействием трихлорида фосфора с метанолом и диэтиламинол. Взаимодействие 2,2-дихлорциклопропилметанола с гексаэтилтриамидофосфитом осуществляли в мольном соотношении реагентов от 1:1 до 3:1 в атмосфере инертного газа. Смешение компонентов проводили при комнатной температуре, а для

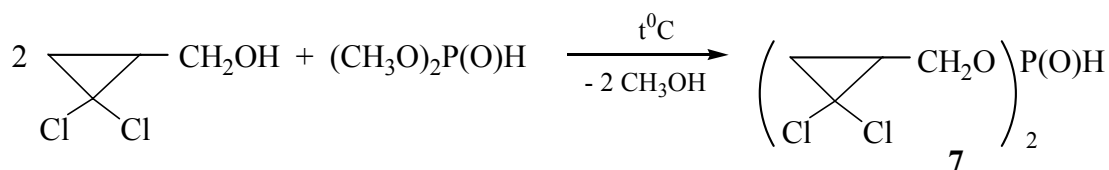
завершения реакции реакцию смесь нагревали при 60 – 70°C. При этом выделялся диэтиламин, который удаляли в вакууме и в зависимости от соотношения реагентов получали бис(*N,N*-диэтиламино)-2,2-дихлорциклопропилметил-, *N,N*-диэтиламинобис(2,2-дихлорциклопропил-метил)- или трис(2,2-дихлорциклопропилметил)фосфиты (**5а-в**).



Фосфиты (**5а-в**) представляют собой малоподвижные бесцветные жидкости. Они дают положительную качественную реакцию с хлоридом меди (I) на наличие трехвалентного фосфора. Строение фосфитов (**5а-в**) подтверждали данными ИК и ЯМР ^1H спектров. В ИК-спектрах *гем*-дихлорциклопропановый фрагмент характеризуется полосами поглощения в области 3095 – 3100 ($\nu_{\text{C-H}}$) см^{-1} , 750 ($\nu_{\text{C-Cl}}$) см^{-1} , а эфирная группа — 1010 – 1070 (ν_{POC}) см^{-1} . В спектрах ЯМР ^1H фосфитов (**5а-в**) протоны трехчленного цикла проявляются в виде мультиплетов с δ 1.62–1.65 (CH_2) и 1.76–1.86 (CH) м.д. Протоны группы $\text{OCH}_2\text{---}$ являются магнитно – неэквивалентными и резонируют в виде двух мультиплетов с δ 3.78–3.85 и 3.98–4.05 м.д. Фосфиты (**5а-в**) легко взаимодействуют с кислородом и серой с образованием соответствующих фосфатов (**6а-г**).

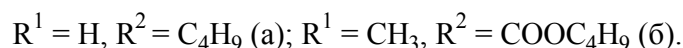
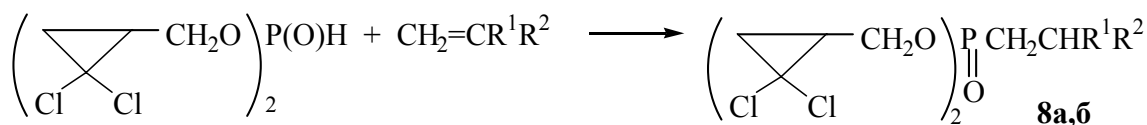


Фосфат (**6а**) и тиофосфаты (**6б-г**) представляют собой очень густые вязкие жидкости, растворимые в органических растворителях и малорастворимые в воде. В спектре ЯМР ^1H фосфата (**6а**) протоны цикла проявляются в виде мультиплетов с δ 1.91 м.д. (CH) и 2.11 м.д. (CH_2). Протоны оксиметиленовой группы, как и в фосфите (**5в**), магнитно – неэквивалентны и представлены двумя мультиплетами с δ 4.01 и 4.21 м.д. Взаимодействие 2,2-дихлорциклопропилметанола с диметилфосфитом проводили при мольном соотношении реагентов 2 : 1 и температуре 60 – 65°C. Нагревание продолжали до прекращения отгонки метанола. Далее двукратной перегонкой в вакууме получили ди(2,2-дихлорциклопропилметил)фосфит (7). Фосфит (7) легко присоединяется к 1-алкенам и алкилметакрилатам при температуре 70 – 80°C в присутствии каталитических количеств перекиси бензоила или насыщенного раствора 2,2-дихлорциклопропилметаноля в спирте (**1**) соответственно. Окончание реакции контролировали методом тонкослойной хроматографии. Для удаления катализатора реакцию смесь растворяли в хлористом метиле, промывали водой, затем высушивали безводным сульфатом натрия и вакуумировали до постоянного веса при температуре 80°C.



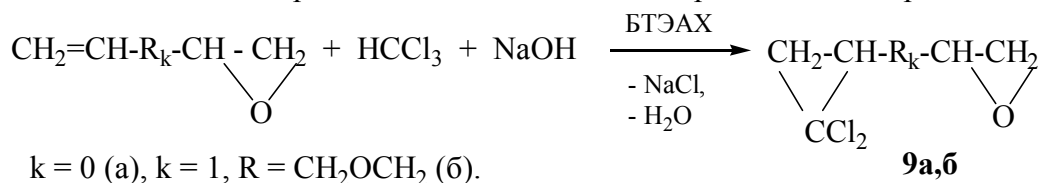
Полученные фосфонаты (**8а, б**) представляют собой жидкости желтого цвета, строение которых подтверждали данными ИК и ЯМР ^1H спектров, состав — элементным анализом, а чистоту — методом тонкослойной хроматографии. В ИК-спектрах имеются следующие полосы поглощения: 3080 – 3090 ($\nu_{\text{C-H}}$), 1710 ($\nu_{\text{C=O}}$), 1250–1270 ($\nu_{\text{P=O}}$), 1040 – 1120 (ν_{POC}), 750

(ν_{C-Cl}) см^{-1} . В спектре ЯМР ^1H протоны цикла характеризуются мультиплетами с δ 1.90 и δ 2.09 – 2.11 м.д.



2. Реакции *гем*-дихлорциклопропилксиранов с хлоридами фосфора

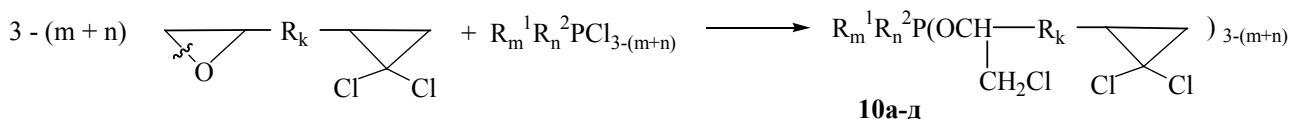
Оксираны являются превосходными синтонами для получения различных классов органических соединений. Введение в их молекулы реакционноспособного циклопропанового фрагмента значительно повышает как синтетические возможности, так и прикладное значение таких мономеров. Одним из путей синтеза указанных соединений является присоединение к алкенилоксиранам дихлоркарбена, генерируемого из хлороформа при действии 50% раствора гидроксида натрия или калия в присутствии бензилтриэтиламмоний хлорида. В качестве оксиранов были использованы легкодоступные аллилглицидиловый эфир и моноокись дивинила. Мольное соотношение алкен : хлороформ : гидроксид натрия составляло 1 : 2–4: 2–4, а количество катализатора — 2% от массы алкена. Известно, что α -окиси легко реагируют с хлоридами кислот трех- и пятивалентного фосфора с образованием соответствующих 2-хлоралкиловых эфиров, некоторые из которых нашли широкое практическое применение. Повышенный интерес представляло использование в этой реакции оксиранов (**9а, б**), содержащих в своем составе *гем*-дихлорциклопропановый фрагмент, что обусловлено повышенной реакционной способностью трехчленного карбоцикла.



В качестве хлоридов фосфора были использованы доступные треххлористый фосфор, фенил- и *n*-толилдихлорфосфины, этилфенил-хлорфосфин, хлорокись фосфора, 2-хлор-этил-, 2-метил-3-хлор-2-пропенил-, фенил-, *n*-хлорметилфенилдихлорфосфонаты, а также бисхлорметилхлорфосфинат.

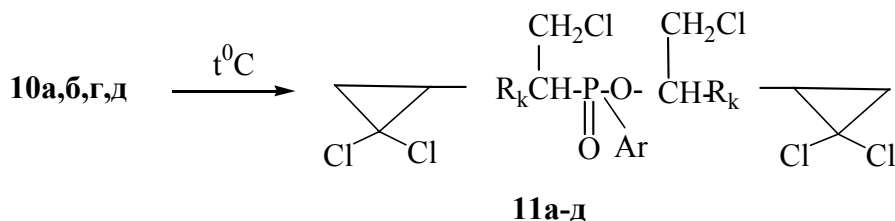
2.1. Реакции *гем*-дихлорциклопропилоксиранов с хлоридами фосфора (III)

Реакции оксиранов (**9а, б**) с арилдихлорфосфинами проводили при мольном соотношении реагентов 2 : 1, а с этилфенилхлорфосфином — 1 : 1. Во всех случаях при смешении компонентов наблюдался сильный экзотермический эффект. Поэтому процесс проводили при охлаждении до -10°C и с минимальной скоростью подачи оксиранов (**9а, б**). Окончание реакции определяли по отрицательной пробе на содержание активного хлора. Синтезированные ФОС дают положительную качественную реакцию с хлоридом меди (I) на наличие соединений трехвалентного фосфора. Их структуры подтверждали методами ЯМР ^1H , ^{31}P и ИК-спектроскопии, рефрактометрии, а состав — данными элементного анализа. В ИК-спектрах имеются интенсивные полосы поглощения в области $950 - 1050 \text{ см}^{-1}$, соответствующие валентным колебаниям P–O–C связей. При этом в спектре сохраняются сигналы, характеризующие *гем*-дихлорциклопропановое кольцо ($3080, 750 \text{ см}^{-1}$). В спектрах ЯМР ^1H протоны карбоцикла проявляются в виде мультиплетов с δ 1.40 – 1.65 и 1.64 – 1.91 м.д. Следовательно, в ходе реакции с хлоридами трехвалентного фосфора происходит раскрытие только оксиранового цикла по связи O–C³, а *гем*-дихлорциклопропановый — остается неизменным. Эти данные позволили предложить для полученных соединений структуры 1-(2,2-дихлорциклопропил)- и 1-(2,2-дихлорциклопропилметоксиметил)-2-хлорэтиловых эфиров арилфосфонистых (δ_{P} 155 м.д.) и — фосфинистых (δ_{P} 120 м.д.) кислот (**10а-д**).



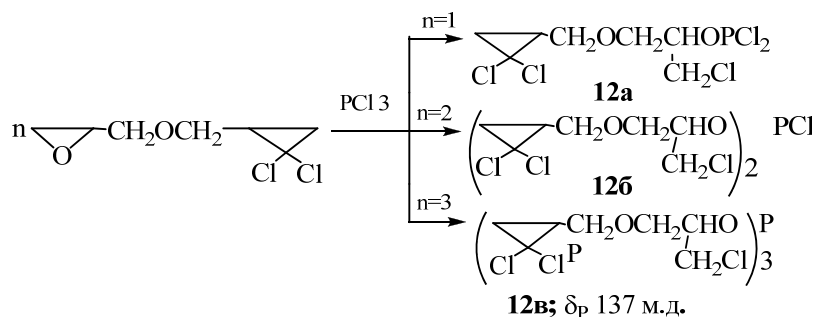
$R = \text{CH}_2\text{OCH}_2$, $k = m = 1$, $n = 0$, $R^1 = \text{Ph}$ (а), $n\text{-MeC}_6\text{H}_4$ (б); $k = m = n = 1$,
 $R^1 = \text{Et}$, $R^2 = \text{Ph}$ (в); $k = n = 0$, $m = 1$, $R^1 = \text{Ph}$ (г), $n\text{-MeC}_6\text{H}_4$ (д).

Полученные эфиры (**10а–д**) представляют собой бесцветные, вязкие жидкости, обладающие характерным неприятным запахом, растворимые в обычных органических растворителях. При их нагревании до 150°C протекает внутримолекулярная реакция Арбузова, приводящая к соответствующим эфирам кислот пятивалентного фосфора (**11а–д**).

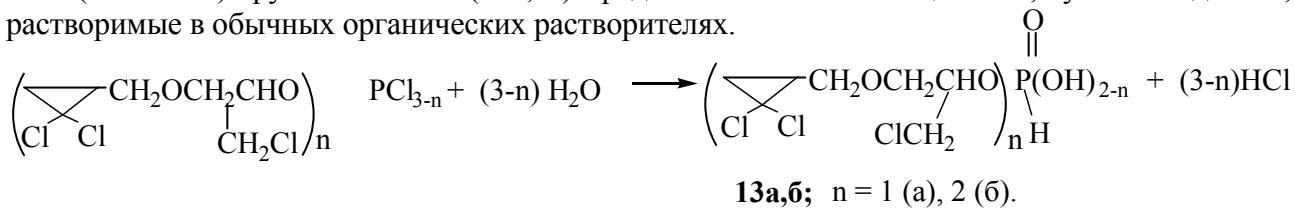


$R = \text{CH}_2\text{OCH}_2$, $k = 1$, $\text{Ar} = \text{Ph}$ (а), $n\text{-MeC}_6\text{H}_4$ (б); $k = 0$, $\text{Ar} = \text{Ph}$ (в), $n\text{-MeC}_6\text{H}_4$ (г).

Строение эфиров (**11а–д**) подтверждали методами ИК и ЯМР ^1H спектроскопии, а состав — элементным анализом. В ИК-спектрах обращает на себя внимание появление интенсивной полосы поглощения в области $1250 - 1260 \text{ см}^{-1}$, соответствующей валентным колебаниям фосфорильной группы. Гем-дихлорциклопропильная группа не участвует в реакции, о чем свидетельствуют практически полная идентичность ИК-спектров продуктов реакции и исходных фосфонитов в области $3080 - 3090$ и $750 - 755 \text{ см}^{-1}$, а также данные спектров ЯМР ^1H . В них протоны трехчленного цикла фосфинатов (**11а, б**) резонируют в виде мультиплетов в области $1.60 - 1.65$ и $1.77 - 1.92$ м.д. Метильный протон у атома фосфора и метиленовые группы (CH_2Cl , CH_2O) также проявляются в виде мультиплета в области $2.96 - 3.15$ и $3.36 - 4.22$ м.д. соответственно. В спектрах ЯМР ^1H фосфинатов (**11в, г**) сигналы протонов CH_2 -группы трехчленного цикла, находящихся в эфирном радикале, смещены в более слабое поле ($\delta 1.62 - 1.67$ м.д.). Группа CH в цикле и у атома фосфора, как и метиленовые протоны, резонируют в виде мультиплетов с $\delta 1.90 - 2.10$, $2.57 - 2.95$ и $3.46 - 4.48$ м.д. соответственно. Протоны ароматического кольца проявляются в обычных областях $7.28 - 7.9$ м.д. Взаимодействие оксирана (**9б**) с треххлористым фосфором проводили при мольном соотношении реагентов от $1 : 1$ до $3 : 1$ при температуре — $10 \div 50^\circ\text{C}$. При синтезе среднего фосфита окончание реакции определяли по отрицательной пробе на содержание активного хлора. В зависимости от соотношения реагентов конечными продуктами являются средние, хлор- или дихлор-1-(2,2-дихлорциклопропилметоксиметил)-2-хлорэтилфосфиты (**12а–в**). Строение фосфитов (**12а–в**) подтверждали данными ЯМР ^1H , ^{13}C , ^{31}P и ИК-спектров, а состав — элементным анализом. В ИК-спектрах всех трех соединений наблюдаются интенсивные полосы поглощения в области $950 - 1050 \text{ см}^{-1}$, соответствующие валентным колебаниям $\text{P}-\text{O}-\text{C}$ связей. При этом в спектре сохраняются сигналы, характеризующие 2,2-дихлорциклопропановое кольцо (3080 , 750 см^{-1}). В ИК-спектрах хлорфосфитов (**12а, б**) содержатся также сильные полосы поглощения валентных колебаний $\text{P}-\text{Cl}$ связи в области $465 - 510 \text{ см}^{-1}$. В спектрах ЯМР ^1H протоны циклопропанового кольца проявляются в виде мультиплетных с $\delta 1.90 - 2.10$, $2.57 - 2.95$ и $3.46 - 4.48$ м.д. соответственно. Протоны ароматического кольца проявляются в обычных областях $7.28 - 7.90$ м.д. сигналов с химическими сдвигами $1.60 - 1.65$ (CH_2) и $1.78 - 1.91$ м.д. (CH). Метиленовые протоны CH_2O и CH_2Cl групп образуют сложный мультиплет в области $3.36 - 3.82$ м.д., а метиновые — $3.95 - 4.21$ м.д.



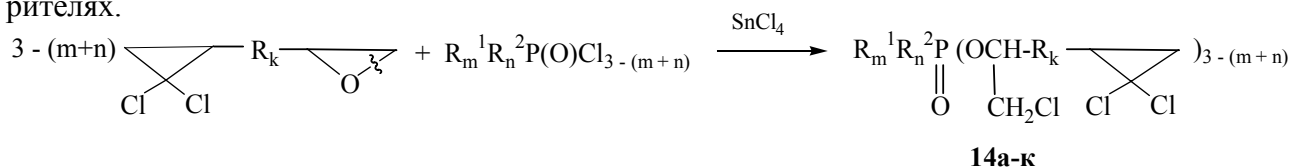
Соединения (**12а–в**) представляют собой бесцветные, густые жидкости, растворимые в органических растворителях. Они дают положительную качественную реакцию с хлоридом меди (I). Фосфиты (**12а–в**) являются ценными исходными соединениями фосфорорганического синтеза. В частности, нами был осуществлен гидролиз хлорфосфитов (**12а, б**), который легко протекает при комнатной температуре. Окончание реакции определяли по отрицательной пробе на содержание активного хлора. Для полного удаления хлористого водорода и легколетучих соединений выдерживали полученные кислоты при температуре 50 – 60°C и давлении 10 – 20 мм рт. ст. до постоянного веса. Структуры синтезированных 1–(2,2–дихлорциклопропилметоксиметил)–2–хлорэтилфосфористых кислот (**13а, б**) подтверждали данными ИК–спектров, а состав — элементным анализом. В ИК–спектрах обращает на себя внимание наличие слабой, слегка уширенной полосы поглощения в области 2460 – 2470 см^{–1}, характерной для валентных колебаний Р–Н связи. Наряду с этим, в спектрах имеются сигналы, характерные для *гем*–дихлорциклопропиловой (3100, 760 см^{–1}), Р–О–С (1020 – 1070 см^{–1}) и Р=О (1220 см^{–1}) групп. Кислоты (**13а, б**) представляют собой бесцветные, густые жидкости, растворимые в обычных органических растворителях.



2.2. Реакции *гем*–дихлорциклопропилоксиранов хлоридами фосфора (IV)

Хлориды четырехкоординированного фосфора, в отличие от хлоридов трехвалентного фосфора, реагируют с α -окисями только в присутствии катализаторов, в качестве которых в основном используются кислоты Льюиса. Для проведения реакций оксиранов (**9а, б**) с хлорокисью фосфора, органил–дихлорфосфонатами и бисхлорметилхлорфосфинатом нами был использован хлорид олова (IV) в количестве 0,15% от массы оксиранов. Молярное соотношение реагентов в зависимости от природы хлоридов фосфора, составляло от 3:1 до 1:1 соответственно. В таких условиях при смешении реагентов также наблюдался значительный экзотермический эффект, поэтому во избежание протекания побочных реакций, применяя внешнее охлаждение, температуру смеси поддерживали в пределах 20 – 25°C. Для удаления катализатора образовавшиеся продукты промывали 5% раствором гидроксида натрия, а затем хроматографировали. Данные тонкослойной хроматографии подтвердили индивидуальность синтезированных соединений. Их структуры устанавливали методами ЯМР ¹H, ³¹P и ИК–спектроскопии, а состав определяли по данным элементного анализа. В ИК–спектрах наблюдаются следующие полосы поглощения: 1250 – 1255 см^{–1} (ν Р=О), 980 – 1070 см^{–1} (ν Р–О–С), 3080 – 3095 см^{–1} (ν С–Н карбоцикла), 755 – 760 см^{–1} (ν СCl₂). В спектрах ЯМР ¹H содержатся мультиплетные сигналы в области 1.08 – 2.09 (γ), 3.12 – 4.01 (CH₂O, CH₂, 4.33 – 4.67 (POCH), и 6.93 – 8.35 м.д. (C₆H₅ или C₆H₄). Таким образом, данные ЯМР ¹H и ИК–спектров указывают на разрыв связи О–С³ оксиранового цикла и образование 1–(2,2–дихлорциклопропил)– и 1–(2,2–дихлорциклопропилметоксиметил)–2–хлорэтиловых эфиров органилфосфоновых или диорганилфосфиновых кислот (**14а–к**). Они представляют собой бесцветные или светло – желтые, вязкие жидкости со специфическим запахом, растворимые в обычных органических раство-

рителях.

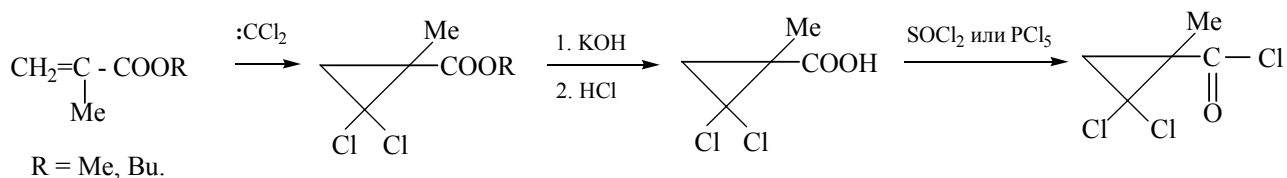


R=CH₂OCH₂, k = m = 1, n = 0, R¹ = ClCH₂CH₂ (а), ClCH=C(Me)CH₂ (б), Ph (в), n-ClCH₂C₆H₄ (г); k = m = n = 1, R¹ = R² = ClCH₂ (д); k = 1, m = n = 0 (е); k = m = n = 0 (ж); k = n = 0, m = 1, R¹ = ClCH₂CH₂ (з), Ph (и), k = 0, m = n = 1, R¹ = R² = ClCH₂ (к).

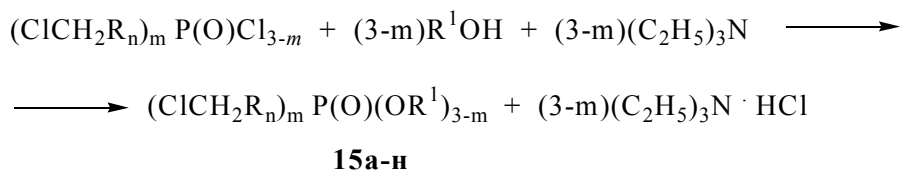
Таким образом, установлено, что *гем*-дихлорциклопропилоксираны реагируют хлоридами фосфора (III и IV) с раскрытием только оксиранового цикла с образованием 1-(2,2-дихлорциклопропил)- и 1-(2,2-дихлорциклопропилметоксиметил)-2-хлорэтиловых эфиров фосфористой, арилфосфонистых, алкиларил-фосфинистых, органилфосфоновых и диорганилфосфиновых кислот.

3. Синтез фосфорилированных эфиров циклопропанкарбоновых кислот

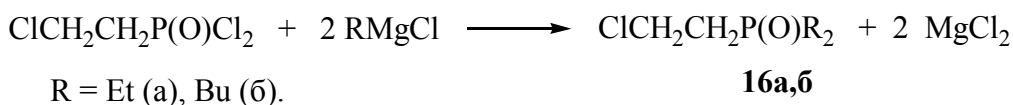
Эфиры циклопропанкарбоновых кислот известны как высокоэффективные инсектицидные и акарицидные препараты. Фосфорилированные производные этих кислот до настоящего времени не описаны. В связи с этим нами разработан метод синтеза эфиров циклопропанкарбоновых кислот, содержащих фосфорный остаток в спиртовой компоненте, заключающийся во взаимодействии солей циклопропанкарбоновых кислот с фосфорилированными метил- β -хлорлактатами, алкил- и бензилхлоридами. В качестве кислот были использованы доступные 3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметил- и 1-метил-2,2-дихлор-циклопропанкарбоновые кислоты. Первая под названием перметриновая кислота используется при производстве широко известных синтетических перитроидных препаратов, а вторая легко синтезируется гидролизом продуктов дихлорциклопропанирования эфиров метакриловой кислоты, производимых отечественной промышленностью.



В качестве фосфорилированных галогенопроизводных углеводородов были использованы окиси диалкил–2–хлорэтилфосфина, эфиры бисхлорметилфосфиновой, хлорметил–, 2–хлорэтил– и 4–хлорметилфенилфосфоновых кислот (**15a–н**), в которых атомы галогена обладают повышенной активностью. Их синтез легко осуществляли взаимодействием соответствующих хлорангидридов с абсолютными спиртами или алкилмагниихалогенидами.

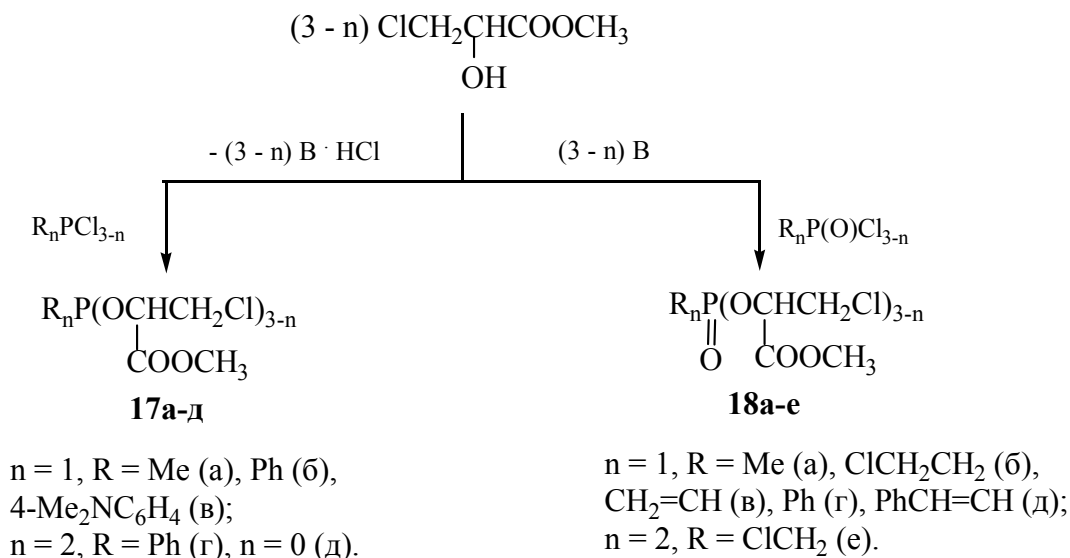

$$\tau=0\delta \text{ } \delta=1\delta \text{ } K^1 = Y e (\phi) \text{ } \text{ж } \tau=\delta=1\delta \text{ } K = C P_2 \delta \text{ } K^1 = C_d C P_2 C P_2 (\delta) \text{ } \text{ж } K = C_6 P_4 \delta$$

$R^1 = \text{Me (в); Et (г); Pr (д); Bu (е); m=2, n=0, } R^1=\text{Et (ж); } i\text{-Pr (з); CH}_2=\text{CH-CH}_2 \text{ (и); MeOCH}_2\text{CH}_2 \text{ (к); EtOCH}_2\text{CH}_2 \text{ (л); PhOCH}_2\text{CH}_2 \text{ (м); 3-PhOC}_6\text{H}_4\text{CH}_2 \text{ (н).}$

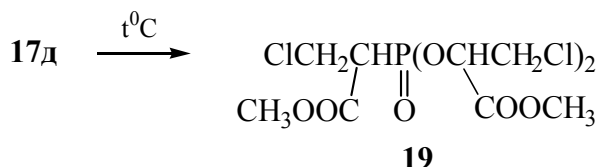


В качестве хлорэфиров были использованы продукты фосфорилирования метил- β -хлорлактата такими доступными хлоридами три- и тетракоординированного фосфора, как

треххлористый фосфор, метил-, фенил-, 4-*N,N*-диметиламинофенилдихлорфосфины, дифенилхлорфосфин, метил-, 2-хлорэтил-, винил-, фенил-, стирилдихлорфосфонаты и бис(хлор-метил)хлорфосфинат. Они реагируют с метил- β -хлорлактатом в присутствии органического основания с образованием 1-карбметокси-2-хлорэтиловых эфиров кислот фосфора (**17а-д**, **18а-е**). Общую схему проведенных превращений можно представить в следующем виде:

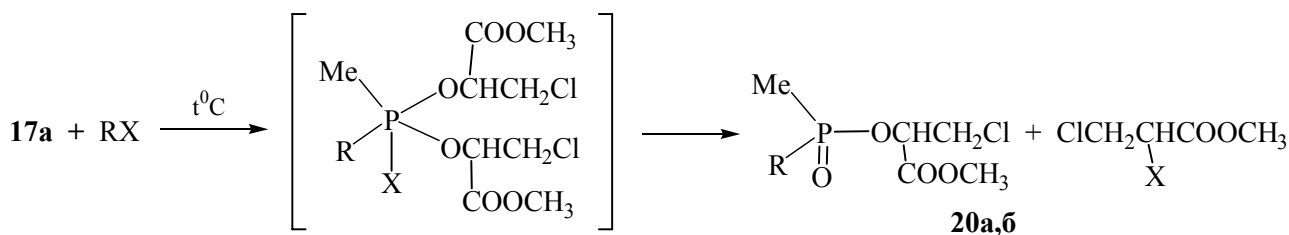


Мольное соотношение метил- β -хлорлактат: хлорид фосфора было таким, чтобы происходило исчерпывающее замещение ангидридных атомов хлора. Эфиры (**17а-д**, **18а-е**) очищали хроматографированием на колонке с оксидом алюминия (III) или перегонкой в вакууме. Их чистота подтверждалась тонкослойной хроматографией, а строение доказывалось данными ИК, ЯМР ^1H и ^{31}P спектроскопии. Три(1-карбметокси-2-хлорэтил)фосфит (**17д**)



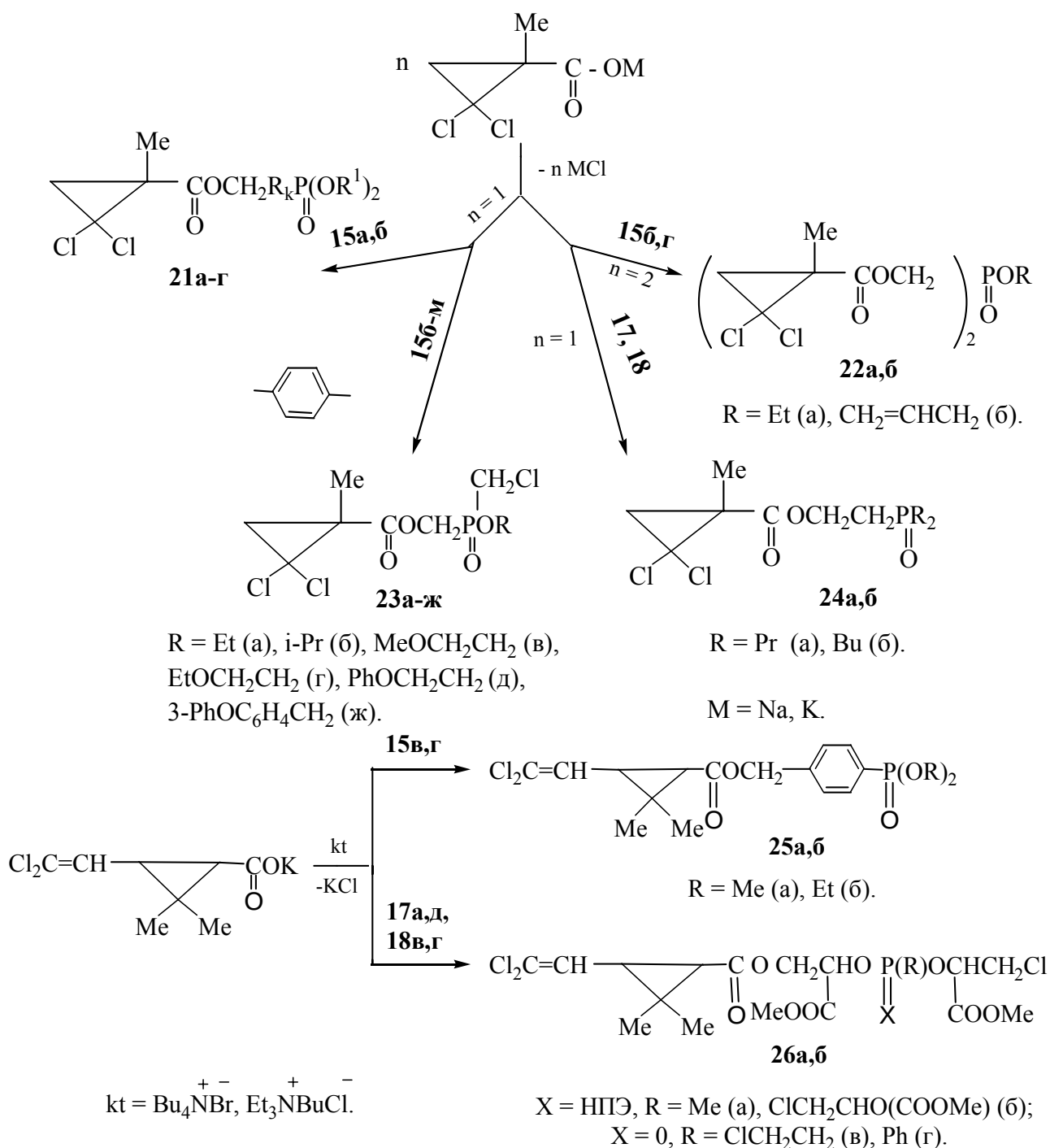
при нагревании до 150°C претерпевает внутримолекулярную термическую перегруппировку в фосфонат (**19**). Об этом свидетельствует исчезновение в спектре ЯМР ^{31}P сигнала с $\delta_{\text{P}} 139$ м.д., соответствующий фосфиту (**17д**), и появление нового — в области 28 м.д., характерного для

фосфоната (**19**). Ди(1-карбметокси-2-хлорэтил)метилфосфонит (**17а**) вступает в реакцию Арбузова с иодистым метилом и бромистым аллилом. Ход реакции контролировали методами ИК и ЯМР ^{31}P спектроскопии. В частности, в случае метилиодида в спектре ЯМР ^{31}P наблюдалось исчезновение сигнала фосфонита (**17а**) ($\delta_{\text{P}} 187$ м.д.) и появление нового $\delta_{\text{P}} 34.5$ м.д. Общая методика фосфорилирования солей перметриновой и 1-метил-2,2-дихлорциклопропанкарбоновой кислоты заключалась в их нагревании с хлоридами (**15а-н**, **17**, **18**) в мольном соотношении 1 : 1 : 1 или 1 : 2 : 2 в среде полярного органического растворителя при температуре $50 - 80^\circ\text{C}$ в течение нескольких часов.



$R = \text{Me (a), CH}_2\text{CHCH}_2 \text{ (б); } X = \text{Br, I.}$

В качестве растворителя использовали этанол, диметилформамид или смеси толуола и диметилформамида (1 : 8). В последнем случае процесс проводили в присутствии каталитических количеств солей четвертичного аммония при температуре 100°C. При этом постепенно наблюдалось выпадение мелкодисперсного осадка хлорида натрия или калия. Окончание реакций определяли методом ТСХ по исчезновению на хроматограмме пятна исходных ФОС (15а–н, 17а, д, 18в, г). Выделение и очистку образующихся фосфорилированных эфиров циклопропанкарбоновых кислот проводили последовательным промыванием реакционной смеси водой для удаления неорганических солей и растворителя, перегонкой или хроматографированием на колонке с оксидом алюминия с последующим термостатированием при температуре 90 – 95°C и давлении 5 – 10 мм рт. ст. до постоянного веса. Чистоту синтезированных соединений подтверждали методом ТСХ, строение методами ИК, ЯМР ^1H и ^{31}P спектроскопии, а состав — элементным анализом. Общую схему проведенных превращений можно выразить следующими уравнениями:



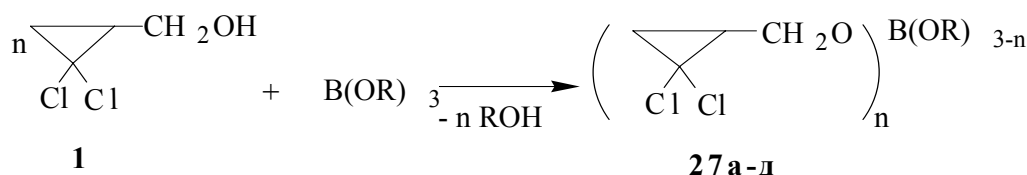
Эфиры (**21а–г**, **22а, б**, **23а–е**, **24а, б**, **25а, б, н**, **26а, б**) представляют собой бесцветные густые жидкости с характерным запахом, хорошо растворимые в обычных органических растворителях и малорастворимые в воде. В спектрах ЯМР ^{31}P эфиров (**21а–г**, **22а, б**) атомы фосфора характеризуются сигналами в области 19 – 44 м.д. В ИК–спектрах содержатся интенсивные полосы поглощения, характерные для валентных колебаний $\text{C}=\text{O}$ ($1700 - 1710 \text{ см}^{-1}$), $\text{P}=\text{O}$ ($1250 - 1260 \text{ см}^{-1}$), $\text{P}-\text{O}-\text{C}$ ($975 - 1220 \text{ см}^{-1}$) и $\text{C}-\text{Cl}$ ($755 - 760 \text{ см}^{-1}$) связей. Наличие трехчленного цикла надежно подтверждается слабыми сигналами в области $3090 - 3095 \text{ см}^{-1}$, соответствующими валентным колебаниям $\text{C}-\text{H}$ связи. Для соединения (**22б**), наряду с вышеуказанными сигналами, характерно поглощение с максимумом 1640 см^{-1} , соответствующее валентным колебаниям $\text{C}=\text{C}$ связи. В спектрах ЯМР ^1H протоны трехчленного цикла проявляются в виде дублетных сигналов в области 2.07 – 2.09 и 2.13 – 2.19 м.д., $^2J(\text{HH})$ 7,5 Гц, метильная группа при цикле — в виде синглета с δ 1.48 – 1.50 м.д. Протоны метиленовых протонов резонируют в более слабом поле в виде дублета (CH_2Cl) или мультиплетных (CH_2O) сигналов в области 3.75 – 3.78 м.д. ($^2J_{\text{PH}}$ 7.5 Гц) и 3.27 – 4.95 м.д. соответственно.

4. Синтез гем–дихлорциклопропилметилборатов

Органические производные борной кислоты находят широкое применение в химической промышленности. К настоящему времени синтезировано значительное число эфиров борной кислоты. Для их получения наиболее часто используется реакция этерификации с алифатическими, алициклическими и ароматическими спиртами [3]. Повышенный интерес представляют эфиры спиртов циклопропанового ряда и борной кислоты, что обусловлено высокой биологической активностью обоих структурных фрагментов. Поэтому исследования в этом направлении являются актуальными. Наиболее целесообразным для решения поставленной задачи представлялось применение реакции переэтерификации триалкилборатов со спиртами циклопропанового ряда, что обусловлено неустойчивостью последних к кислым и основным реагентам, приводящей к изменениям малого карбоцикла. Поэтому из рассмотрения были исключены реакции этих спиртов с борной кислотой или хлоридами бора.

В качестве исходного спирта был использован 2,2–дихлорциклопропилметанол (**1**), а в качестве эфиров борной кислоты — легкодоступные триметил- и триэтилбораты (**4**).

Взаимодействие триалкилборатов со спиртом (**1**) проводили при мольном соотношении реагентов от 1 : 1 до 1 : 3 при температуре $100 - 110^\circ\text{C}$. Контроль за ходом протекания реакции осуществляли по количеству выделившегося алифатического спирта. Исследование строения образующихся соединений методами ИК и ЯМР ^1H спектроскопии показало, что им соответствуют структуры 2,2–дихлорциклопропилметилорбатов борной кислоты (**27а–д**). В ИК–спектрах боратов (**27а–д**) трехчленный цикл характеризуется полосами поглощения валентных колебаний $\text{C}-\text{H}$ и $\text{C}-\text{Cl}$ связей соответственно с максимумами 3093, 749 см^{-1} , наличие связей $\text{B}-\text{O}$ и $\text{C}-\text{O}$ подтверждается набором интенсивных полос в области 1029 – 1376 см^{-1} . В спектрах ЯМР ^1H эфиров (**27а–д**) протоны цикла и группы OCH_2 проявляются в виде мультиплетов в области 1,61 – 1,85 и 3,67 – 3,95 м.д. соответственно. Сигналы метокси- и этоксигрупп находятся в обычных областях.



$\text{R} = \text{CH}_3$, $\text{n} = 1(\text{а}), 2(\text{б}), 3(\text{в})$; $\text{R} = \text{C}_2\text{H}_5$, $\text{n} = 1(\text{г}), \text{n} = 2(\text{д})$.

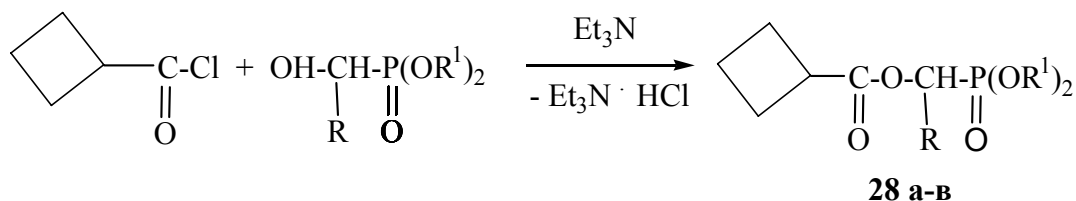
Эфиры (**27а–д**) представляют собой бесцветные прозрачные жидкости, растворимые в органических растворителях. При действии воды они гидролизуются. Для оценки биологической активности синтезированных гем–дихлор-циклопропилметил–боратов (**27а–д**) повышенный интерес представляло изучение влияния их разбавленных водных растворов на энер-

гию прорастания (ЭП) и лабораторную всхожесть (ЛВ) семян злаковых и бобовых культур. По этим показателям судят о пригодности семян к посеву и соответственно устанавливают норму высева. Для исследований были использованы пшеница яровая Московская 35 и горох сорта Дружинник. Определение ЭП и ЛВ проводили согласно ГОСТ 12038 – 84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести». Семена злаковых замачивали в водных растворах боратов (27а–д) до набухания и затем проращивали на дистиллированной воде. Учет проросших семян проводили в два срока в соответствии с ГОСТ.

Определение энергии прорастания и всхожести в опытных и контрольных пробах показало, что растворы соединений (27а) (ω 0,001 – 0,01%) и (27в) (ω 0,005 – 0,01%) оказывают стимулирующее действие на прорастание семян пшеницы. Ингибирующим действием на семена обеих культур обладают растворы вещества (27б). Оптимальными для предпосевной обработки семян гороха путем замачивания являются растворы боратов (27а) (ω 0,01%) и (27в) (ω 0,001%), которые по сравнению с контролем повышают ЭП и ЛВ на 10–12%. Более концентрированные растворы вещества (27в) обладают ингибирующим действием.

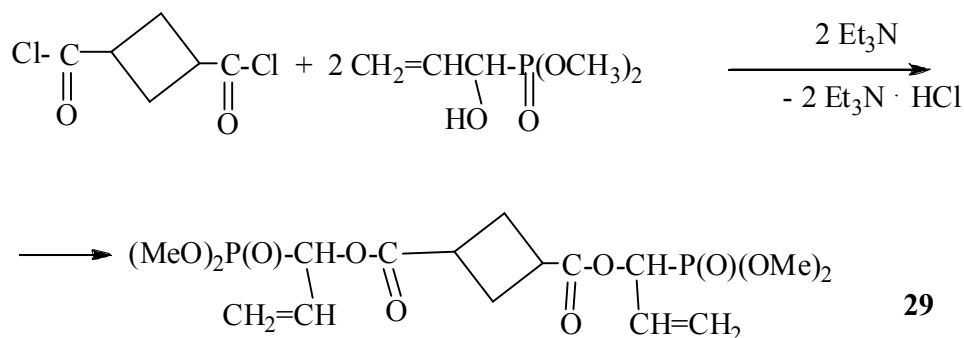
5. Фосфорилирование производных циклобутанкарбоновых кислот

Эфиры циклобутанкарбоновой кислоты с фосфорными заместителями в спиртовом фрагменте до настоящего времени в литературе не описаны. Нами показано, что при взаимодействии хлорангидрида циклобутанкарбоновой кислоты с диалкил- α -гидроксиорганилфосфонатами в среде бензола в присутствии триэтиламина с хорошими выходами образуются фосфорилированные эфиры (28а–в). Аналогично, на основе дихлорангидрида 1,3-циклобутандикарбоновой кислоты и диметил-1-гидрокси-2-пропенилфосфоната был получен фосфорсодержащий диэфир (29). Эфиры (28а–в, 29) очищали хроматографированием на колонке с оксидом алюминия (III), элюент — бензол. После удаления растворителя они представляли собой светлые густые жидкости или легкоплавкие соединения с характерным эфирным запахом, хорошо растворимые в обычных органических растворителях.



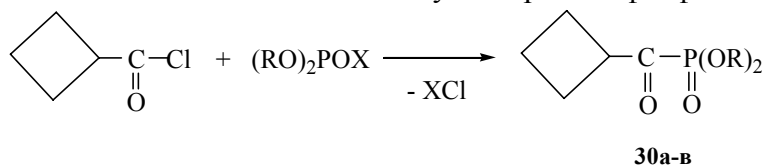
$\text{R} = \text{CCl}_3$, $\text{R}^1 = \text{CH}_2\text{CH}_2\text{OMe}$ (а); $\text{R} = 3\text{-PhOC}_6\text{H}_4$, $\text{R}^1 = \text{Me}$ (б), Et (в).

Индивидуальность соединений (28а–в, 29) подтверждали тонкослойной хроматографией, структуру — данными ИК и ЯМР ^{31}P спектров, а состав — элементным анализом. В спектрах ЯМР ^{31}P фосфонаты (28, 29) характеризуются сигналами в области 15 – 20 м.д.



В их ИК-спектрах содержатся интенсивные полосы поглощения, характерные для валентных колебаний $\text{C}=\text{O}$ (1730 см^{-1}), $\text{P}=\text{O}$ (1255 см^{-1}), $\text{P}-\text{O}-\text{C}$ ($1060\text{--}980 \text{ см}^{-1}$), $\text{C}-\text{O}$ (1220 , $1160\text{--}1165 \text{ см}^{-1}$) связей. Нами также изучено взаимодействие циклобутанкарбонилхлорида с

триалкилфосфитами и солями диалкилфосфористых кислот. По данным ИК и ЯМР ^{31}P спектров продуктами реакции являются диалкилциклобутанкарбонилфосфонаты (**30а–в**).



$\text{R} = \text{C}_2\text{H}_5$ (а), C_3H_7 (б), C_4H_9 (в), $\text{X} = \text{Na}$ (г)

Фосфонаты (**30а–в**) представляют собой бесцветные прозрачные жидкости, хорошо растворимые в органических растворителях и малорастворимые в воде. Таким образом, установлено, что хлорангидриды циклобутанкарбоновых кислот реагируют с α -гидрокси-органилфосфонатами в присутствии третичных аминов без разрыва четырехчленного цикла с образованием соответствующих фосфорилированных сложных эфиров.

6. Исследование биологической активности синтезированных соединений

Фосфорорганические соединения и производные циклопропана являются потенциальными физиологически активными веществами. В частности, 2-хлорэтилфосфоновая кислота и 1-аминоциклопропанкарбоновая кислота проявляют ростостимулирующее действие [4]. Поэтому с целью оценки биологической активности синтезированных ФОС повышенный интерес представляло изучение влияния их разбавленных водных растворов на важнейшие посевные показатели как энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян злаковых и овощных культур. В качестве последних были использованы: пшеница яровая Приокская, рожь озимая Безенчукская 87, ячмень сорта Московский 121, горох посевной, редис сорта Жара и кабачок сорта Грибовский.

Определение энергии прорастания и лабораторной всхожести проводили согласно ГОСТ 12038–84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести». Семена замачивали в водных растворах ФЦП и ФЦБ до набухания, а затем проращивали на дистиллированной воде. Энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян определяли согласно методике государственного сортоиспытания с температурным режимом 20°C и одноразовой суточной вентиляцией чашек Петри. Учет проросших семян проводили в два срока в соответствии с ГОСТом. Повторность опытов — четырехкратная.

Определение энергии прорастания в опытах и контрольных пробах показало, что соединения (**1, 6, 8, 11, 13, 14, 21–30**) оказывают стимулирующее действие на семена злаковых и овощных культур, которое возрастает по мере уменьшения их концентраций [5]. Для предпосевной обработки семян путем замачивания оптимальными концентрациями 0,001 – 0,005% водные растворы. Повышение концентрации оказывает ингибирующее действие.

Литература

- [1] Пурдела Д., Вылчану Р. Химия органических соединений фосфора. — М. : Химия (1972)
- [2] Яновская Л. А., Домбровский В. А., Хусид А. Х. Циклопропаны с функциональными группами. Синтез и применение. — М. : Наука (1980)
- [3] Шварц Е. М. Взаимодействие борной кислоты со спиртами и оксикислотами. — Рига : Знание (1990)
- [4] Мельников Н. Н. Пестициды. Химия, технология и применение. М. : Химия (1987) 170–191
- [5] Патент 2178417 (РФ). МПК⁷ C 07 F 9/40, A 01 №57/20, 57/22. Средство для предпосевной обработки семян / Ю. Н. Митрасов, Е. А. Анисимова, Н. А. Кириллов и др. (РФ). — №2000129852/04; Заявл. 28.11.2000; Опубл. 20.01.2002, Бюл. №2.

ВОЗМОЖНОСТИ БИОИМПЕДАНСНОГО ТИПИРОВАНИЯ В АНТРОПОЛОГИИ И КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Д. В. Николаев¹, С. Г. Руднев², А. В. Смирнов¹, С. А. Туйкин¹, О. А. Казакова¹

¹НТЦ “Медасс” (Москва)

²Институт вычислительной математики РАН (Москва)

Формализация представления медицинской информации — проблема, которой посвящено множество публикаций в нашей стране и за рубежом. В отдельных приложениях, например, при оценке текущего состояния центральной гемодинамики, успешное решение было предложено около 30 лет назад в рамках трехкомпонентной классификации типов гемодинамики [2] в координатах: сердечный индекс, давление наполнения левого желудочка, общее периферическое сопротивление (СИ, ДН, ОПС). Описано пространство допустимых, встречающихся в медицинской практике значений вектора типов гемодинамики (11 из 27 кубических областей) — которым присвоены названия, отражающие особенности регуляции системы кровообращения при соответствующих сочетаниях параметров: нормокинетический, гиперкинетический и др.

В антропологии предложены различные варианты количественной и качественной оценки телосложения человека, объединяемые термином соматотипирование. Одной из наиболее распространенных является схема Шелдона в модификации Хит и Картера [3], основанная на измерении длины и массы тела, толщины кожно – жировых складок (на плече, под лопаткой, над подвздошным гребнем, и на задней части голени), а также локтевого и коленного диаметров и окружностей предплечья и голени [3]. Соматотип по Хит и Картеру определяется как вектор, содержащий три компоненты: индексы эндоморфии (ENDO), мезоморфии (MESO) и эктоморфии (ECTO), вычисляемые по соответствующим формулам на основе измеренных значений антропометрических признаков. Компоненты соматотипа (баллы эндо–, мезо– и эктоморфии) оцениваются следующим образом:

Балл эндоморфии (ENDO) = $-0,7182 + 0,1451 \times X - 0,00068 \times X^2 + 0,0000014 \times X^3$,

где X = (сумма кожно – жировых складок на трицепсе, под лопаткой и в области супраспинальной точки (мм)), умноженная на 170,18 и деленная на длину тела (см).

Балл мезоморфии (MESO) = $0,858 \times \text{бизепикондилярная толщина плеча (см)} + 0,601 \times \text{бикондилярная ширина бедра (см)} + 0,188 \times \text{исправленная окружность плеча при руке, согнутой в локте (см)} + 0,161 \times \text{исправленная окружность голени (см)} - 0,131 \times \text{длина тела (см)} + 4,5$.

Для вычисления балла эктоморфии используются формулы на основе роста – весового индекса (РВИ), вычисляемого как $\text{РВИ} = \text{длина тела, см} / (\text{масса тела, кг})^{1/3}$:

Если РВИ больше или равно 40,75, то

Балл эктоморфии (ECTO) = $0,732 \times \text{РВИ} - 28,58$.

Если РВИ меньше 40,75, но больше 38,25, то

Балл эктоморфии (ECTO) = $0,463 \times \text{РВИ} - 17,63$.

Если РВИ меньше или равно 38,25, то

Балл эктоморфии (ECTO) = 0,1.

Таким образом, первые два компонента соматотипа определяются по антропометрической схеме Хит и Картера на основе измерений толщины кожно – жировых складок. Компоненты соматотипа имеют разную интерпретацию: балл эндоморфии трактуется как степень ожирения, балл мезоморфии — как проявление ширококостности и “мышечности”, а балл эктоморфии — как степень “вытянутости”.

В литературе описаны связи компонент соматотипа и состава тела с развитием заболеваний [1, 5, 6]. Вместе с тем, технология оценки соматотипа методом антропометрии плохо защищена от случайных погрешностей и не приспособлена к применению в клинических ус-

ловиях. Для получения сопоставимых результатов антропометрические измерения должны проводиться опытным специалистом в стандартизованных условиях. Это препятствует широкому использованию накопленных в антропологии знаний и подходов, в том числе к формированию норм, чрезвычайно важных в клинической практике. Поэтому не случайны попытки модифицировать эту технологию, используя в качестве исходных данных вместо антропометрических показателей комбинации параметров состава тела, получаемых в биоимпедансном анализе — неинвазивном инструментальном методе, применяемом в клинической медицине.

В 2004 году польские исследователи Т. Навариш и Л. Островска – Навариш на основе результатов антропометрического обследования 260 подростков в возрасте от 16 до 18 лет предложили биоимпедансную схему определения первого и второго компонентов соматотипа по Хит и Картеру [4]. Величина коэффициента корреляции первой компоненты соматотипа и импедансной оценки процентного содержания жира в организме в их работе составила $r = 0,93$, что указывает на весьма существенную связь двух оценок показателя эндоморфии. В то же время, полученная ими импедансная оценка индекса мезоморфии ($r=0,41$) не может быть признана удачной. Третий компонент соматотипа, индекс эктоморфии, определяется только по длине и массе тела, измерение которых является частью стандартной процедуры биоимпедансного обследования.

Результаты корреляционного анализа антропометрических и импедансных оценок первой и второй компонент соматотипа по результатам нашего обследования контингента студентов и спортсменов в возрасте 15 – 22 лет показаны на рис. 1. Они демонстрируют высокую степень соответствия антропометрического индекса эндоморфии и импедансной оценки жировой массы, нормированной на длину тела ($r=0,76$ для женщин и $r=0,69$ для мужчин), и среднюю — по индексу мезоморфии в сопоставлении с безжировой (тощей) массой, нормированной на длину тела ($r=0,57$ для женщин и $r=0,55$ для мужчин).

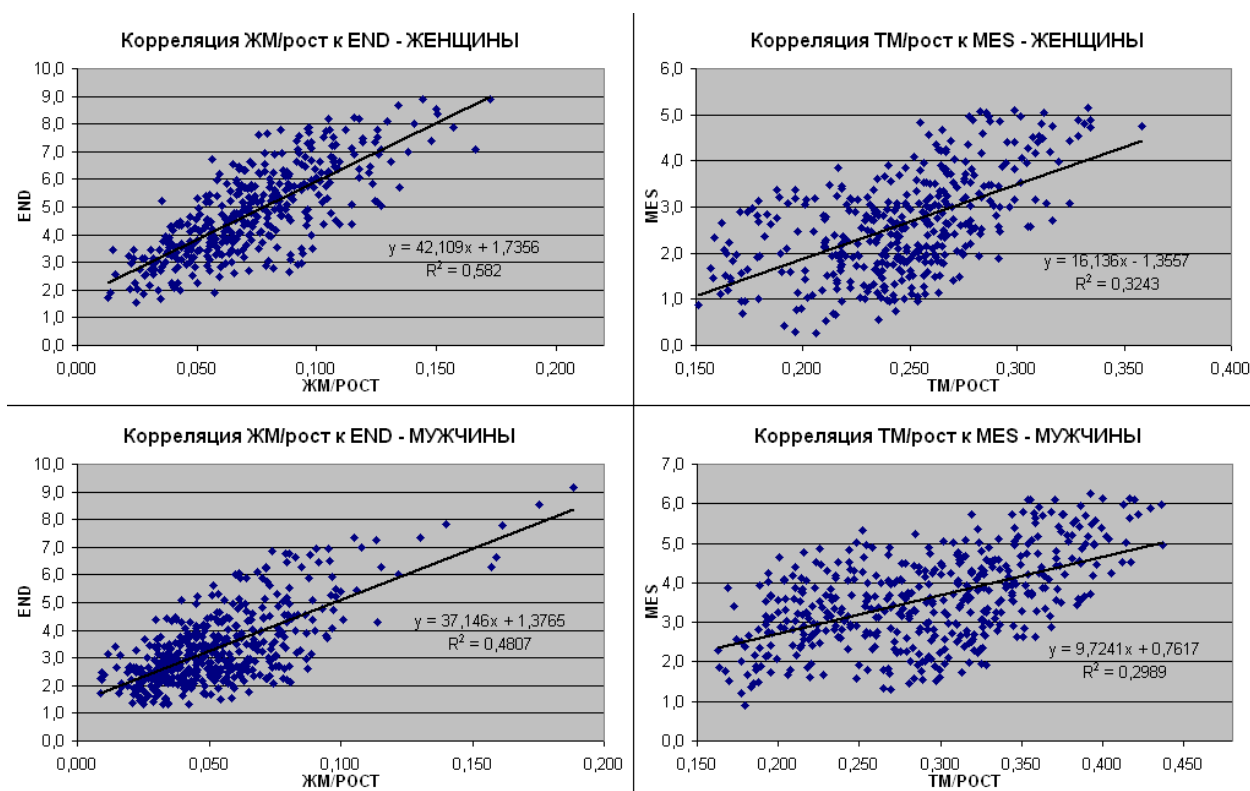


Рис. 1. Корреляции первой и второй компонент соматотипа по Хит – Картеру и импедансных параметров удельной жировой и тощей массы

Мы предлагаем дополнить традиционный набор параметров, непосредственно измеряемых или оцениваемых методом биоимпедансного анализа, импедансными оценками соматотипа и другими информативными сочетаниями параметров состава и строения тела, таких как АКМ — активная клеточная масса, СММ — скелетно – мышечная масса и ОТ/ОБ — отношение окружности талии к окружности бедер. Вычисления по данным биоимпедансного анализа состава тела легко автоматизировать, они могут выполняться в рамках расширенных версий существующего программного обеспечения. Возможность автоматического «типирования» позволит оперативно сравнивать группы индивидов по любому набору признаков, имеющих содержательную физиологическую интерпретацию в рамках конкретной задачи.

Примером такого набора являются основные компоненты состава тела (жировая, тощая, активная клеточная, скелетно – мышечная массы), нормированные на длину тела, и величины, характеризующие особенности телосложения, такие как рост – весовой индекс по Хит – Картеру (экторморфия) и соотношение талия – бедра:

$$\begin{aligned} EN &= a_1 \times ЖМ / ДТ; ME = a_2 \times ТМ / ДТ; EC = a_3 \times ДТ / МТ^{1/3}; \\ AC &= a_4 \times АКМ / ДТ; MW = a_5 \times СММ / ДТ; ТБ = a_6 \times (a_7 - ОТ/ОБ). \end{aligned}$$

Для согласования диапазонов изменения указанных параметров с размерами области визуализации были рассчитаны значения коэффициентов a_1 – a_7 , и соотношения приобрели следующий вид:

$$\begin{aligned} EN &= 0,15 \times ЖМ / ДТ; ME = 0,15 \times ТМ / ДТ; EC = ДТ / МТ^{1/3}; \\ AC &= 0,15 \times АКМ / ДТ; MW = 0,2 \times СММ / ДТ; ТБ = 3,5 \times (2 - ОТ/ОБ). \end{aligned}$$

Пример изображения вектора параметров пациента представлен на рис. 2.

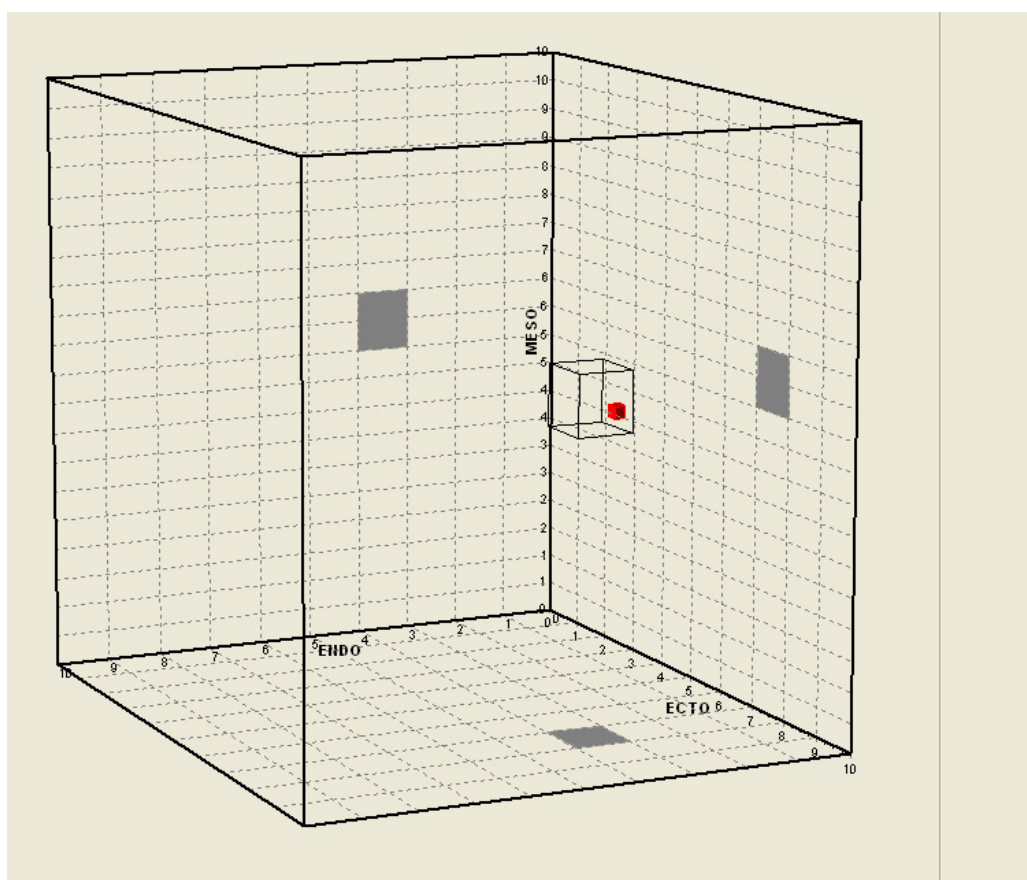


Рис. 2. Трехмерное представление вектора параметров пациента (“приведенный соматотип”)

В кубе с осями ЭНДО, МЕЗО и ЭКТО размерностью $10 \times 10 \times 10$ помещено изображение точки (конца вектора) с координатами, соответствующими вычисленным значениям (ЕН, МЕ, ЕС). Единичная ячейка, в которую попадает точка, выделена контуром и тремя проекциями на гранях куба.

На основе графического представления могут быть получены оценки расстояний между точками выбранного фазового пространства, области, специфичные для клинических признаков, установлен факт попадания вектора параметров пациента в специфичную область, расстояние до границы области, а при многократных исследованиях — тенденции сближения или удаления от границы области.

Инструмент типирования дает возможность формализованного описания интуитивно используемых алгоритмов классификации пациентов по риску заболеваний. Одно из применений данного подхода заключается в прогнозировании риска развития метаболического синдрома. Связав средние величины клинических признаков тяжести метаболического синдрома с координатами вектора типирования, логично попытаться построить шкалу тяжести заболевания по сложившейся комбинации антропометрических параметров и на основе этой оценки определять при первичном обращении пациента тяжесть заболевания, а при динамических наблюдениях — степень успешности лечения. Актуальным направлением применения метода в спортивной медицине может стать профессиональный отбор в различные виды спорта и объективный контроль состояния подготовки высококвалифицированных спортсменов перед ответственными соревнованиями.

Это предполагает формирование с использованием данных биоимпедансных измерений многомерного представления соматических показателей спортсменов конкретной специализации. Очевидно, что в ряде случаев (например, у борцов сумо, баскетболистов и марафонцев) эти представления в координатах ЭНДО, МЕЗО, ЭКТО будут значительно различаться. Для анализа менее выраженных по специфичности наборов признаков у спортсменов разных специализаций могут быть использованы стандартные методы многомерного статического анализа и методы распознавания образов.

Заключение. Биоимпедансный анализ — простой в применении и надежный неинвазивный инструментальный метод исследования, адаптированный для использования в полевых, амбулаторных и клинических условиях. Традиционный набор соответствующих параметров включает количественные характеристики импеданса и основных компонент состава тела. Этот набор можно дополнить биоимпедансной оценкой соматотипа и другими физиологически значимыми параметрами с возможностью визуального анализа и автоматического типирования индивидов по различным наборам признаков с использованием методов многомерного статистического анализа данных и методов распознавания.

Литература

- [1] Мартиросов Э. Г., Николаев Д. В., Руднев С. Г. Технологии и методы определения состава тела человека. М.: Наука (2006)
- [2] Сидоренко Г. И. (ред.) Инструментальные методы исследования в кардиологии. Минск (1994)
- [3] Heath B. H., Carter J. E. A modified somatotype method // *Am. J. Phys. Anthropol.* **27(1)** (1967) 57–74
- [4] Nawarycz T., Ostrowska – Nawarycz L. Evaluation of the first and second components of somatotype using bioelectric impedance analysis // *Proceedings of XI-th International conference on electrical bioimpedance*. Oslo, Norway, June 17–21 (2001) 349–352
- [5] Riegerova J., Pavelkova L. The body structure and the risk of cardiovascular diseases / Dr. Ales Hrdlicka and anthropology in 1993 (Eds. P. Blaha and V. Vancata). Prague: Charles University (1993) 109–112
- [6] Slaughter M. H., Lohman T. G. Relationship of body composition to somatotype // *Am J. Phys. Anthropol.* **44** (1976) 237–244

СОЗДАНИЕ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНОГО ФЕРМЕНТНОГО МИКРОДИАГНОСТИКУМА МНОГОРАЗОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ, ИЗУЧЕНИЕ ЕГО СВОЙСТВ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ КЛИНИКО – БИОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Б. И. Сухоруков, С. А. Тихоненко, Е. А. Сабурова, Л. И. Шабарчина

*Московская обл., г. Пушкино, ул. Институтская, 3, ИТЭБ РАН
E-mail: tsa83@rambler.ru*

1. Введение

Клинико – биохимические анализы относятся к числу самых распространенных методов используемых для диагностики заболеваний человека. Такого рода исследования, как известно, включают общие анализы крови и мочи, изучение состава ряда других биожидкостей организма. Общим недостатком существующих методов качественного и количественного анализа нативных биологических жидкостей является необходимость их фракционирования. До недавнего времени эти анализы проводились с помощью химических методов, но в связи с токсичностью многих из них, низкой чувствительностью и другими недостатками, в настоящее время широкое распространение получили энзимологические методы, когда используется «свободный» фермент. Однако, наряду с явными преимуществами такого подхода, есть и ряд недостатков: неоднозначность анализа в присутствии других, агрессивных к ферменту высокомолекулярных соединений, в частности, протеаз и других внутриклеточных компонентов, одноразовое использование фермента и т.д. Таким образом, появляется необходимость защитить фермент – сенсор от неблагоприятного воздействия сохранив при этом к нему доступ субстрата. Одним из видов такой защиты нам представляется инкапсулирование ферментов в полиэлектролитные нано– и микрокапсулы (ПНМК) изготавливаемые методом поочередного наслаивания противоположно заряженных полиэлектролитов на дисперсные частицы нано- и микро размеров с последующим разрушением и удалением этих частиц. Это можно рассматривать как один из подходов нанотехнологии к получению новых материалов и изделий, исходя из наноразмерных объектов в результате их самосборки в объеме или на определенной функциональной поверхности.

Цель и результаты работы.

Целью данной работы является создание и изучение полиэлектролитного ферментного микродиагностикума как средства микро– и наноразмерной величины, позволяющего распознавать и количественно определять низкомолекулярные вещества в нативных биологических жидкостях. Такой микродиагностикум выполнен в виде ансамбля полиэлектролитных микрокапсул (ПЭ – микрокапсул) с включенным в них ферментом, оболочки которых состоят из чередующихся слоев поликатиона и полианиона.

Разработанная нами технология получения содержащих ферменты полиэлектролитных нано– и микрокапсул состоит из 5 стадий: 1 стадия — получение в качестве «кора» микро-сферолита CaCO_3 с включенным в него ферментом; 2,3 стадии — поочередное наслаивание селективно подобранных противоположно заряженных полиэлектролитов на частицы кора и формирования мультислойной оболочки; 4,5 стадии — разрушение и удаление карбонатного компонента кора с последующим контролем за функциональным состоянием инкапсулированного фермента. Схематически эта технология представлена на рис. 1.

Важным свойством оболочки ПНМК является ее полупроницаемость – проницаемость для низкомолекулярных соединений и непроницаемость для высокомолекулярных веществ и крупных частиц. Благодаря этому свойству полиэлектролитной оболочки, микрокапсула, содержащая фермент и помещенная в многокомпонентную среду, становится анализатором низкомолекулярных веществ — субстратов, ингибиторов или активаторов инкапсулирован-

ного фермента. Включение ферментов в ПЭ – микрокапсулу и свойства инкапсулированного фермента продемонстрированы на примере лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и уреазы.

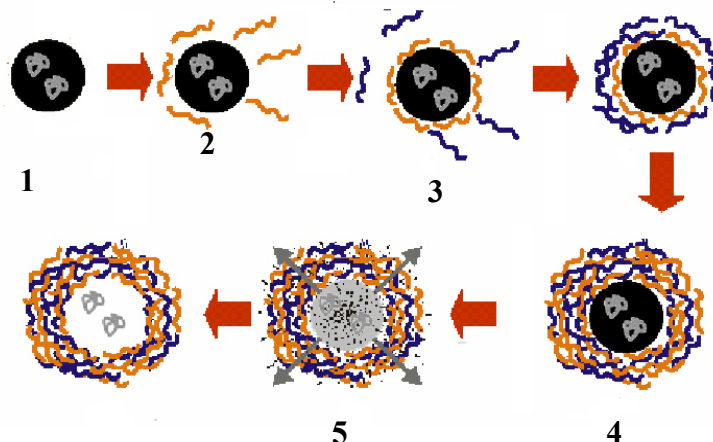


Рис. 1. Технология получения полиэлектrolитного ферментного микродиагностикума

Инкапсулирование ЛДГ позволило получить микродиагностикум на пировиноградную и молочную кислоты, а уреазы — микродиагностикум на мочевины. При формировании мультислойных полиэлектrolитных оболочек микрокапсул в работе использованы два полианиона — полистиролсульфонат (ПСС) и декстрансульфат (ДС) и два поликатиона — полиаллиламин (ПАА) и полидиаллилдиметиламмоний хлорид (ПДАДМА). С целью избежать или уменьшить вероятность прямого контакта фермента с полиэлектrolитами оболочки, способными его инактивировать, мы разработали методологию подбора пары противоположно заряженных полиэлектrolитов и конструирования оболочек капсул оптимальных для функционирования фермента. Для проведения аналитических исследований по определению мочевины в крови и моче были выбраны уреазные микрокапсулы с составом оболочки $(\text{ПСС}/\text{ПАА})_3$ ПСС и $(\text{ПСС}/\text{ПАА})_5$ ПСС. Были изучены структура и свойства этих капсул.

Для микрокапсул, содержащих ЛДГ, были сформированы оболочки состава: $(\text{ПАА}/\text{ПСС})_3$, $(\text{ПАА}/\text{ДС})(\text{ПАА}/\text{ПСС})_2$, $(\text{ПАА}/\text{ДС})_3$, $(\text{ПАА}/\text{ДС})_2(\text{ПАА}/\text{ПСС})$. Последняя из них оказалась наиболее оптимальной для функционирования микродиагностикума. Для нее определены структурные параметры и физико – химические свойства. Она же и была использована для определения пирувата в сыворотке крови. При изучении аналитических возможностей ПЭ микрокапсул, содержащих уреазу и ЛДГ, мы не только использовали известные, но и разработали новые методы регистрации субстратов.

Из полученных данных следует, что по сравнению с существующими в медицине ферментативными клинко-биохимическими методами анализа биожидкостей предлагаемый нами микродиагностикум имеет явные преимущества.

- Фермент, включенный в мультислойную полиэлектrolитную капсулу, может, по предварительным данным, сохранять свою активность в течение нескольких месяцев, в то время как активность фермента в растворе, «в свободном» состоянии падает практически до нуля в течение нескольких дней. Это обстоятельство дает возможность исключить необходимость применения ядовитых для исследователя консерваторов, таких как азид натрия.

- Фермент, включенный в полиэлектrolитную капсулу, полностью сохраняет свою активность в анализируемой биологической жидкости, содержащей протеиназы, что исключает необходимость удаления протеиназ из анализируемой биологической жидкости, что достаточно трудоемко. Микродиагностикум позволяет проводить анализ биожидкости без ее предварительного фракционирования.

- Предлагаемый нами способ дает возможность многократного использования микродиагностикума. Следует отметить, что в одной полиэлектролитной капсуле содержится лишь десятки пикограммов фермента.
- Предлагаемый способ в перспективе позволит определять концентрации анализируемого вещества с помощью нескольких или даже одной капсулы, когда оболочка помечена флуоресцентной или радиоактивной меткой.
- Технология изготовления капсул позволяет варьировать их диаметр от 2 до 10 мкм и толщину оболочки от 10 до 100 нм. Малый расход материалов и использование простых аналитических устройств является еще одним преимуществом, указывающим на возможность коммерческого использования полиэлектролитных ферментных микродиагностикумов.
- Кроме того, в перспективе разработать методику визуализации определения низкомолекулярных веществ по скорости осаждения капсул, не используя приборов. Примером может служить определение количества мочевины в среде по изменению скорости осаждения микрокапсул, заполняемых карбонатом металлов, образуемым при разложении мочевины инкапсулированной уреазой в присутствии Me .

Таким образом, разрабатываемый полиэлектролитный ферментный микродиагностикум с системой многократного использования уменьшает количество фермента кратно числу раз использования микродиагностикума. Это обстоятельство, помноженное на высокую стабильность инкапсулированного фермента, обеспечивает огромную экономическую выгоду применения микродиагностикума. В связи с этой особенностью предложенного нами метода и упрощением проведения анализа с его использованием можно говорить о конкурентоспособности микродиагностикума, а в случае успешной реализации и полном вытеснении существующих на данный момент методов анализа. Его привлекательность, помимо отмеченных выше достоинств, будет обусловлена единообразной схемой использования, так как основные трудозатраты по анализу ложатся на этап приготовления капсул – микрореакторов, который будет организован в поточное производство. Рынок сбыта полиэлектролитных микродиагностикумов охватывает большое количество медицинских учреждений, а также предприятия пищевой промышленности и центры мониторинга природно-технической сферы.

КОРРЕКЦИЯ МИКРОНУТРИЕНТНОГО ДИСБАЛАНСА В РАЦИОНЕ ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ С ПОМОЩЬЮ РЕГИОНАЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ – АКТИВНЫХ ДОБАВОК К ПИЩЕ

Е. А. Хохлова

*ГОУ ВПО «Филиал московского государственного университета технологии
и управления в г. Чебоксары»
(428022 50 лет октября, 25а)
E-mail: helenkhokhlova@rambler.ru*

Республика Чувашия расположена на востоке Восточно – Европейской равнины, преимущественно на правобережье Волги, между ее притоками Сурой и Свиягой. На территории в 18,3 тыс. кв. км проживает 1353,4 тыс. человек, в том числе около 40% – в сельской местности. В Чувашской Республике насчитывается 21 административный район, 9 городов, 8 поселков городского типа. Климат — умеренно – континентальный: с умеренно холодной зимой и теплым летом. Температура воздуха зимой колеблется от –17 до –7 градусов, летом — от +15 до +23 градусов. Вегетационный период составляет 180 дней.

Почвенный покров Чувашской Республики в основном сложен из подзолистых, дерново – подзолистых, серых лесных, чернозёмных, дерново – пойменных и частично из дерново – карбонатных и болотных почв (рис.) [1].

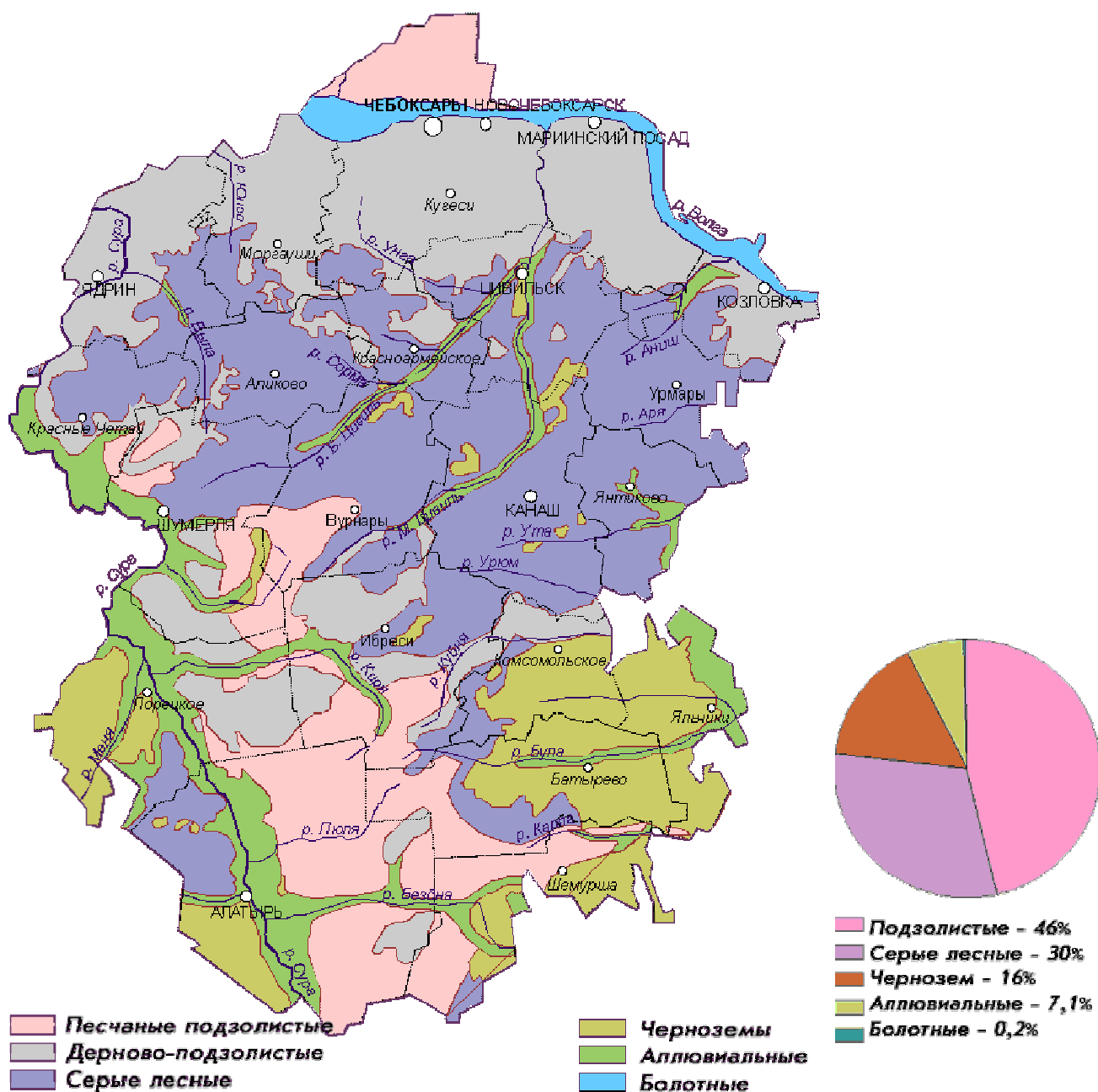


Рис. Почвы Чувашии (по Е. И. Арчикову, З. А. Трифионовой, 2002 [1])

Подзолистые почвы занимают около 10% почвенного покрова. Эти почвы характеризуются очень малым содержанием гумуса (не более 2,5%) и подвижных форм элементов питания и высокой кислотностью.

Дерново – подзолистые почвы большей частью распространены в северо – западном Засурье и в северных приволжских административных районах республики, которые составляют Приволжский почвенный район. Характерной особенностью дерново – подзолистых почв является небольшая мощность перегнойного горизонта (не более 14–18 см), низкое содержание в нем гумуса, поглощенных оснований, повышенная кислая реакция (рН от 3,9 до 5,5) и сильная распыленность пахотного слоя. Эти почвы содержат мало азота, фосфора и

других элементов, обладают повышенной кислотностью [1]. Все это отрицательно сказывается на водно – воздушном режиме, микробиологической деятельности, противозероизонной устойчивости, а в конечном итоге — и на урожае сельскохозяйственных культур [2].

Серые лесные почвы занимают около половины площади почвенного покрова республики, преимущественно в центральных районах. Эти почвы являются переходными от дерново – подзолистых к черноземным. По сравнению с первыми они характеризуются значительно большим содержанием гумуса и, следовательно, более темным цветом, большей мощностью перегнойных горизонтов и относительно большими запасами элементов питания растений. Серые лесные почвы имеют более высокую, чем дерново – подзолистые, сумму поглощенных оснований и степень насыщенности основаниями.

Черноземы занимают около 16% почвенного покрова республики и имеют господствующее распространение в юго–восточной и юго–западной частях республики. Содержание гумуса в них в среднем составляет от 9 до 14%, хотя в некоторых районах достигает 22%. По сравнению с серыми лесными почвами они более насыщены основаниями, особенно поглощенным кальцием, имеют меньшую кислотность и наилучший водно–воздушный и питательный режим. Дерновые пойменно – аллювиальные почвы распространены в поймах рек. Они имеют более высокое содержание гумуса, большую структурность верхнего слоя и относительно высокое плодородие. Запасы гумуса и основных элементов питания в этих почвах сильно колеблются в зависимости от механического состава и условий затопления. Дерново – карбонатные и болотные почвы в республике имеют очень малое распространение и не оказывают значимого влияния на звенья пищевой цепи. Почвенная карта в основном совпадает с картой биогеохимического районирования. Согласно биогеохимическому районированию территория Чувашии хорошо делится на Приволжский, Прикубниноцивильский и Присурский субрегионы, что, совпадает с почвенной картой, картой геологических отложений и картой водоносных горизонтов.

Особенности геологического формирования почв Чувашской Республики, определили особенности их минерального состава. Согласно данным В. Л. Сусликова, полученным в 80–х годах, в пищевой цепи Приволжского субрегиона был выявлен недостаток I, Zn, Co, Mo и умеренный избыток Si, в водоисточниках — пониженное содержание F. В пищевой цепи Прикубниноцивильского субрегиона наблюдается недостаток I, Co, Zn, Cu, Mo, B, Mn. Присурского — избыток Si, и недостаток I и Co [3]. Исследования, проведенные нами в 2001–2005 гг. внесли коррективы в результаты, полученные ранее (табл. 1).

В республике произошел ряд изменений в структуре питания, в структуре социальных групп населения и их потребительского спроса, увеличилось количество ввозимых продуктов питания, особенно фруктов и овощей, разнообразных молочных и производимых из молока продуктов.

В настоящее время из–за обилия привозных и обогащенных продуктов питания, а также вследствие широкого использования йодированной соли и йод – содержащих фармакологических препаратов, в Чувашии практически полностью решена проблема дефицита йода у детей дошкольного возраста [5] и значительно сглажена у других возрастных категорий. Дефицит цинка не был выявлен нами ни в одной биогеохимической провинции. В рационах детей, проживающих в г. Чебоксары, отмечается избыток цинка, по – видимому, обусловленный антропогенным воздействием. На всей территории Чувашской Республики отмечается дефицит меди и марганца. Обращает на себя внимание выраженный дефицит селена, что требует обязательной коррекции. В рационах отмечается также дефицит железа, кальция и магния. Выраженных отличий в микроэлементном составе рационов питания у жителей различных биогеохимических провинций на территории республики в исследовании 2001–2005 гг. выявить не удалось.

Таблица 1.

Макро– и микроэлементный состав рациона детей 4–7 лет, посещающих ДООУ, М±m

Территория Показатели	Город	Вурнары	Ядрин	Порецкое	Батырево	Моргауши	80% РНП***
Калий мг/рац	2631,52±339,11	2049,68±68,42	2141,18±306,3	1287,79±136,07*	2147,76±214,74	2052,03±118,22	880**
Железо мг/рац	10,04±0,94	7,33±0,48*	6,72±0,78*	6,38±1,06*	8,11±0,55	6,26±0,43	8
Цинк мг/рац	22,0±3,69	8,64±0,38*	7,44±0,88*	7,61±0,71*	12,59±1,5*	9,14±0,54*	6,4
Селен мкг/рац	1,13±0,15	1,3±0,67	1,35±0,79	1,87±0,77	1,73±1,12	1,51±0,78	16
Медь мг/рац	0,79±0,04	0,71±0,05	0,65±0,09	0,48±0,06*	0,66±0,08	0,95±0,09*	1,2
Кобальт мг/рац	Не определялся	0,41±0,03	0,27±0,03	0,13±0,02	Не определялся	Не определялся	0,1**
Кальций мг/рац	Не определялся	605,51±51,09	517,22±72,59	349,14±30,68	Не определялся	Не определялся	720
Магний мг/рац	331,0±25,01	641,75±147,83*	553,52±122,82*	279,57±59,79	555,0±0,089*	227,87±30,84*	200
Фосфор мг/рац	Не определялся	2099,89±61,68	1540,19±190,33	825,8±77,23	Не определялся	Не определялся	1080
Йод мкг/рац	175,88±30,55	274,34±32,01*	189,84±14,07	349,21±21,84*	301,78±19,97*	287,72±26,17*	56

Примечания:

* — достоверные статистические различия по сравнению с городскими рационами.

** — РНП для детей 4–6 лет, Великобритания [4].

*** — Поскольку режим работы ДООУ предусматривает 3–х разовое питание, за эталонную величину нами было принято 80% от нормальной физиологической потребности

Кроме того, в рационах отмечается дисбаланс и недостаток витаминов В₁ и С (табл. 2).

Таблица 2
Содержание витаминов в рационе детей 4–7 лет, посещающих ДООУ, М±m

Территория Параметры	Чебоксары	Вурнары	Ядрин	Порецкое	Батырево	Моргауши	80% РНП**
Витамин В ₁ , мг/рац	0,33±0,02	0,39±0,04	0,29±0,03	0,23±0,01*	0,44±0,06*	0,61±0,09*	0,9
Витамин В ₂ , мг/рац	2,42±0,67	3,02±0,43	4,57±1,86	2,56±0,67	2,38±0,24	4,42±0,88*	1,0
Витамин С, мг/рац	64,45±10,57	103,48±27,79	50,29±15,99	23,49±6,22*	77,88±24,84	38,83±4,95*	50

Примечания:

* — достоверные статистические различия по сравнению с городскими рационами.

** — Поскольку режим работы ДООУ предусматривает 3-х разовое питание, за эталонную величину нами было принято 80% от нормальной физиологической потребности

Проведенные нами комплексные гигиенические исследования показали, что в районах проживания, где основная часть населения питается продуктами местного производства, необходимо разрабатывать мероприятия по коррекции микронутриентного дисбаланса с учетом региональных биогеохимических особенностей региона. Очевидно, что такие особенности приводят к дефициту не единичного микроэлемента (йода или селена), а целого комплекса и к тому же затрагивают и витаминный баланс.

В силу множественных воздействий решение данной проблемы на государственном уровне в виде целевых республиканских программ не представляется возможным. Уже в 1998 году, N. W. Solomon и M. Ruz [7] опубликовали обзор литературы, где высказали мнение о тщетности усилий по составлению универсальных рекомендаций, касающихся потребления микроэлементов, охватывающие все общества в различных географических и экологических условиях мира. Авторы считают, что различия условий окружающей среды, этнические и генетические особенности, вариации размеров тела и прочее делают необходимыми локальные коррекции.

В настоящее время одним из путей для решения данной проблемы может быть создание региональных биологически активных добавок, разработанных с учетом специально проведенных исследований для отдельных регионов страны. Комплексные биологически активные добавки (БАД), производящиеся сегодня, носят универсальный характер, не учитывающий географические, экологические и биогеохимические особенности, которые могут иметь место в отдельных регионах Российской Федерации. Региональные БАДы могут восполнить дефицит тех или иных микронутриентов с большей эффективностью без создания дополнительного дисбаланса при наличии уже имеющегося избытка отдельных микронутриентов в питании из-за насыщенности ими продуктов питания в силу биогеохимических особенностей территории или активных профилактических мероприятий по восполнению дефицита какого-либо изолированного микроэлемента, например йода. Особенно это касается регионов, где доля продуктов, произведенных внутри региона, преобладает над привозными.

Так, исследования, проведенные нами, выявили, что биологически активные добавки к пище, предназначенные для детей дошкольного возраста и содержащие йод, могут создать его нежелательную передозировку у организованных детей, поскольку охват применения йодированной соли в ДООУ в Чувашской Республике приближен к 100%. В ходе наших исследований также было выявлено, что 72% родителей, проживающих в г. Чебоксары и 23% родителей, проживающих в сельской местности, дополнительно дают детям йод – содержащие

фармакологические препараты или поливитаминные комплексы. Кроме того, дополнительный прием йода без коррекции дефицита селена, может усугубить гормональные сдвиги, вызванные комплексным воздействием зобогенных факторов на территории. Так, применение селена в дозе 50 мкг у школьников Заира на фоне дефицита йода приводило не к увеличению, а снижению уровней Т₄, f Т₄, r Т₃ [8]. Прием селена в такой же дозе у детей с микседематозным кретинизмом вызвал еще более выраженное снижение уровня Т₄. Было сделано заключение, что применение селена без одновременной ликвидации йодного дефицита приводит к усугублению гипотиреоза [9].

Дополнительное введение в рацион калия и кобальта в составе добавок в Чувашской Республике на фоне имеющегося достаточного поступления с пищей этих минеральных веществ создаст их избыток и усугубит дисбаланс микроэлементов. В рационах питания жителей Чувашской Республики отмечается дефицит марганца, что необходимо восполнить в составе БАД, хотя марганец — элемент, редко добавляемый производителями в биологически активные добавки к пище. Предлагаемое изобретение (регистрационный номер уведомления о регистрации заявки в Федеральном институте промышленной собственности Российской Федерации 2007141618 от 13.11.2007) по рецептуре биологически активной добавки разработано специально для Чувашской Республики, полностью учитывает региональные особенности микронутриентного состава рациона питания населения Чувашской Республики и нивелирует их, не создавая опасности передозировки или дисбаланса основных микронутриентов. Рецептура нового вида добавок (региональных биологически активных добавок) учитывает также возрастные физиологические особенности и предназначена для детей 4–6, 7–14 лет и людей старше 14 лет. Причем, витамины и минеральные вещества в предложенном БАД содержатся не в суточной дозировке, а в количестве, необходимом для восполнения их дефицита с учетом поступления с пищей.

Рецептура для детей 4–6 лет содержит витамины В₁, А, С и не содержит витамина В₂, поскольку в данном возрасте потребление молочных продуктов полностью покрывает физиологические потребности ребенка. Железо, селен и марганец позволяют скорректировать выявленный дефицит этих микроэлементов в рационе питания. Рецептура для детей 7–14 лет и взрослых в дополнение к вышеперечисленным витаминам и микроэлементам содержит витамин В₂ и кальций, поскольку у данных возрастных групп из-за снижения употребления молока отмечается их недостаточность [10, 11], а также витамина В₆ для полноценного усвоения рибофлавина [12]. Кроме того, оптимальное обеспечение организма витаминами С, В₂ и В₆ является необходимым условием полноценного усвоения и использования кальция и железа, а дополнительный прием магния необходим для сбалансированности соотношения в рационе Са : Mg вследствие наличия конкурентного всасывания этих микроэлементов в организме. Количественный состав перечисленных витаминов и минеральных веществ сбалансирован в соответствии с физиологическими потребностями детей 4–6 лет, 7–14 лет и взрослых. Предлагаемые биологически активные добавки нивелируют имеющийся микронутриентный дисбаланс, снизят уровень алиментарно – зависимой заболеваемости и будут способствовать улучшению состояния здоровья населения Чувашской Республики.

Литература

- [1] Арчиков Е. И., Трифонова З. А. География Чувашской республики, Чебоксары : Чувашское книжное издательство. Чебоксары (2002)
- [2] Атлас сельского хозяйства Чувашской АССР (1974) / Под ред. Бобкова Ю. К, Зинькова З. Я. М. : Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР.
- [3] Сусликов В. Л. Геохимическая экология болезней. Гелиос АРВ, М. : Т. 3. (2002)
- [4] Department of Health. Dietary reference values for food and energy and nutrients for the United Kindom: Report №41, L. : HMSO (1991) 102
- [5] Хохлова Е. А., Сапожников С. П., Толмачева А. Ю., Кондратьева С. Н., Работаев Е. Ф., Исаев Н. И. Оценка эффективности программы профилактики йоддефицитных заболеваний

среди детей дошкольного возраста в Чувашской Республике. Вопросы детской диетологии. **4(4)** (2006) 60–63

[6] Химический состав российских пищевых продуктов / Под ред. И. М. Скурихина и В. А. Тутельяна. М. : ДеЛипринт (2002)

[7] Solomons N. W., Ruz M. Trace element requirements in human // An update J. Trace Elem. Exp. Med. **11(2–3)** (1998) 177–195

[8] Contempre B., Duale N. L., Dumont J. E., Ngo B., Diplock A. T., Vanderpas J. Effect of selenium supplementation on thyroid hormone metabolism in an iodine and selenium deficient population // Clin. Endocrinol. (Oxf). **36(6)** (1992) 579–583

[9] Vanderpas J. B., Contempre B., Duale N. L., Deckx H., et al. Selenium deficiency mitigates hypothyroxinemia in iodine – deficient subjects // Am. J. Clin. Nutr. **57(2 Suppl)** (1993) 271–275

[10] Хохлова Е. А. Основные источники поступления микронутриентов с суточным рационом взрослого сельского населения Чувашской Республики // Гигиена и санитария. **2** (2007) 42–44

[11] Хохлова Е. А., Работаев Е. Ф., Исаев Н. И. Оценка фактического питания детей 11–12 лет с использованием собственной базы данных по содержанию витаминов в продуктах местного производства // Вопросы детской диетологии. **4(2)** (2006) 38–41

[12] Коденцова В. М. Разработка системы биохимических критериев оценки обеспеченности организма человека витаминами группы В. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М. (1996)

БЛОКАДА АЛЬФА – АМИЛАЗЫ, КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ПУТЬ КОРРЕКЦИИ ПОСТПРАНДИАЛЬНОЙ ГЛИКЕМИИ

В. А. Козлов¹, Л. А. Балдина², И. И. Попов², Л. А. Степанова², Э. М. Шарапов²

ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»

(424001, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 1)

E-mail: popov@mail.ru

Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева

(428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38)

E-mail: pooh12@yandex.ru

1. Введение

Сегодня 150 млн. людей на планете больны сахарным диабетом, из них россияне составляют 8 млн. Каждые 15 лет число заболевших сахарным диабетом удваивается, огромное количество людей страдают скрытым диабетом. Рост числа случаев сахарного диабета, в частности, обусловлен изменением состава суточного рациона за счет увеличения потребления легко усваиваемых углеводов (до 60% рациона по калоражу). Это приводит к стойкой перестройке обмена веществ, в конечном итоге увеличивающей активность симпатoadrenalовой системы с формированием гипертонической болезни, массы тела, нарушению механизма регулирования сахара в крови. У части людей, генетический аппарат содержит гены, экспрессия которых приводит к развитию сахарного диабета, у них эта дополнительная стимуляция запускает раннее развитие болезни, либо является провоцирующим фактором. В группу риска входят люди, страдающие избытком массы тела, страдающие гипертонической болезнью, женщины родившие ребенка массой 4,5 кг или более, пережившие тяжелый стресс и другие случаи.

Известно два типа сахарного диабета. Сахарный диабет первого типа — инсулинозависимый. Этой формой диабета в основном страдают молодые люди в возрасте до 30 лет. Второй тип диабета — инсулиннезависимый, диабет пожилых людей. Радикальное отличие этих двух групп больных, с точки зрения терапии, состоит в том, при втором типе сахарного диа-

бета концентрация сахаров плазмы крови, как правило, может быть скорректирована диетой, а при первом типе — нет, и эти больные нуждаются в постоянных инъекциях инсулина.

Сахарный диабет второго типа намного чаще встречается у пожилых людей и всегда сочетается с болезнями возраста (старения): ожирение с клинически значимой гиперхолестеринемией, гипертония, ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда, генерализованное поражение сосудов с развитием диабетического поражения сетчатки, нефропатии, нейропатии, энцефалопатии и диабетической стопы [1].

О причинах и провоцирующих факторах, которые наиболее часто встречаются в клинических условиях заболевания сахарным диабетом I и II типов специалисты пишут следующее:

1. «К сожалению, до сих пор эти причины не ясны и относительно них остаётся лишь строить гипотезы. Возможно, болезнь носит вирусный характер, возможно, связана с генетическими дефектами или чем-то иным» [2].

2. «У больных сахарным диабетом вырабатывается недостаточное количество инсулина, или он по каким-то причинам теряет свою функциональную полноценность, или же он не вырабатывается совсем, поэтому сахар плохо усваивается клетками и накапливается в крови» [3].

Таким образом, имеются противоречивые оценки и взгляды на природу болезни, на причины её образования. Отсюда и принцип лечения — восстановить равновесие с помощью инсулина, диеты и сахаропонижающих препаратов. Однако, поскольку причина возникновения диабета до конца не понята, то и лечение малоэффективно.

Известно, что когда 60% суточного калоража обеспечивался белками и липидами, от диабета страдали значительно реже. Кроме того в рацион питания входили каши из дробленого зерна, в которых, как это следует из наших [4], [5] и ранее проведенных исследований [6], содержались естественные ингибиторы α -амилаз. Потребление таких каш, видимо, уменьшало разрушение крахмала до глюкозы и, тем самым, профилактировало увеличение концентрации глюкозы в крови после приема пищи (постпрандиальная гликемия). В настоящее время, глубокая переработка зерна приводит к потере этих веществ с отрубями. Поэтому возврат в рацион питания блокаторов α -амилаз растительного происхождения может профилактировать дальнейший заболеваемость сахарным диабетом.

2. Методы и материалы

Шесть особей морских свинок были отобраны для проверки рабочей гипотезы на животных. После 7-дневного кормления всех животных раствором крахмала, морские свинки были разделены на две группы. Критерием для деления на группы служил исходный уровень сахара в крови: животные с нормальной концентрацией сахара плазмы, менее 4,5 ммоль/л, составили первую группу (три свинки). Во вторую группу попали животные с повышенным содержанием сахара в крови — более 5,5 ммоль/л (три свинки).

Через 7 дней второй группе морских свинок в рацион ввели экстракт из отрубей злаковых растений в дозе 2 мл. У всех морских свинок исследовали концентрацию сахара в крови и выведение крахмала с фекалиями. Уровень сахара в крови морских свинок определяли инструментально, с помощью индивидуального клинического сахариметра «Аку-Чек». Крахмал определяли, используя метод Х. Починока.

Достоверность различий оценивали по критерию t Стьюдента, различия считались достоверными при $p < 0,01$.

3. Результаты исследования

В результате перорального потребления экстракта из отрубей злаковых растений доля крахмала в фекалиях увеличивалась на 80% ($p < 0,01$). Это свидетельствует, что в исследуемом экстракте содержатся вещества, снижающие активность ферментов, разрушающих крахмал. Уровень сахара в крови этих морских свинок практически не менялся и был сопоставим с интактными животными.

Кроме того, соавтор этой статьи Эбра Махмутович Шарапов добровольно провел эксперимент на себе, в течение трех суток потребляя по 100 мл полученного им экстракта из отрубей. При этом, без изменения характера суточного рациона наблюдалось стойкое снижение концентрации глюкозы крови от 11 ммоль/л до 4,5 ммоль/л, которое наблюдалось еще в течение пяти суток после прекращения приема экстракта.

Общепризнанными продуктами рациона человека, снижающими поступление в кровь легко усваиваемых углеводов, являются злаки, фрукты и овощи. Традиционно объясняется это тем, что они содержат большое количество клетчатки. Предположительно, злаковые, фрукты и овощи, кроме клетчатки, содержат биологически активные вещества, положительно воздействующие на пищеварение и блокирующие гидролиз крахмала до глюкозы [6]. Несмотря на наличие во фруктах и овощах таких веществ, их регулирующее воздействие на процесс поступления в кровоток легко усваиваемых углеводов не рассматривался.

Предположительно, что биологически активные вещества, играют первостепенную роль, в регулировании процессов усвоения углеводов. Их можно выделять не только из овощей и фруктов, но из более доступных и дешевых источников пищевого сырья, таких как отходы производства зерна. Включение в рацион питания комплекса активных веществ способствует уменьшению уровня сахара в крови, содержащего ингибитор α -амилазы слюны и поджелудочной железы, что обеспечивает блокаду активности α -амилазы слюны и поджелудочной железы, уменьшение ферментативного разрушения крахмала, поступление глюкозы в кровь и снижение плазменных концентраций глюкозы.

Уменьшение гликемии после приема высоко углеводной пищи, достигается путем дополнительного приема безбелкового экстракта из отрубей злаковых растений, содержащего вещества, блокирующие активность α -амилазы слюны и поджелудочной железы, что уменьшает ферментативное разрушение крахмала в кишечнике до глюкозы и, тем самым, уменьшает поступление глюкозы из кишечника в кровь.

Кроме того, в условиях пониженного поступления углеводов из желудочно – кишечного тракта, в целях поддержания уровня сахара в крови, должен активироваться липолиз. В условиях наличия избыточной массы тела это должно сопровождаться уменьшением массы за счет «жирной» составляющей.

Для реализации этих целей, выработанный препарат предлагается вводить в рацион питания в виде пищевых добавок, вырабатываемых из оболочек зерна, содержащих блокаторы α -амилаз. Эти вещества можно применять во время выпечки хлеба и отдельно, как самостоятельный продукт [6].

Новое качество пищевых добавок из оболочек зерна, заключается в том, что они могут служить для профилактики сахарного диабета у людей из группы риска по сахарному диабету (наследственное отягощение, избыточная масса тела, наличие гипертонической болезни), а также снижать потребность в инсулине у инсулинозависимых диабетиков, облегчать течение болезни. Поскольку препарат безвреден для здоровья, создан из растительного сырья и не имеет побочных эффектов, его могут потреблять все слои населения, в том числе дети и беременные женщины. Препарат на основе биологически активных веществ не лекарственное средство, а добавка к рациону питания, используемая для профилактики заболевания сахарным диабетом.

Литература

- [1] Вахрушев Я. М. Внутренние болезни, Минздрав и соцразвития РФ, ГОУ ВПО Ижевская государственная медицинская академия, Ижевск (2005).
- [2] Астамирова Х. С., Ахманов М. С., Настольная книга диабетика, Нева, СПб–б (1999).
- [3] Онипко В. Д. Книга для больных сахарным диабетом. Профессионально о важном. Весь, СПб–б (2001).

- [4] Шарапов Э.М., Попов И.И., Козлов В.А., Макаров В.И., Марьин Г.С., Вафин Р.Н., Вафин И.Н. Способ увеличения показателя числа падения муки и зерна Патент. Приоритетный № 2007103374/13(003636) от 30.01.2007. Решение о выдаче патента от 18.03.08.
- [5] Шарапов Э.М., Попов И.И., Козлов В.А., Апаева Н.Н., Свечников А.К., Балдина Т.Л. Возможные пути решения проблемы энзимомикозного истощения зерновых // Вторая международная научная школа «Наука и инновации – 2007» ISS «SI-2007». 5-11 июля 2007 г.: Материалы школы / Под ред. И. И. Попова, В. А. Козлова, А. П. Сухорукова, В. В. Самарцева, В. Г. Зинова, В. Г. Яшина. – Йошкар – Ола: МарГУ, 2007. – С. 123-127.
- [6] Кефели В. И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны. – Наука : Москва (1974).
- [7] Шарапов Э. М. Апаева Н. Н., Балдина Т. Л., Свечников А. К., Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Материалы регион. научно-практической конференции. : Мосоловские чтения // Матер. Международной научн.– практ. конф. Вып. X. – Йошкар – Ола : МарГУ (2008) 317

НОВАЯ МЕТОДИКА УВЕЛИЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ЧИСЛА ПАДЕНИЯ РЖАНОЙ МУКИ

**Э. М. Шарапов, Г. С. Марьин, Н. Н. Апаева, Т. Л. Балдина, А. К. Свечников,
Н. К. Вафин, Р. Н. Вафин, И. Н. Вафин**

*ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»
(424001, Йошкар–Ола, пл. Ленина, 1)
E-mail: porov@mail.ru*

Добавление к ржаной муке ингибитора α -амилазы из отрубей пшеницы позволяет увеличить сортность муки на 1 – 2 класса выше. Предложенная методика является более конкурентноспособной по сравнению с используемым препаратом Германского производства — «Ровелит».

To a rye flour of an inhibitory α -amylazy from bran of wheat addition allows to increase a flour rating by 1 – 2 class above. The offered technique is more competitive in comparison with a used preparation of the German manufacture — «Rovelit».

1. Введение

Показатель числа падения (ЧП) является одним из главных показателей качества ржаного зерна и ржаной муки. Определение этого показателя регламентируется ГОСТ 27 676–88. По показателю ЧП на продовольственные цели заготавливается зерно ржи, которое подразделяют на четыре класса:

- I класс — свыше 201 с;
- II класс — 141 — 200 с;
- III класс — 81 — 140 с;
- IV класс — менее 80 с.

Ржаные сорта муки — сеянная и обдирная — по ГОСТу должны иметь ЧП не ниже 150 с. Зерно же IV класса, как правило, не потребляют в продовольственных целях, и используют как фураж на корм скоту. В целях коррекции зерна III класса при размоле на муку до II, составляют помольные партии путем смешивания с зерном I класса.

Второй класс зерна ржи используется для размолы без составления помольных партий и является наиболее технологически ценной партией зерна. Размол зерна I класса приводит к увеличению показателя ЧП в муке до параметров, вызывающих трещины корки хлеба при её выпечке. Это явление вызывается низкой амилалитической активностью данного сырья [1].

Проблема коррекции ржаного зерна до II класса в настоящее время решается несколькими способами. Селекционным — с этой целью создаются сорта с более высоким показателем числа падения. Для этого сорт должен быть низкорослым, а натура тяжелой. Селекционный путь долг, трудоемок и не решает проблемы полностью, поскольку показатель числа падения зависит и от метеофакторов. В «сырой» год, когда дождей много, зерно будет собрано с низким показателем числа падения, поскольку избыток влаги активирует амилолитическую активность зерна в колосе, что известно как болезнь энзимомикозного истощения зерна. Другой способ уже упоминался — это смешивание зерна III класса с зерном I класса. Он также неэффективен в дождливое лето, потому что зерна I класса будет недостаточно. Третий путь, это блокада амилолитической активности зерна ингибиторами α -амилазы. В настоящее время на рынке с этой целью используется препарат «Ровелит», представляющий собой смесь минеральных солей.

Как показали наши исследования [2], в зерновых культурах, в частности в пшенице, существуют природные ингибиторы α -амилазы, находящиеся на покровах зерна. Очевидно, что эти ингибиторы также могут быть использованы для увеличения показателя числа падения муки и зерна. Также очевидно, что поскольку это естественное вещество, в малом количестве постоянно поступающее в наш организм с хлебом и другими зерновыми продуктами, обнаруженный нами препарат будет иметь существенное преимущество как перед «Ровелитом», так и другими аналогичными препаратами.

2. Методы и материалы

Определение величины показателя числа падения муки проводят по методике, рекомендованной Госстандартом (ГОСТ 27 676 – 88), с помощью которой оценивается качество зерна и муки. Для этого используется лицензированный прибор ПЧП–3. Показатель число падения измеряется в секундах и определяет время, в течение которого опускается шток прибора ПЧП–3. Число падения является показателем активности α -амилазы в муке, чем менее активна α -амилаза, тем выше показатель число падения. Под воздействием α -амилазы крахмал муки гидролизует, что сопровождается разжижением теста и, как следствие, уменьшением вязкости и увеличением скорости движения штока прибора ПЧП–3. Поэтому скорость движения штока связана с активностью фермента, а скорость его движения характеризует динамику ферментативной реакции между крахмалом муки и α -амилазой.

Было проведено четыре замера, с внесением в опару различающихся количеств экстракта из отрубей злаковых растений, содержащего органический комплекс, состоящий из органических небелковых природных ингибиторов (дозы в расчете на 6,8 г муки указаны в табл. 1), и пятый, контрольный, на интактной муке.

Таблица 1.

Приготовление рабочего раствора

№ опыта	Препарат, мл	Вода, мл	Относительная концентрация
1	25	0	1,0
2	21	4	0,84
3	17	8	0,68
4	13	12	0,52
5	10	15	0,40
6	9	16	0,36
7	5	20	0,20

3. Результаты и их обсуждение

В зависимости от концентрации рабочего раствора показатель числа падения менялся (табл. 2). Как следует из данных, представленных в табл. 2, наблюдается выраженный прямой дозозависимый эффект, то есть, чем больше было внесено ингибитора (опыт № 1), тем

больше был показатель числа падения. Как можно видеть, с помощью исследуемого нами ингибитора муку III–IV класса (показатель числа падения 140 с и соотв. менее 80 с) можно довести до кондиции I класса.

Таблица 2.
Зависимость показателя числа падения от дозы ингибитора

№ опыта		1	2	3	4	5	6	7
Показатель ЧП	контроль	90	96	94	98	86	85	85
	опыт	634	520	353	289	165	130	105

Для построения графика влияния ингибитора в системе взаимодействия α -амилазы и субстрата (крахмала муки), к прибору ПЧП–3 прикреплялась вертикально линейка для регистрации в пространстве положения опускающегося штока прибора ПЧП–3. Ход определения показателя числа падения в каждом опыте снимался на цифровую видеокамеру с включенным таймером. Положение штока (в мм) относительно основания определяли через равные промежутки времени, равные 30 с. Поскольку скорость движения штока связана с активностью фермента, то полученные данные были использованы для вычисления скорости движения штока. Для этого в каждый момент измерения расстояние в мм делилось на соответствующее время. С помощью полученных телеметрически данных скорости и времени был построен график зависимости ингибирования активности α -амилазы от концентрации ингибитора (рис. 1).

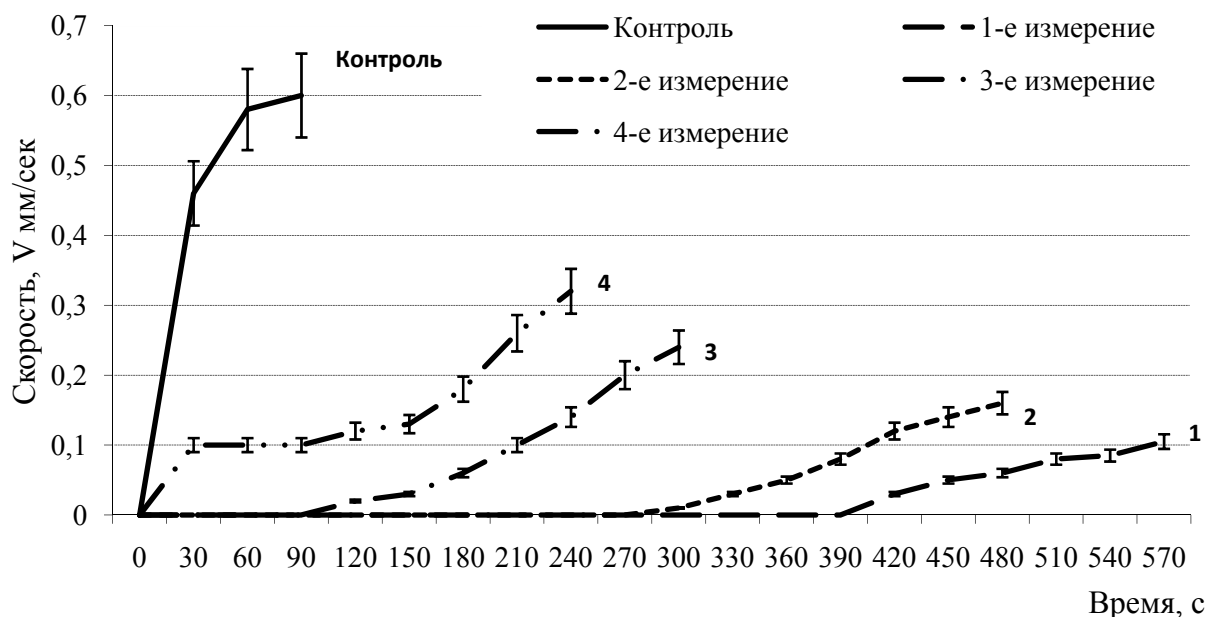


Рис. 1. Воздействие фермента α -амилазы на субстрат

Как можно видеть на рис. 1, внесение в опару экстракта из отрубей злаковых растений, содержащего органический комплекс, блокирующий активность α -амилазы, значительно и зависимо от концентрации увеличивает показатель числа падения. Таким образом, применение экстракта, содержащего ингибирующий α -амилазу комплекс подняло показатель числа падения, в зависимости от его концентрации, от 90 до 240 – 570, что значительно перекрывает необходимое значение коррекции — 150.

Как видим, в контроле график имеет форму гиперболы, что характерно для графиков кинетики ферментативных реакций. В присутствии изучаемого ингибитора наблюдается как запаздывание начала ферментативной реакции, так и снижение ее скорости. Так в случае первого измерения время запаздывания составило 390 с. В остальных случаях, с уменьшением дозы ингибитора, время задержки меньше, а скорость — выше. Форма графика ингибирования похожа на графики, получаемые при неконкурентном типе ингибирования [3]. График зависимости показателя числа падения от относительной концентрации препарата показан на рис. 2. Как следует из анализа графика — зависимость носит полиномиальный характер.



Рис. 2. Ингибирование ферментативной реакции воздействия фермента α -амилазы на субстрат (крахмал в муке) в присутствии возрастающей концентрации ингибирующего комплекса.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. Ингибирующий комплекс, выделенный из пшеничных отрубей, увеличивает показатель качества ржаной муки числа падения, подавляя активность фермента α -амилазы.
2. Ингибирование фермента происходит неконкурентным способом, следовательно — вне зоны активного центра α -амилазы.

Работа выполнена при поддержке Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно – технической сфере (Государственный контракт № 4875p/7291 от 26.03.2007 по программе Старт 2007).

Литература

- [1] Шарапов Э. М., Попов И. И., Козлов В. А. и соавт. Патент «Способ увеличения показателя числа падения муки и зерна». – Приоритетный № 2007103374/13(003636) от 30.01.2007.
- [2] Шарапов Э. М., Попов И. И., Козлов В. А. и соавт. // Вторая международная научная школа «Наука и инновации – 2007» ISS «SI-2007»: Материалы школы / Под ред. И. И. Попова, В. А. Козлова, А. П. Сухорукова, В. В. Самарцева, В. Г. Зинова, В. Г. Яшина. – Йошкар – Ола, МарГУ (2007) 123–127
- [3] Нестеренко М. В. и соавт. Локализация субтилизинсвязывающего центра в молекуле бифункционального ингибитора из пшеницы // Биохимия **54(5)** (1989).

МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ ЦЕНТР ГОМЕОПАТИИ — МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ГОМЕОПАТИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ⁷

К. Г. Ахметзянов

*МУЗ «Медведевская центральная районная больница» РМЭ
Kamil34@mail.ru*

Данная работа посвящается анализу опыта организации и практической деятельности в области оказания гомеопатических услуг в различных регионах РФ и выработке основных рекомендаций по его применению для создания региональной гомеопатической службы. Для достижения данной цели выделим основные направления, вытекающие для решения задач гомеопатической медицины: определение законодательной базы в области гомеопатии, создание структуры и модели функционирования гомеопатической службы, разработка организационно – методических вопросов, создание системы подготовки кадров, повышение качества дальнейшего развития данной медицинской дисциплины, пропаганда метода гомеопатии среди медицинских работников и широкого круга населения.

Актуальность создания гомеопатической службы обусловлена способностью гомеопатии эффективно излечивать хронические заболевания и обеспечивать реабилитацию больных (подобное лечится подобным), стимулировать защитный механизм, обеспечивать равновесие конституции пациентов, укреплять и гармонизировать сам источник жизни и творческих способностей в человеке, повышая степень продуктивности, креативности и спокойствия людей путем устранения восприимчивости к возмущающим влияниям. Эти свойства сами по себе имеют поразительные следствия для нашего общества. Это очень хорошо видно на повседневном опыте квалифицированных, имеющих положительные результаты, врачей – гомеопатов и их пациентов. Для них это видение, не является преувеличенным, а совершенно разумным и практическим, учитывая, что предположение о принятии гомеопатии высоких стандартов является широко распространённой практикой. Эти возможности привлекают много сторонников гомеопатии в следующих странах: Австрии, Германии, Франции, Великобритании, Бельгии, Италии, Греции, США, странах Скандинавии, Нидерландах, Восточной Европы, Индии, Южной Азии и Австралии. Метод гомеопатии официально разрешен в 31 стране. В своей практике гомеопатические лекарственные средства используют около 50% врачей в Индии, 40% — в Великобритании, 32% — во Франции, 25% — в Германии, 22% — в Австрии. Этим же странам пациенты выбирают услуги врачей гомеопатов от 25 до 60% [1].

Существует несколько предпосылок для организации гомеопатической службы: во – первых, это резкий рост расходов на медицинские услуги и старение населения, растущая распространенность хронических, трудно поддающихся излечению заболеваний; во – вторых, полное отсутствия противопоказаний к гомеопатии в сочетании эмпирически доказанной высокой эффективностью этого метода, отсутствием дополнительных расходов на лечение побочных эффектов и осложнений, низкая стоимость гомеопатических препаратов, сокращение использование дорогостоящих методов аппаратной диагностики; в – третьих, высокая обращаемость больных за гомеопатической помощью во всех регионах. Это наблюдается и в ежедневной практике автора статьи.

Законодательное обеспечение гомеопатического метода лечения в настоящее время в Российской Федерации осуществляется на двух уровнях: федеральном и региональном. Нормативная и законодательная база способствует развитию метода гомеопатии, как части национальной системы здравоохранения. Приказ Министерства здравоохранения и медицинской промышленности РФ № 335 от 29.11.95 «Об использовании метода гомеопатии в практическом здравоохранении» легализовал деятельность врачей – гомеопатов и создал усло-

⁷ Статья опубликована с сохранением стилистики, орфографии и пунктуации автора (Прим. ред.)

вия для развития гомеопатии, формированию структур, осуществляющих научно – методическое, педагогическое, координирующее руководство в области традиционной медицины и гомеопатии. Определены правила обучения врачей гомеопатии, условия лицензирования и применения в клинической практике гомеопатического метода лечения. Официальное включение гомеопатических средств в «Государственный Регистр лекарственных средств» способствовало появлению широкого ассортимента эффективных, проверенных препаратов на фармацевтическом рынке России. В результате этих законодательных актов гомеопатия органично включилась в систему городского здравоохранения России в качестве гомеопатической службы. Во многих регионах функционируют гомеопатические центры. В Москве и Санкт – Петербурге различных гомеопатических учреждений и кабинетов врачей насчитывается свыше ста в каждом городе. Однако гомеопатия еще не имеет статуса отдельной специальности (субспециальности), соответственно не входит в перечень медицинских услуг, бесплатно предоставляемых населению. Цивилизованное развитие гомеопатического метода лечения и внедрение его в национальную систему здравоохранения требует совершенствования существующей юридической базы. Сообщество гомеопатов надеется, что министерство здравоохранения РФ решит вопросы о выделении гомеопатии в самостоятельную клиническую специальность (субспециальность), так и вида специализированной медицинской помощи населению, а также о включении гомеопатического лечения в систему медицинского страхования. На региональном уровне, например, в Саратовской области, гомеопатическая служба в своей работе руководствуется организующим приказом Министерства Здравоохранения Саратовской области "О состоянии и перспективах развития гомеопатического метода лечения на территории Саратовской области", который ежегодно дорабатывается и утверждается.

Рассмотрим структуру и модель функционирования гомеопатической службы, сформированных в Новосибирской и Саратовской областях, г. Санкт – Петербурге, как наиболее удачных вариантов. Центр гомеопатии Санкт – Петербурга был создан в 1991 г. по инициативе группы врачей – гомеопатов, объединенных идеей широкого внедрения гомеопатии в жизнь современного общества.

Этот центр — первое в России предприятие нового типа, объединяющее гомеопатическую поликлинику, производственную аптеку, издательство гомеопатической литературы, учебный и внедренческий центр — базовое подразделение кафедры традиционной медицины и гомеопатии Санкт – Петербургской Государственной медицинской академии им. И. И. Мечникова. Следует отметить, что Санкт – Петербургская гомеопатическая школа развивает традиционное (классическое, или унитарное) направление гомеопатии, жизнеспособность которого проверена полуторовековой практикой выдающихся врачей – гомеопатов и существуют ясные и реальные перспективы развития. Организационно – функциональная модель гомеопатической службы Саратовской области имеет центральное звено в виде территориального гомеопатического центра, который взаимодействует со всеми остальными медицинскими учреждениями территории. Данный гомеопатический медико – социальный центр является базой для обучения кадров, производственной гомеопатической аптеки и осуществляет общее организационно – методическое руководство гомеопатической службой на территориальном уровне.

На территории Саратова и Саратовской области имеют лицензию на гомеопатический метод лечения: лечебно – профилактические учреждения — 16; индивидуальную частную медицинскую практику ведут 3 врача – гомеопата, открыты гомеопатические отделы в аптеках, где также ведут прием врачи – гомеопаты. Ещё в 1998 г. при Минздраве Саратовской области была введена внештатная должность главного специалиста по гомеопатии, что позволило активизировать просветительскую работу и повысить темпы интеграции гомеопатии в систему официальной медицины. При участии Минздрава области, проводится ежегодная конференция *«Гомеопатия и практическое здравоохранение»*. Проводится большая работа по распространению и пропаганде гомеопатического метода в здравоохранении: читаются

лекции для врачей общей практики, периодически идут передачи по гомеопатии на местном телевидении. Успешное развитие гомеопатической службы Саратовской области связано с подготовкой квалифицированных специалистов, начиная с 1991 года.

По данным Саратовской областной службы, представленных в докладе на *XIII Московской международной гомеопатической конференции* 25 января 2003: за 9 мес. 2002 г. — 5147 обращений (2001 г. — 4111), из них 49,9% составляет взрослое население, 50,1% — пациенты детского возраста и подростки. Наиболее частой причиной обращений является терапевтический профиль заболевания (64,6%), второе место занимает гинекологическая патология (19,7%), затем заболевания нервной системы (2,4%), болезни эндокринной системы (2,0%), урология (3,4%) и дерматология (2,9%). Улучшение в процессе гомеопатического лечения наступает в 69,9% случаев, без перемен в 5,1% случаев, нет сведений о пациентах в 25% случаев, ухудшений нет.

Региональный центр гомеопатии в Республике Марий Эл, по аналогии с Саратовской областью, так же должен являться основным проводником государственной политики гомеопатической службы на уровне республики. Центральным звеном любой модели гомеопатической службы является территориальный гомеопатический центр. Он будет функционировать на правах частной врачебной лицензионной деятельности, т.к. в настоящее время услуга врача гомеопата является платной для всех категорий граждан. Мировой опыт показывает, что негосударственный коммерческий сектор может значительно расширить объем и повысить качество медицинской помощи населению. Для эффективного управления гомеопатической помощью региональный центр гомеопатии должен располагать структурными подразделениями, соответствующими основным сферам управления, и квалифицированными специалистами фармацевтического и медицинского профиля, имеющие подготовку в области гомеопатии. Как показывает практика, в структуру территориального гомеопатического центра должны входить следующие подразделения: лечебно – профилактическое отделение, отделение лекарственного обеспечения с производственной базой и аптекой, организационно – методический отдел, а также отдел по образовательной и информационно – консультационной деятельности.

Гомеопатическая служба в Республике Марий Эл должна строиться на принципе различных уровней гомеопатической помощи, преемственности и последовательности, включать уровни, от низшего к высшему. Например, следующие: общая сеть лечебно – профилактических учреждений — амбулаторно – поликлиническое и госпитальное звено: врач амбулаторно – поликлинического звена, стационара, знакомый с основными принципами гомеопатии, использующий в своей практической работе наиболее доступные элементы гомеопатической медицины. Гомеопатический кабинет амбулаторно – поликлинического и госпитального звена: врач – специалист (основных медицинских специальностей — терапевт, педиатр, хирург), использующий преимущественно гомеопатический метод в рамках своей специальности. Гомеопатический медико – социальный центр. Гомеопатические аптеки. При этом предусматривается полное обеспечение больных необходимыми гомеопатическими препаратами с выдачей их сразу после посещения врача.

Прием больных в центре будут осуществлять врачи – гомеопаты как общего профиля, так и с определенной нозологической направленностью — кардиологи, гастроэнтерологи, гинекологи, хирурги, аллергологи и другие специалисты. Оценка состояния больного будет осуществляться как с помощью классических гомеопатических приемов и общеклинических амбулаторных методик, так и с применением целого комплекса современных инструментально – лабораторных методов, включая, УЗИ, эндоскопию, томографию и т.д. В планируемый штат специалистов могут быть включены специалисты по ультразвуковой диагностике и эндоскопии. В реабилитационный комплекс будут включены различные виды мануальной терапии и лечебной физкультуры, диетического питания. Гомеотерапия будет внедрена в практику санаториев и профилакториев как эффективный метод реабилитации.

Решение вопроса подготовки кадров заключается в обеспечении высококвалифицированными аккредитованными специалистами. Для этого необходимо проводить курсы подготовки врачей классической гомеопатии, обеспечивая необходимый объем теоретических знаний и практических навыков для самостоятельного применения гомеопатического метода в лечебной работе. Эффективность работы любого врача зависит от его профессиональной подготовки и опыта. Более или менее профессиональное использование гомеопатических препаратов подразумевает достаточно глубокую специализацию в области гомеопатии. Использование гомеопатии в качестве дополнительного терапевтического метода требует от врача так же глубокого знания вопроса и практического опыта. Кроме того, кадровая политика центра предусматривает привлечение к совместной работе и сотрудничеству всех частнопрактикующих врачей гомеопатов в регионе. При этом могут быть использованы квалификация и опыт работы автора данной статьи, подтверждаемые тем, что он с 2001 года прошел обучение в признанных в мире учебных заведениях (Киевская школа гомеопатии им. Д. Попова, Лондонский гомеопатический факультет, факультет прогнозирующей гомеопатии, под руководством П. Виджейкара (Индия), курсы Д. Лукаса (Греция). Добивается хороших результатов в лечении, используя монопрепараты, придерживаясь классических основ. Наряду с практической деятельностью, обладает опытом преподавательской деятельности и общественно – просветительской работы, возглавляя общественную организацию «Знание» Республики Марий Эл. Имеет деловые и творческие контакты со старейшей в России гомеопатической организацией — Санкт – Петербургской Гомеопатической ассоциацией.

При факультетах последипломного образования, филиалы которых развернуты в г. Йошкар – Ола, будут созданы курсы гомеопатии, наделенные правом первичной специализации и последующего усовершенствования в данной области медицины. Учебный процесс в рамках спецкурсов может проводиться так же на кафедрах ВУЗов и института повышения квалификации учителей при сотрудничестве с гомеопатическим центром. Должны проводиться специализированные циклы усовершенствования по гомеопатии для врачей всех специальностей.

Для решения задач образования необходимо обращаться к сформированным научно – практическим школам. Действуют гомеопатические школы, активно впитывающие и распространяющие опыт наших зарубежных коллег. Проводятся выездные циклы по гомеопатии учреждениями, имеющими признанный авторитет в системе преподавания этого метода. Например. Санкт – Петербургская государственная медицинская академия им. И.И. Мечникова, кафедра традиционной медицины и гомеопатии, зав. кафедрой к.м.н., доцент С. П. Песонина. Представляется возможным в создании 2 – 3-х годичных школ с хорошей научно – практической базой и качественным учебным материалом. В основу программы обучения должны взять программы ведущих гомеопатических школ мира, накопивших огромный практический опыт в подготовке врачей данной специальности. В России существующие гомеопатические школы готовы объединить свои усилия по созданию учебных программ, соответствующих высоким стандартам, и поднять гомеопатию в стране на международный уровень.

Повышение качества дальнейшего развития данной медицинской дисциплины предполагает проведение научной работы в данной области и организация обмена опытом.

Проведение научных исследований, является неотъемлемой составной частью успешного развития гомеопатической службы. Направлением наших исследований будет являться разработка лечебных комплексов для больных, страдающих целым рядом хронических заболеваний. До сегодняшнего дня критерием излеченности считалось исчезновение болезненных симптомов и жалоб больных, что уже не может считаться полноценным. В этой связи планируется разработка целого ряда критериев реабилитации больных по отдельным нозологическим единицам с использованием лабораторных и инструментальных объективных тестов. Эффективность гомеопатического лечения будет контролироваться с помощью широкого набора инструментально – лабораторных исследований. Будет предусмотрено проведение

медико – статистических оценок эффективности гомеотерапии. Полученные данные будут анализироваться в сравнении с лечением конкретных заболеваний аллопатическими средствами. Это в какой – то степени явится продолжением традиционного научного подхода. Результаты клинических наблюдений будут регулярно публиковаться в виде научных статей и методических рекомендаций. Сведения больных будут внесены в компьютер, для диспансерного учета с целью периодического контроля состояния здоровья курируемых больных с последующим профилактическим гомеопатическим лечением в случае необходимости.

Пропаганда метода гомеопатии среди медицинских работников и широкого круга населения будет осуществляться через ознакомление их с принципами гомеопатических воздействий, обучение гомеопатическому методу врачей различных специальностей. Гомеопатия займет достойное место в медицине при повышении гомеопатической культуры основной массы населения, руководителей здравоохранения. Необходимо регулярно читать лекции для руководителей и сотрудников лечебно – профилактических учреждений города и республики, проводить работу со средствами массовой информации. Не противопоставляя метод гомеопатии современной медицине, показывая и разъясняя его особенности и положительные стороны, вместе с органами здравоохранения, научными сотрудниками филиалов медицинских ВУЗов, можно добиваться признания гомеопатии.

Гомеопатический центр при реализации просветительско – образовательной программы, должен заниматься научно – методическими разработками, издавать методические пособия. При центре будут открыты также библиотека и учебно – методический кабинет. Будут организованы тематические циклы лекций для населения через структуру общества «Знание» республики Марий Эл.

Для создания деятельности гомеопатического центра, осуществления перечисленных задач необходимо выполнение следующих условий:

- получение лицензий на право заниматься различными видами фармацевтической, медицинской и педагогической деятельности, и осуществление работы в строгом соответствии с выданными лицензиями. Лицензирование медицинских учреждений здравоохранения и медицинских кадров может служить гарантом качества в условиях современной многоукладной медицины.

- Иметь в наличии аккредитованные в соответствии с разделами деятельности помещения.

В свете вышеизложенного и на основании изучения опыта работы региональных гомеопатических центров Российской Федерации, можно сделать следующий вывод. Создание региональной гомеопатической службы в Республике Марий Эл в виде многопрофильного центра позволит иметь мощную единую структуру по сравнению с простой суммой мощностей разрозненных гомеопатических организаций, а так же позволит открыть новые направления деятельности (научно – исследовательская, образовательная и др.), т.е. повысить качество медицинских гомеопатических услуг. Поэтому будет логичным признать многопрофильный региональный гомеопатический центр наиболее перспективной моделью гомеопатической службы с точки зрения динамики развития этого направления здравоохранения.

Литература:

[1] Medline Cover Story & Features. (Журнал “Ремедиум”) – 2000. – №11.

II. ТРЕТИЙ МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР

"ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ — 2008"

ПРОВЕДЕНИЕ БИЗНЕС АНАЛИЗА ИННОВАЦИОННЫХ И ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

В. Г. Яшин

*Академия народного хозяйства при Правительстве РФ
(119571, г. Москва, проспект Вернадского, 82)
E-mail: niackadr@ya.ru*

Приведены основные положения и термины по инвестиционным и инновационным проектам. Перечислены задачи, которые может решать менеджер, построив при помощи Project Expert 7 модель реализации проекта. Сообщаются функциональные возможности, эксплуатационные и технические характеристики, Интерфейс, «Закрытость» пакета программы PROJECT EXPERT, Стоимостное содержание программ, включающее возможности аналитической системы Project Expert, возможности линейки программных модулей Expert Systems, финансовая отчетность, эффективность инвестиций, а также порядок определения График инвестиций с указанием методики определения чистого дисконтированного (приведенного) дохода — Net Present Value (NPV), срока окупаемости — Payback Period (PB), внутренней нормы рентабельности — Internal Rate of Return (IRR), индекса прибыльности — Profitability Index (PI) и модифицированной внутренней нормы рентабельности — Modified Internal Rate of Return (MIRR). Указано содержание разработки и анализа бизнес – плана. Дана методика определения устойчивости проекта к факторным неопределенностям, анализа безубыточности, сценарного анализа, статистического анализа.

Substantive provisions and terms have been resulted under investment and innovative projects. Problems have been listed, which the manager, having constructed by means of Project Expert 7 can solve model of realisation of the project. There are operational and technical characteristics, the Interface, "Closeness" of a package of program PROJECT EXPERT, Cost the maintenance of programs including possibilities of analytical system Project Expert, possibility of a ruler of program modules Expert Systems, the financial reporting, efficiency of investments, and also an order of definition the Schedule of investments with instructions of a technique of definition of the pure discounted (resulted) income — Net Present Value (NPV), a time of recovery of outlay — Payback Period (PB), internal norm of profitability — Internal Rate of Return (IRR), a profitableness index — Profitability Index (PI) and the modified internal norm of profitability — Modified Internal Rate of Return (MIRR) functionality has been informed. The maintenance is specified Business – the working out and analysis plan. There are stability of the project to factorial vaguenesses, the analysis of break – even, the analysis of scenarios, the statistical analysis of definition the technique has been given.

Ключевые слова: Инвестиционный проект, инновационный проект, анализ бизнеса, пакет программы PROJECT EXPERT, дисконтированный (приведенный) доход NPV, срок окупаемости PB, внутренняя норма рентабельности IRR, индекс прибыльности PI), модифицированная внутренняя норма рентабельности MIRR.

1. Введение

В рамках работы научной школы «Наука и инновации 2008» решаются задачи поиска инновационных площадок в разных областях знаний и коммерциализуемых научных идей, создания научно – инновационных заделов и разработка инновационных проектов на базе этих идей. Большая роль в этой деятельности отводится молодым ученым, участвующим в

конкурсе программы «У.М.Н.И.К.». При переходе от чисто научного мышления к научно – инновационному мышлению в процессе разработки заявок на участие в этом конкурсе большую роль играет подготовленность молодых ученых в вопросах анализа эффективности разрабатываемых проектов. Данный семинар как раз предназначен для специалистов, начинающих планировать свой бизнес и, исходя из эффективности разрабатываемого проекта, оценивающих удачность выбранной ими коммерциализуемой научной идеи.

Русская народная пословица гласит «семь раз отмерь — один раз отрежь». Эта пословица справедлива для тех, кто занимается каким – либо ремеслом, и, несомненно, она верна и для управленцев, которые несут огромную ответственность за судьбу больших денег, необходимых для реализации инвестиционных проектов. Но чтобы правильно «отрезать», нужен «инструмент». Причем, такой, который измеряет правильно. Отсутствие такого инструмента, зачастую, является причиной того, что многие управленцы в условиях неопределенности нашей жизни не решаются взять ответственность за свои управленческие решения, связанные с большими финансовыми потоками. В современных условиях простейший анализ не позволяет учесть большое количество всевозможных факторов, которыми характеризуется современный инвестиционный проект. Смоделировать с определенной степенью точности реальные процессы жизненного цикла проекта возможно с помощью компьютерных аналитических систем, описав на языке программирования все существенные особенности развития событий по реализации проекта. Построив наиболее адекватную модель, можно сколько угодно раз, без риска для реальных финансовых потоков и результатов, «проигрывать» различные сценарии развития событий, уточняя модель деятельности по реализации проекта, вводя все новые факторы, учитывая все больше параметров, которые и будут являться исходными данными для анализа деятельности по реализации проекта. Это можно повторять до тех пор, пока не получится самый эффективный вариант реализации проекта. С формальной точки зрения, деятельность по реализации любого проекта можно рассматривать как непрерывную цепь преобразований активов из одной формы в другую, реализуемых через деньги, движение денег отражает все, что происходит в проекте. Наблюдая денежные потоки, можно судить о предметах и явлениях, которые их порождают. Целью любого инвестиционного проекта также являются деньги: расходование некоторой суммы предполагает получение дохода, превосходящего затраты. Это верно как для простой сделки купли – продажи, так и для деятельности крупного предприятия.

Таким образом, для целей финансового анализа предприятия, на котором реализуется инвестиционный проект, можно рассматривать генератор денежных потоков. Анализ эффективности этого генератора проводится с помощью методов, разработанных в теории и практике финансового менеджмента.

2. Основная часть

Инвестиционный проект в соответствии со ст. 1 Федерального закона от 25.02.1999 № 39–ФЗ «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» — это обоснование экономической целесообразности, объема и сроков осуществления капитальных вложений, в том числе необходимая проектно–сметная документация, разработанная в соответствии с законодательством РФ и утвержденными в установленном порядке стандартами (нормами и правилами), а также описание практических действий по осуществлению инвестиций (бизнес – план).

Инвестиционный проект — это конкретное мероприятие, в которое вкладываются денежные средства с целью получения прибыли и/или прироста капитала. Таким образом, под *инвестиционным проектом* в широком смысле подразумевается последовательность действий, связанных с обоснованием объемов и порядка вложения средств, их реальным вложением, введением мощностей в действие, текущей оценкой целесообразности проекта и итоговой оценкой результативности проекта по его завершении. В соответствии с утвержденным Председателем Правительства Российской Федерации 05 августа 2005 г. № 2473п–п7 документом «Основные направления политики Российской Федерации в области развития инно-

вационной системы на период до 2010 года» инновационная деятельность (сфера инновационной деятельности) определяется, как выполнение работ или услуг, направленных на:

- ✓ создание и организацию производства продукции (товаров, работ, услуг) с новыми потребительскими свойствами (инновационной продукции);
- ✓ создание или применение новых или модернизации существующих способов (технологий) производства, распространения и использования продукции с новыми потребительскими свойствами;
- ✓ применение структурных, финансово – экономических, кадровых, информационных и иных инноваций при выпуске и сбыте продукции (товаров, работ, услуг), обеспечивающих экономию затрат или создающих условия для такой экономии.

В рамках данного курса под инновационной деятельностью понимается деятельность, направленная на коммерциализацию накопленных знаний, результатов НИОКР и технологий. Результатом инновационной деятельности являются новые товары/услуги или товары/услуги с новыми качествами (потребительскими свойствами).

Таким образом, инновационный проект — это инвестиционный проект, связанный с созданием и организацией производства продукции (товаров, работ, услуг) с новыми потребительскими свойствами. Инновационный проект имеет свои особенности, но в целом при моделировании подчиняется тем же основным тенденциям, что и проект инвестиционный.

Моделирование инвестиционной деятельности довольно трудоемкий процесс, который может быть осуществлен с помощью компьютерных программ. Для этого нужно описать на языке программы все существенные особенности того сценария, который предполагается реализовать на практике. Это трудная, но, в принципе, выполнимая задача. При этом, те условия, от которых зависит ход сценария, определяются как параметры программы. Регулируя параметры, мы можем наблюдать, к каким последствиям приводят наши решения или, не зависящие от нашей воли, изменения внешних факторов

Перечислим задачи, которые может решать менеджер, построив при помощи Project Expert 7 модель реализации проекта:

- ✓ разработать детальный план реализации инвестиционного проекта и определить потребность в денежных средствах на перспективу;
- ✓ определить схему финансирования проекта, оценить возможность и эффективность привлечения денежных средств из различных источников;
- ✓ разработать план реализации инвестиционного проекта, определив наиболее эффективную стратегию маркетинга, а также стратегию производства, обеспечивающую рациональное использование материальных, людских и финансовых ресурсов;
- ✓ проиграть различные сценарии развития ситуации, варьируя значения факторов, способных повлиять на его финансовые результаты;
- ✓ сформировать стандартные финансовые документы, рассчитать наиболее распространенные финансовые показатели, провести анализ эффективности текущей и перспективной деятельности по реализации проекта;
- ✓ подготовить безупречно оформленный бизнес – план инвестиционного проекта, полностью соответствующий международным требованиям на русском и нескольких европейских языках.

Сегодня на российском рынке существует около десятка компьютерных программ для расчета и сравнительного анализа инвестиционных проектов, как отечественных, так и зарубежных. Среди отечественных можно назвать — «Project Expert» фирмы «ПРО-ИНВЕСТ КОНСАЛТИНГ», «Инвестор» фирмы «ИНЭК», «Альт-Инвест» фирмы «Альт» (Санкт – Петербург), FOCCAL фирмы «ЦентрИнвестСофт», «ТЭО-ИНВЕСТ» Института проблем управления РАН; среди зарубежных – COMFAR (Computer Model for Feasibility Analysis and Reporting), PROPSPIN (Project Profile Screening and Pre – appraisal Information system), созданные в UNIDO — Организации Объединенных Наций по промышленному развитию и Fast trek распространяется центром предпринимательства США – Россия. Из всего многообразия

программ, которые в той или иной мере пригодны для бизнес-анализа инновационных и инвестиционных проектов справедливо выделяются три основные отечественные программы в той иерархической последовательности, которую они, занимают на сегодняшний день — «PROJECT EXPERT», «ИНВЕСТОР» и «АЛБТ – ИНВЕСТ».

Прежде всего, следует отметить, что сегодня эти программы, кроме их основного предназначения, с успехом используются для разработки финансовой модели и стратегического плана развития промышленных предприятий, что особенно актуально в условиях экономического кризиса. В основе этих компьютерных программ лежат методические подходы UNIDO по проведению промышленных технико-экономических исследований, а также отечественные «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования», утвержденные Госстроем, Минэкономки, Минфином РФ в 1994 г. На рис. 1 не выделены только те этапы, которые с трудом могут быть подвергнуты анализу с использованием компьютерной аналитической системы Project Expert и имеют собственные аналитические и компьютерные инструменты.

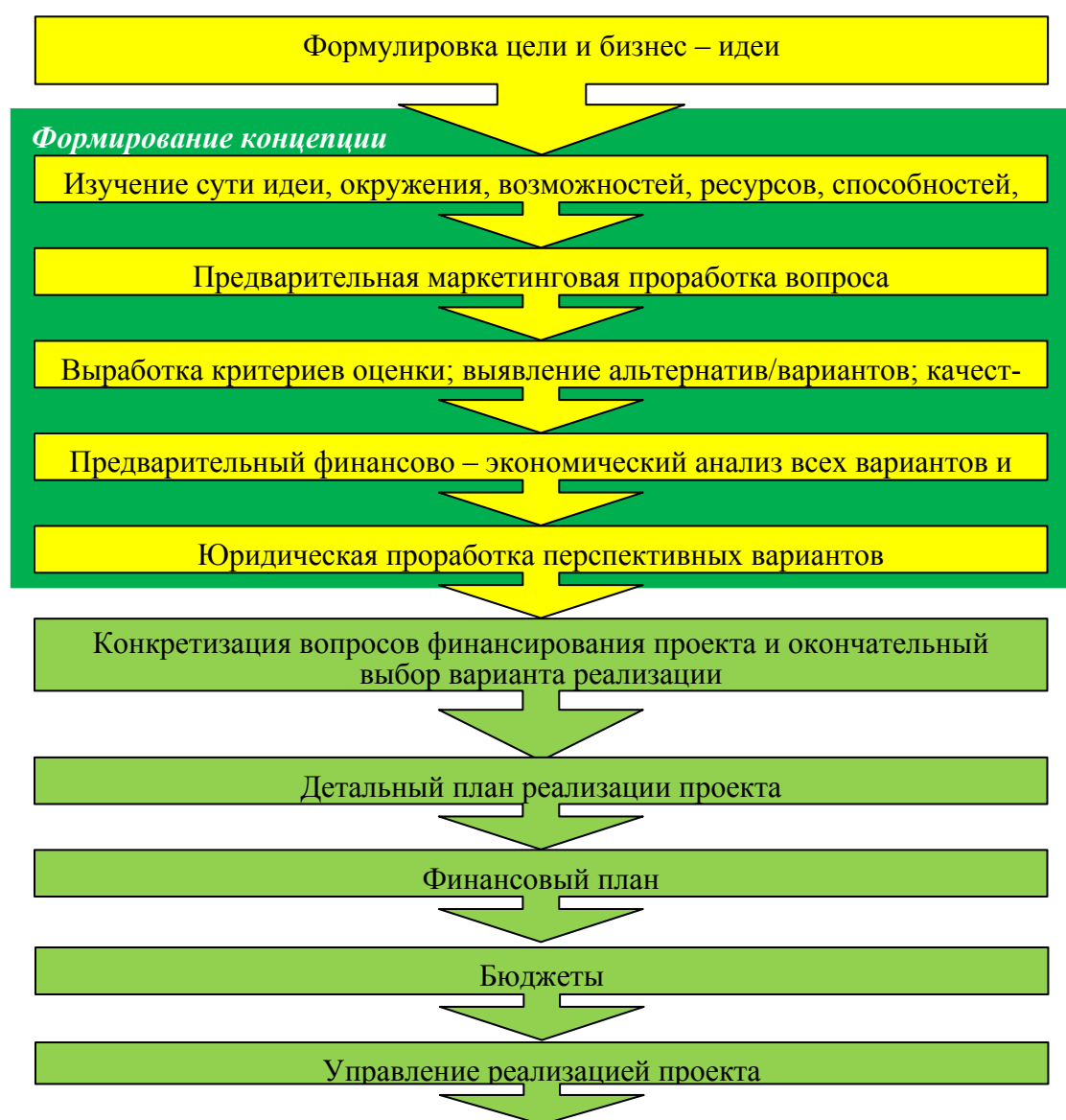


Рис. 1. Порядок разработки инвестиционного проекта

Программа PROJECT EXPERT, функциональные возможности:

Программа построена на современных подходах по расчету и анализу инвестиционных проектов, в основе которых лежат принципы международного стандарта бухгалтерского учета. Расчеты показателей эффективности инвестиций осуществляются на основе имитационной модели денежных потоков. Что касается описания инвестиционной и операционной деятельности, то тут программа представляет пользователю широчайшие возможности — календарный план, который, несомненно, надо отнести к достоинствам данной программы, программа продаж каждого вида продукции с учетом сезонности, условий поставок и оплаты; программа производства подробно позволяет описать объем выпускаемой продукции, нормы расхода каждого вида сырья на единицу продукции, описать приобретение материальных ресурсов, учет затрат на персонал и общие издержки производства.

Очень подробно описана финансовая деятельность, включающая в себя формирование акционерного капитала и привлечение заемных средств, причем надо отметить, возможность оптимизации подбора размера заемных средств в зависимости от остатка денежных средств на счете. Имеется возможность управления собственным капиталом посредством инвестиционных вложений — размещения временно свободных денежных средств в альтернативные проекты, которое также может быть оптимизировано. Распределение прибыли и налоговые льготы позволяют определить доходность акций и корректно рассчитать налогооблагаемую базу. Особо следует выделить появление в последней версии возможности создания структуры предприятия, распределения по ним видов продукции и производственных издержек.

Определенным недостатком программы можно считать отсутствие возможности создавать варианты проекта на любой стадии его разработки и проводить сравнительный анализ по всему набору показателей, имеющихся в программе. Программа отличается большой гибкостью при описании параметров проекта. Горизонт расчета проекта может достигать 100 лет с шагом расчета 1 месяц. Для каждого из 16000 возможных видов продукции программа позволяет составлять детальный план продаж с учетом различных условий оплаты.

Экономическое окружение включает стандартный набор показателей — курс основной и дополнительной валюты, дифференцированная инфляция по различным видам доходов и затрат, учетные ставки по заемным средствам, налоговое окружение, позволяющее создавать новые налоги с учетом выбранной налогооблагаемой базы. Однако, к сожалению, нет классификации налогов по способу отнесению их на продукцию, себестоимость или финансовые результаты, что соответствует принципам отечественного бухгалтерского учета. Аналитическая часть программы представлена подробным перечнем показателей эффективности, который по сравнению с предыдущими версиями дополнен новыми показателями, например модифицированная норма доходности и длительность, которые могут быть использованы при определенных схемах реализации проекта. Ставка дисконтирования, как и во всех рассматриваемых программах, задается интегрировано на весь проект. Тридцать финансовых показателей, рассчитанных на основе рассчитываемых форм баланса и отчета о прибылях и убытках, на мой взгляд, недостаточно для полной оценки прогнозируемого финансового состояния предприятия. Практически полностью отсутствует анализ операционной деятельности, что затрудняет использование программ для постановки управленческого учета. Несомненным достоинством программы является возможность определения доходности подразделений, при условии формирования структуры предприятия. К достоинствам анализа можно отнести расчет точки безубыточности по каждому виду продукции, что для многономенклатурного производства является очень важно. Особо хочется остановиться на появлении в последней версии статистического метода анализа Монте – Карло, который, несомненно, очень привлекателен с математической точки зрения и служит в этом плане хорошим «бантиком» программы, но представляется весьма сомнительным его применение в реальной ситуации планирования деятельности отечественного предприятия. Очевидно, что введение этого способа анализа предназначено, в первую очередь, для стран со стабильной экономикой и законодательством. Оценивая аналитические возможности программы в целом, можно сказать,

что они оставляют желать много лучшего. Несомненным достоинством программы является прекрасный генератор отчетов для формирования результатов по проекту. Стоит выделить четкую структуру бизнес – плана с подробным текстовым описанием всех этапов разработки проекта. Программа позволяет составлять отчет на нескольких иностранных языках. В программе документы формируются в соответствии с зарубежными требованиями, и как отмечалось, несколько упрощены.

Эксплуатационные и технические характеристики

Программа работает под Windows 95, 98, NT и является самостоятельной программой, не требующей для своей работы запуска вспомогательных приложений. Программа обеспечивает передачу отчетов в MS Word, возможность копирования итоговых таблиц в MS Excel и другие электронные таблицы. В последней версии появилась возможность формирования документов в формате HTML для публикации отчетов в Интернет. Сетевой вариант программы позволяет работать над проектом нескольким пользователям. Требования к аппаратному обеспечению достаточно непритязательны.

Интерфейс

Программу отличает тщательно продуманный интерфейс, который сегодня, несомненно, выгодно отличается от всех других программ. Ввод данных осуществляется вручную во всех блоках программ, хотя имеется ряд функций позволяющих автоматизировать ввод данных по периодам. Следует отметить наличие графических способов ввода данных, что делает эту операцию менее утомительной. Множество модальных окон, в которые вводится информация и отсутствие многооконого режима, затрудняет работу с программой так дополнительно требуется пересчет после внесения каждого изменения. Определенным недостатком является отсутствие какого либо предупреждения пользователю о некорректно внесенной информации или иной ошибке. Программа могла бы, на мой взгляд, иметь более привлекательный графический пакет, который не позволяет достаточно наглядно представлять полученные результаты. Однако графическая информация может быть получена по любой строке во всех таблицах программы.

«Закрытость» пакета

Программа относится к классу так называемых «закрытых» программ и является наиболее типичным ее представителем. Проследить алгоритм расчета выходных таблиц и показателей практически невозможно, так как ввод данных осуществляется во множестве вложенных таблиц и окон, многие из которых являются модальными и, естественно, не позволяют одновременно работать с несколькими окнами. Однако надо сказать, что к программе имеется очень хорошее руководство пользователя, в котором подробно изложена техника работы с программой и описана методика расчета всех показателей. Кроме того, имеется возможность формирования собственных расчетных таблиц пользователя, и, затем, подставлять их с помощью имеющихся в каждом модуле возможностей подключения созданных пользователем формул и таблиц в расчетные модули (таким образом можно заменить все имеющие расчетные части программ на собственные, что позволяет говорить о частичной открытости программы).

«Стоимостное» содержание программ

Несетевая версия программы стоит \$ 1700 с учетом НДС. Для последующего анализа с другими программами здесь необходимо указать цену на другую программу фирмы, о которой упоминалось выше — это. Это программа предназначена для проведения финансового анализа и составляет вместе с основной программой многофункциональный комплекс для решения всех задач инвестиционного проектирования. Цена «Audit Expert Professional» — \$ 500. Оценивая «Project Expert» по показателю «функциональные характеристики/цена» данную программу можно оценить как достаточно привлекательную.

Возможности аналитической системы Project Expert

Project Expert 7 — это система для разработки бизнес – планов и анализа инвестиционных проектов. Project Expert позволяет:

1. Проанализировать различные варианты финансовой модели инвестиционных проектов. При этом можно оценить запас прочности бизнеса с учетом рисков изменения важнейших параметров проекта. Система также позволяет оценить, как исполнение проекта повлияет на эффективность деятельности предприятия, рассчитать показатели эффективности как для проекта, так и для группы проектов, финансируемых из общего бюджета.

2. Создать бизнес – план, соответствующий российским и международным стандартам на различных языках, определить для каждого из участников экономический эффект от реализации проекта и эффективность их инвестиций. В основу Project Expert положены методика UNIDO по оценке инвестиционных проектов и методика финансового анализа, определенная международными стандартами IAS. В то же время в Project Expert учитывается специфика российской экономики. Система рекомендована к использованию госструктурами федерального и регионального уровня как стандартный инструмент для разработки планов развития предприятия.

3. Разработать схему финансирования проектов развития предприятия с учетом будущих потребностей в денежных средствах на основе прогноза движения денежных средств на всем периоде планирования, выбрать источники и условия привлечения средств, оценить возможные графики возврата кредита. В системе заложена возможность спроектировать структуру капитала предприятия и оценить стоимость бизнеса.

4. Проанализировать планируемую структуру затрат и прибыльность отдельных подразделений и видов продукции, определить минимальный объем выпуска продукции и предельные издержки, подобрать производственную программу и оборудование, схемы закупок и варианты сбыта.

5. Проконтролировать выполнение проектов, сравнивая их плановые и фактические показатели, а также учесть изменения, вносимые в проекты в ходе реализации.

Результаты моделирования деятельности по реализации инвестиционных и инновационных проектов отражаются в финансовых отчетах, таблицах и графиках. Эти материалы вместе с пояснительным текстом входят в бизнес – план, подготовку которого обеспечивает Project Expert 7.

Наиболее важная информация содержится в итоговых таблицах, получаемых в результате расчета проекта:

- ✓ отчет о прибылях и убытках;
- ✓ отчет о движении денежных средств;
- ✓ баланс предприятия;
- ✓ отчет об использовании прибыли.

Эти отчеты отражают состояние денежных средств, активов и пассивов предприятия в процессе реализации проекта. Информация в таблицах представлена в те интервалы времени, которые соответствуют выбранному масштабу: месяц, квартал, год.

Следует заметить, что информация, представленная в итоговых таблицах, содержит развернутый во времени прогноз финансового положения предприятия. Этот прогноз получается в результате расчета имитационной модели, сформированной на основе исходных данных о проекте. Таким образом, результаты, представленные в таблицах, полностью определяются содержанием исходных данных. Форма представления данных в финансовых отчетах соответствует международным стандартам бухгалтерского учета (International Accounting Standards, сокращенно, IAS). Такая форма понятна для зарубежных инвесторов и распространена в настоящее время в практике российских предприятий и финансовых учреждений.

Возможности линейки программных модулей Expert Systems

Project Expert позволяет моделировать деятельность предприятий различных масштабов – от небольшого частного предприятия до холдинговых структур в зависимости от выбранной версии программного продукта:

1. Project Expert Professional (PE Prof) ориентирована на средние и крупные предприятия, позволяет проанализировать целесообразность открытия новых направлений бизнеса и

альтернативные сценарии развития, определить эффективность вложений с использованием инструментария по оценке стоимости бизнеса. Система обеспечивает контроль хода выполнения проектов. С использованием PE Prof оценивается эффективность реализации группы инвестиционных проектов.

2. Pic Holding (модификация Project Expert Professional) предназначена для группы диверсифицированных предприятий, реализующих спектр проектов. Программа позволяет создать систему финансового управления холдинговой компанией: одно из предприятий распределяет финансовые ресурсы, необходимые для выполнения проектов. Pic Holding ориентирована также на кредитные отделы банков и инвестиционных компаний и позволяет рационально организовать их работу. Программа помогает выбрать наиболее эффективное сочетание финансируемых одновременно проектов, обеспечить контроль их выполнения, своевременно принять решение о прекращении финансирования.

3. Project Expert Lite (PE Lite) — для малого предприятия. Система позволяет быстро разработать отвечающий международным стандартам бизнес – план для предоставления в банк и получения кредита.

4. Project Expert Standard (PE Standard) — для отделов планирования и развития небольших предприятий. Позволяет группе пользователей финансовой службы предприятия спланировать развитие бизнеса, оценить его «запас прочности», а также риски и неопределенности.

5. Project Expert Tutorial (PE Tutor) — учебная версия программы, созданная на базе PIC Holding. Представляет собой обучающий тренажер по инвестиционному проектированию и бизнес – планированию для студентов, изучающих экономику. Обладает всеми функциональными возможностями PIC Holding, за исключением экспорта данных в форматы Word, Excel, HTML, файлы txt, dbf.

6. Программа What – If анализ предназначена для создания и анализа проектов, разработанных с помощью программы Project Expert 7. Программа What – If анализ может применяться в следующих случаях.

В качестве базового варианта выбирается какой – либо существующий проект. После этого создается необходимое количество копий, для каждой из которых описываются варьируемые параметры и диапазон их изменений.

Можно сравнивать показатели разных проектов. Необходимо только, чтобы они имели одинаковую длительность и валюты.

В обоих случаях программа What – If анализ выполняет расчет показателей эффективности и отображает результаты сравнительного анализа на графиках и в отчетах.

Project Integrator В зависимости от величины и структуры компании, ее экономическая деятельность может проводиться путем реализации не одного, а нескольких направлений, финансируемых из общего бюджета. В этом случае, представляет интерес совместный анализ всех реализуемых компанией проектов. При использовании широких хозяйственно – экономических связей и кооперации может возникнуть необходимость совместного анализа группы проектов разных компаний, связанных по каким – либо критериям. Работой по объединению проектов занимается отдельное приложение — Project Integrator, входящее в состав системы Project Expert 7. Эта программа запускается из группы приложений Windows «Project Expert 7». Таким образом, программный продукт Project Expert отвечает большинству требований к системам бизнес – анализа инвестиционных и инновационных проектов. Структура модулей выполнена в соответствии с предметной областью, с интуитивно понятными элементами для ввода исходных данных для расчетов и анализа.

Финансовая отчетность

Существуют три основных документа, позволяющих планировать, анализировать и контролировать деятельность предприятия:

1. Отчет прибылях и убытках (Income Statement).
2. Баланс (Balance Sheet).

3. Отчет о движении денежных средств (Cash Flow).

Эффективность инвестиций

Одним из главных инструментов анализа инвестиционного проекта являются показатели эффективности инвестиций.

Главной задачей показателей эффективности инвестиций является оценка привлекательности проекта, которая должна служить основанием для принятия окончательного решения о том стоит ли его реализовывать и, в частности, финансировать.

Для расчета показателей эффективности проекта все денежные потоки группируются в два основных потока: инвестиции и чистые поступления.

Под инвестициями могут пониматься не только затраты на капитальные вложения, но также вложения в оборотный капитал компании, выраженные в виде любых платежей. Поэтому для выделения инвестиционных затрат нельзя использовать только денежные потоки от инвестиционной деятельности. С учетом этого, поток инвестиций определяется как график потребности в капитале для реализации проекта. Этот график получается из кэш – фло проекта, после исключения из него всех платежей, связанных с финансированием (поступления от кредитов, продажи акций, обслуживание долга и т.п.).

Необходимо обратить внимание на то, что, хотя объем инвестиций совпадает с величиной привлеченных для реализации проекта средств, эти два понятия не тождественны, так как графики привлечения средств и инвестирования их в проект обычно не совпадают, а, с учетом дисконтирования, это приведет к разным суммам.

График инвестиций определяется следующим образом:

1. Вычисляется баланс наличности на конец каждого расчетного периода.
2. Первая полученная сумма дефицита полностью считается инвестиционными затратами. В дальнейшем, инвестиционными затратами считается не вся сумма дефицита, а только его прирост относительно максимального дефицита предыдущих периодов.
3. Под чистыми поступлениями понимается поток поступающих денежных средств за вычетом тех сумм, которые требуются на покрытие инвестиционных затрат. Определяемые таким образом начальные инвестиции и чистые поступления используются при расчете показателей эффективности и обозначаются, соответственно, Investments и CF.

При расчете показателей эффективности, денежные потоки, связанные с финансированием проекта, исключаются из рассмотрения. Не учитываются платежи, связанные с получением и возвратом кредитов, поступлениями от продажи акций, выплатами дивидендов и процентов за кредит. Это объясняется тем, что инвестиционная привлекательность проекта определяется его способностью генерировать денежные потоки. Для оценки этих свойств необходимо исключить влияние условий финансирования. Анализ схемы финансирования выполняется отдельно.

При расчете показателей эффективности денежные потоки дисконтируются. Тем самым учитывается изменение стоимости денег с течением времени. Ставка дисконтирования играет роль фактора, обобщенно характеризующего влияние макроэкономической среды и конъюнктуру финансового рынка. Ставка дисконтирования является параметром, который позволяет сравнить проект с альтернативными возможностями вложения денег. В качестве такой альтернативы обычно рассматриваются банковские депозиты или вложения в государственные ценные бумаги. Ставка дисконтирования оказывает влияние только на расчет показателей эффективности. Содержание кэш – фло и других финансовых отчетов не зависит от ставки дисконтирования.

Наиболее часто используемые в инвестиционном анализе коэффициенты:

- ✓ чистый приведенный доход (NPV);
- ✓ срок окупаемости (PBP);
- ✓ индекс прибыльности (PI);
- ✓ внутренняя норма рентабельности (IRR);
- ✓ модифицированная внутренняя норма рентабельности (MIRR).

Чистый дисконтированный (приведенный) доход — *Net Present Value (NPV)*

Чистый приведенный доход представляет собой оценку сегодняшней стоимости потока будущего дохода и равна приведенной стоимости будущих поступлений, дисконтированных с помощью соответствующей процентной ставки, за вычетом приведенной стоимости затрат.

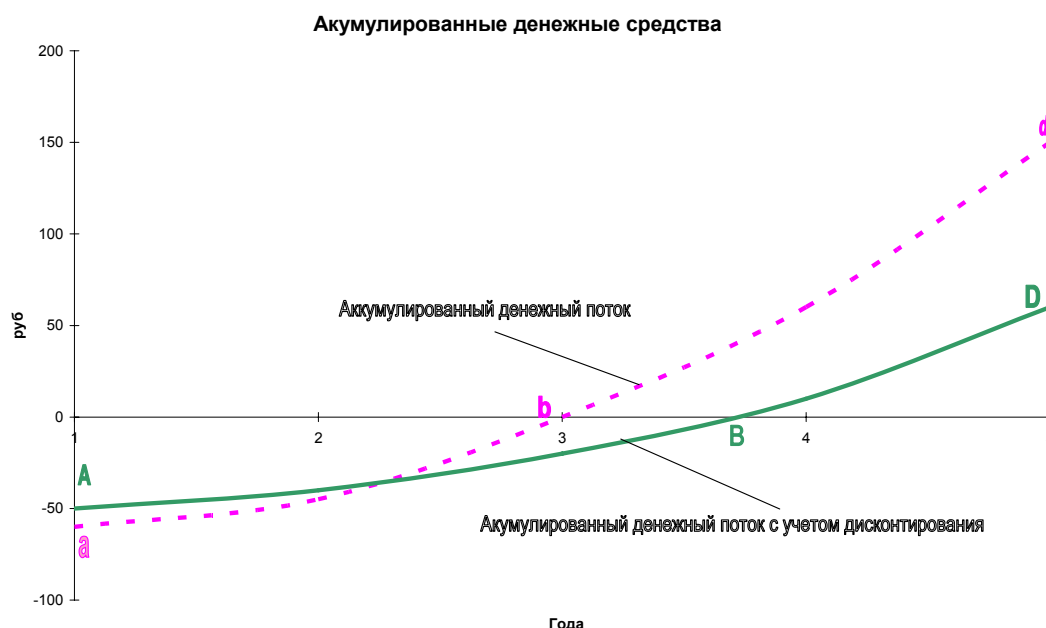


Рис. 2. График движения денежных средств

А — максимальный денежный отток; В — в данной точке значение аккумулированного денежного потока с учетом дисконтирования равно нулю, что фактически соответствует сроку окупаемости; С — данная точка обозначает дату окончания проекта и обозначает соответствующее значение чистого приведенного дохода (NPV).

Показатель NPV представляет абсолютную величину дохода от реализации проекта с учетом ожидаемого изменения стоимости денег. Обязательное условие реализации проекта: чистый приведенный доход должен быть неотрицательным.

Если чистый приведенный доход проекта на заданном интервале времени — величина положительная, то финансовое решение может быть принято. Если оба проекта независимы и имеют положительную чистую текущую стоимость, то могут быть приняты оба. Если выбирается наиболее привлекательный по этому показателю проект, то принимается проект с большим NPV. Логика рассмотрения критерия ясна: если чистый дисконтированный доход равен нулю, то генерируемого проектом денежного оттока достаточно для возмещения вложенного капитала, для обеспечения необходимой отдачи на вложенный капитал. Если NPV положительный, то проект генерирует прибыль, которая принадлежит акционерам, и цена фирмы, на которой реализуется проект, возрастает.

С учетом достоинств и недостатков NPV (Табл.) не может служить универсальным показателем эффективности проекта и необходимо дополнить NPV расчетом других показателей. *Срок окупаемости — Payback Period (PB)*

Срок окупаемости проекта — это время выхода аккумулированного денежного потока из зоны отрицательных значений, т.е. момент, когда денежный поток обращается в ноль.

Период окупаемости, PB (Payback period) — это время, требуемое для покрытия начальных инвестиций за счет чистого денежного потока, генерируемого инвестиционным проектом. Дисконтированный период окупаемости, DPB (Discounted payback period) рассчитывается аналогично PB, однако, в этом случае чистый денежный поток дисконтируется.

Таблица.

Достоинства и недостатки NPV

Достоинства:	Недостатки:
является абсолютным	трудно и даже невозможно нормировать
учитывает масштабы инвестирования	не показывает, какими инвестиционными усилиями достигнут результат
учитывает реальную стоимость денег	не показывает инвестору период возврата вложенных средств

Период окупаемости РВ на графике Аккумулированного денежного потока рис. 2 обозначен буквой *b*, а дисконтированный период окупаемости (DPB) на графике Аккумулированного денежного потока с учетом дисконтирования рис. 2 обозначен точкой В.

Внутренняя норма рентабельности — Internal Rate of Return (IRR)

Показатель “Внутренняя норма рентабельности” иногда называют — коэффициент рентабельности инвестиций, который рассчитывается путем определения ставки дисконтирования, при которой чистый приведенный доход обращается в ноль. Значение внутреннего коэффициента рентабельности, при котором проект можно считать привлекательным, должно превышать условную стоимость капитала инвестора, например, ставку по долгосрочным банковским кредитам. Обычно минимально допустимое значение внутреннего коэффициента рентабельности принимается более высоким, чем стоимость капитала, на некоторую величину с учетом риска проекта. Проект считается приемлемым, если рассчитанное значение IRR не ниже требуемой нормы рентабельности, которая определяется инвестиционной политикой компании.

Индекс прибыльности — Profitability Index (PI)

Индекс прибыльности — критерий оценки инвестиционного проекта, определяемый как частное от деления суммарного чистого денежного потока на величину первоначальных инвестиций. Индекс прибыльности является одним из показателей, на основании которого производят сравнение различных проектов и принимают решение о финансировании.

Показатель PI демонстрирует относительную величину доходности проекта. Он определяет сумму прибыли на единицу инвестированных средств. Обязательное условие реализации проекта: индекс прибыльности должен быть больше 1.

Модифицированная внутренняя норма рентабельности — Modified Internal Rate of Return (MIRR)

Если при расчетах внутренней нормы рентабельности предусмотрено реинвестирование текущих поступлений в проект, то мы получим «модифицированную внутреннюю норму рентабельности».

MIRR показывает, при каком проценте доходности (исчисляемый по сложной схеме) банковского депозита вложение первоначального капитала в банк привело в конце горизонта расчета к точно такому же эффекту, который ожидается от вложения капитала в проект и размещения образующихся свободных денежных средств на банковский депозит.

Результатом бизнес – анализа инновационных и инвестиционных проектов будет разработка бизнес – плана.

Планирование — это прогноз в условиях неопределенности. В процессе планирования происходит согласование ресурсов и целей фирмы.

Бизнес – план в системе планирования предприятия — это важнейшая часть стратегического планирования и управления.

Бизнес – план — это документ, описывающий цели и задачи будущей коммерческой деятельности фирмы или реализации отдельного проекта, а также стратегию их достижения.

Бизнес – план — это инструмент технического, экономического, финансового и управленческого обоснования проекта, включая взаимоотношения с инвесторами и другими заинтересованными сторонами.

Цель бизнес–плана — убедительно показать, каким образом идея предпринимателя и деньги инвестора превратятся в ещё большие деньги инвестора (рис. 3).

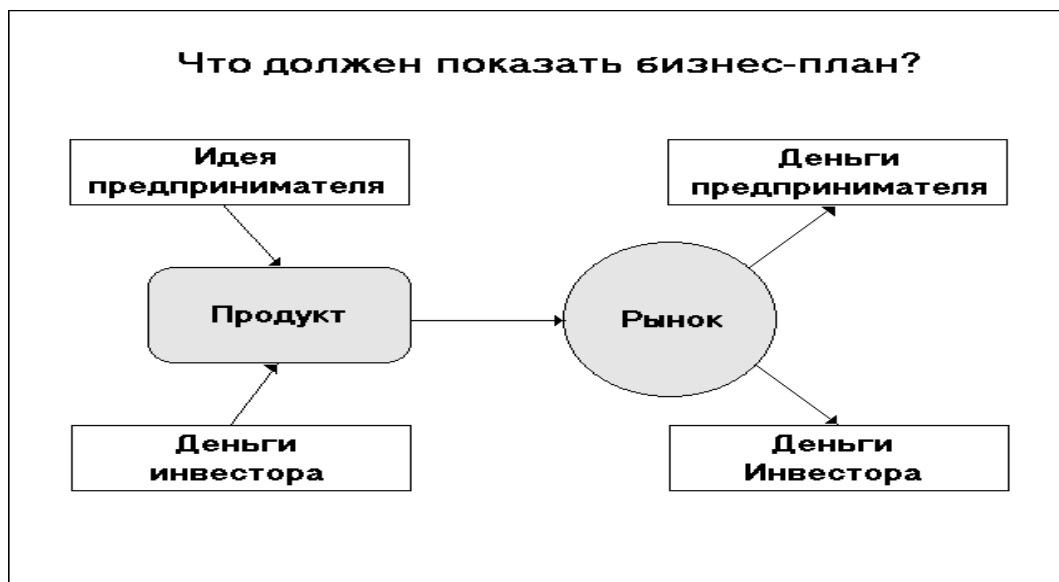


Рис. 3. Демонстрации бизнес – план

Зачем нужен бизнес – план? На основе бизнес – плана принимается решение о финансировании коммерческого проекта, опираясь на финансово — экономические оценки его привлекательности и на выводы из технико – экономического обоснования.

Основные цели бизнес – плана:

- ✓ продемонстрировать выгодность предлагаемого проекта;
- ✓ показать возможности развития производства;
- ✓ представить программу осуществления целей и задач коммерческой деятельности;
- ✓ привлечь инвесторов и финансовых партнеров.

Бизнес – план пережил эволюцию. Если раньше он использовался только как инструмент для привлечения инвестиций, то сегодня — ещё и как каркас корпоративного планирования и управления.

Бизнес – план — это системное планирование всех сторон деятельности проекта, компании или ее отдельного дивизиона.

Устойчивость проекта к факторным неопределенностям, анализ безубыточности, сценарный анализ, статистический анализ

Одной из задач анализа проекта является определение чувствительности показателей эффективности к изменениям различных параметров. Чем шире диапазон параметров, в котором показатели эффективности остаются в пределах приемлемых значений, тем выше "запас прочности" проекта, тем лучше он защищен от колебаний различных факторов, оказывающих влияние на результаты реализации проекта.

Исследование чувствительности показателей эффективности к изменению ставки дисконтирования позволяет определить устойчивость проекта по отношению к колебаниям конъюнктуры финансового рынка и возможным изменениям макроэкономических условий деятельности. К другим параметрам, по которым анализируется чувствительности показателей эффективности относятся:

- ✓ уровень инфляции;

- ✓ ставки налогов;
- ✓ объем инвестиций;
- ✓ объем сбыта;
- ✓ цена сбыта;
- ✓ задержки платежей;
- ✓ потери при продажах;
- ✓ прямые издержки;
- ✓ отсрочка оплаты прямых издержек;
- ✓ общие издержки;
- ✓ зарплата персонала;
- ✓ ставки по депозитам;
- ✓ ставки по кредитам.

Безубыточность является обязательным условием для реализации всех коммерческих проектов. Задачами сценарного анализа является выбор наилучшего сценария развития событий по реализации проекта, либо наилучшего из рассматриваемых проектов. Для задач *сценарного анализа* в качестве базового варианта выбирается какой – либо существующий проект. После этого создается необходимое количество копий, для каждой из которых описываются варьируемые параметры и диапазон их изменений. Выбирается сценарий с лучшими показателями эффективности инвестиционного проекта.

Можно сравнивать показатели разных проектов и выбирать лучшие проекты. Созданный проект является, в сущности, прогнозом, который показывает, что при определенных значениях исходных данных могут быть получены расчетные показатели эффективности хозяйственной деятельности. Однако, строить свои планы на таком, жестко заданном прогнозе несколько рискованно, поскольку даже незначительное изменение исходных данных может привести к совершенно неожиданным результатам. Ведь успех реализации проекта зависит от множества переменных величин, которые вводятся в описание в качестве исходных данных, но в действительности, не являются полностью контролируемыми параметрами.

В бизнес – план обычно включают три сценария:

- ✓ оптимистический;
- ✓ пессимистический;
- ✓ наиболее вероятный (консервативный).

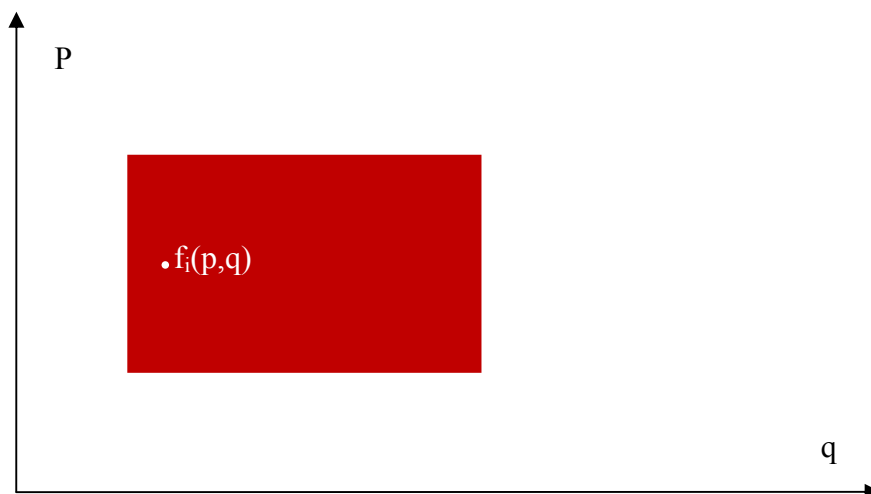
За консервативный план обычно принимают план без учета факторов риска. За пессимистический — с учетом влияния рисков. За оптимистический — с учетом обратной функции риска с поправкой на маркетинговый план.

К числу таких параметров относятся следующие показатели: объем сбыта, цена продукции, суммы издержек, величина налогов, уровень инфляции и др. Все эти величины можно рассматривать как случайные факторы, оказывающие влияние на результат проекта. Цель статистического анализа состоит в определении степени воздействия случайных факторов на показатели эффективности проекта.

Статистический анализ

Допустим, мы определили, какие именно данные следует признать неопределенными (на рисунке 14 — p и q), а также установили диапазон значений, в пределах которого они могут изменяться случайным образом (на рисунке 14 в рамках прямоугольника). Если речь идет, например, о двух параметрах, это означает, что определена область значений исходных данных, имеющая форму прямоугольника (рис. 4). Для трех переменных эта область представляет собой параллелепипед, а для L переменных — L -мерный параллелепипед. В любом случае, совокупность исходных данных, от которых зависит судьба проекта, отображается точкой, лежащей внутри выделенной области. Таких точек великое множество, поэтому выполнить расчет проекта для каждой из них невозможно. Тем не менее, необходимо определить, какое воздействие оказывает неопределенность исходных данных на поведение модели. Эта задача решается с помощью метода Монте – Карло.

Рис. 4. Графическая иллюстрация изменения параметров в методе Монте – Карло



Анализ статистических данных — это творческий процесс, который сложно регламентировать. Поэтому можно привести только некоторые рекомендации, которые будут полезны на начальном этапе. Необходимо обратить

внимание на результат расчета устойчивости проекта. Если он близок к 90 – 100%, значит велика вероятность того, что проект может быть доведен до завершения. В противном случае, возрастает риск возникновения дефицита средств.

Однако хороший показатель устойчивости еще не гарантирует качество инвестиционных критериев, поэтому следует рассмотреть средние значения показателей эффективности. Удовлетворительные средние значения позволяют надеяться на то, что большинство расчетов дает приемлемые результаты. Однако, это верно только с некоторыми оговорками.

Для окончательных выводов необходимо учитывать также "разброс" результатов расчета, то есть параметр неопределенности. Если хорошее среднее получено в широком диапазоне значений, то каждый отдельный показатель может быть очень далек от оптимального значения. Другими словами, чем больше неопределенность, тем больше риск. Практически, приемлемым отклонением можно считать величины в пределах 20% от среднего значения.

Потребность в капитале определяется на основании данных, отображаемых в «Отчете о движении денежных средств» («Кэш – фло»). Отрицательное значение остатка на расчетном счете в какой – либо период времени означает, что предприятие не располагает необходимой суммой денег для реализации проекта. В этой ситуации для осуществления задуманных планов необходимо обеспечить финансирование проекта из внешних источников. И с помощью этой программы можно подобрать эффективное и выгодное финансирование: будет это кредитование, акционерный капитал, аренда или лизинг.

Осторожность инвестора объясняется тем, что не все вложенные деньги приносят прибыль, всегда присутствует риск потерпеть неудачу.

Заключение

Для оценки инвестиционной привлекательности предприятий и эффективности предполагаемых инвестиций, как правило, требуется группа экспертов, обладающих специальными знаниями в различных областях экономики (маркетинг, финансовый и управленческий учет, инвестиции, налоговое планирование и т.д.). Такими кадрами обладают консалтинговые фирмы, которые оказывают такого рода услуги предприятиям. Однако стоимость этих услуг сегодня многим предприятиям недоступна.

Поэтому единственной возможностью, самостоятельно, рассчитать и проанализировать инвестиционный проект, провести анализ финансово – хозяйственной деятельности для оценки инвестиционной привлекательности своего предприятия, разработать стратегический план развития, с помощью собственных специалистов, является их обучение современным методам инвестиционного проектирования и использование специальных компьютерных программ, которые в той или иной степени помогают решить поставленные задачи. Основные требования, которые предъявляются к компьютерным программам такого класса:

✓ проводить ретроспективный анализ финансово – хозяйственной деятельности с целью оп-

- ределения наиболее слабых мест в деятельности различных подразделений предприятия;
- ✓ проводить расчет и всесторонний анализ бизнес – плана инвестиционного проекта;
 - ✓ подготавливать технико – экономическое обоснование кредита, в случае привлечения внешних источников финансирования;
 - ✓ оценивать влияние внешних факторов и внутренних параметров на общую эффективность проекта;
 - ✓ проводить сравнительную оценку для отбора наиболее перспективного варианта проекта;
 - ✓ быстро выполнять все рутинные вычислительные операции;
 - ✓ на основании расчета и анализа подготавливать документацию по проекту для представления ее потенциальному инвестору или кредитору.

Работа поддержана грантом РФФИ 07-06-12003

Литература

- [1] Аньшин В. М. Инвестиционный анализ. М. : Дело (2002)
- [2] Project Expert. Руководство пользователя. М. : Эксперт Системс (2004)
- [3] Климович В. П. Финансы, денежное обращение и кредит. М. : Форум–Инфра–М (2006)
- [4] Купцов М. М. Финансы, денежное обращение и кредит. М. : РИОР (2006)
- [5] Попов В. М. Бизнес – план инвестиционного проекта. М. : Финансы и статистика (2002)
- [6] Сухова Л. Ф., Чернова Н. А. Практикум по разработке бизнес – плана и финансовому состоянию предприятия. М. : Финансы и статистика (2002)
- [7] Жданчиков П. А. Как научиться строить бизнес – план в Project Expert. М. : NT Press, (2006)

Список Интернет – ресурсов

- [1] <http://www.expert-systems.com/rus/> – Project Expert
- [2] <http://www.finanalys.ru/?leaf=faprof.htm> – программы инвестиционного и финансового анализа
- [3] <http://www.pro-invest.com/> – Сайт ПРО–Инвест
- [4] http://www.greenst.ru/invest_analysis/products/ – Сайт с информацией о продуктах Аль–инвест
- [5] http://allsoft.in.ua/soft/project_expert_7standard.html – инвестиционный анализ
- [6] <http://www.cfin.ru/software/invest/kozlov.shtml> – Обзор программных продуктов для расчета инвестиционных проектов
- [7] <http://www.management.com.ua/finance/fin011-10.html> – учебник по инвестиционному анализу "Оценка эффективности инвестиционных проектов"
- [8] http://www.bizeducation.ru/library/fin/invest/invest_contents.htm – статьи об инвестиционном анализе

КОГЕРЕНТНОЕ И НЕКОГЕРЕНТНОЕ ФОТОННОЕ ЭХО И ПУТИ РЕШЕНИЯ НАУЧНО-ИННОВАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ПО СПЕКТРОСКОПИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

К. Р. Каримуллин

*Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского КазНЦ РАН
420029, Казань, ул. Сибирский тракт, 10/7
Казанский государственный университет
420008, Казань, ул. Кремлевская, 18
E-mail: qamil@inbox.ru*

1. Введение

Явление фотонного эха широко используется в исследовании вещества, а также в устройствах оптической обработки информации [1]. Развиваемая методика некогерентного фотонного эха [2], позволит реализовать фемтосекундное временное разрешение и исследовать быстропротекающие релаксационные процессы без применения дорогостоящей фемтосекундной техники. Важным дополнительным преимуществом развитой методики является «мягкий» режим освещения образца, когда вместо мощных световых импульсов фемтосекундной длительности, исследуемый образец возбуждается слабыми наносекундными импульсами. Последнее обстоятельство особенно важно для спектроскопии фотонного эха в биологических объектах [3]. Данная работа посвящена исследованию сверхбыстрой фазовой релаксации в примесной полимерной плёнке полиметилметакрилата с молекулами родамина-101 методом некогерентного фотонного эха, с целью дальнейшего применения разработанной методики для эхо – спектроскопии модельных сред — прототипов биологических объектов.

2. Явление фотонного эха и его применение для исследования вещества. Некогерентное фотонное эхо

Фотонное эхо [4,5] относится к широкому классу когерентных оптических переходных явлений, по существу, это отклик резонансной среды на последовательность возбуждающих (лазерных) импульсов, в условиях существования в этой среде фазовой памяти. Это явление можно считать аналогом спинового эха в оптическом диапазоне. В связи с этим, генерация сигналов фотонного эха сопровождается рядом особенностей: выполняются условия пространственного (фазового) и временного синхронизма, существует зависимость спектра эхосигнала от спектра возбуждающих импульсов (например, сигнал стимулированного (трёхимпульсного) эха — это свёртка второго импульса с корреляционной функцией первого и третьего импульсов). Подобные свойства позволяют реализовать различные преобразования спектров эхо – сигналов, осуществлять запись, хранение, считывание и обработку информации, например, в виде последовательности импульсов.

Фотонное эхо используется для изучения релаксационных процессов в конденсированных средах. Этот метод привлекателен для исследователей возможностью непосредственного измерения времени оптической фазовой дефазировки, T_2 (называемого также временем поперечной релаксации) и времени жизни возбуждённого состояния T_1 (называемого временем продольной релаксации). Эти два времени характеризуют процесс однородного уширения спектров в примесной системе при данной температуре: $\Gamma_{\text{одн}}(T) = 1/2\pi T_2(T) = 1/2\pi T_1 + 1/\pi T_2^*(T)$, где время T_2^* , определяется быстрыми динамическими процессами в среде и называется временем чистой фазовой релаксации. Кроме того, фотонное эхо позволяет исследовать процессы спектральной диффузии.

Низкотемпературная спектроскопия фотонного эха, реализующая исследования примесных кристаллов, достаточно хорошо развита; существуют методики первичного, стимулированного, долгоживущего, аккумулированного эха, модуляционная спектроскопия, метод

многоимпульсных последовательностей и другие методики. Стандартный эхо – спектрометр обладает наносекундным временным разрешением (см., например, [6]). В результате создания коммерческих фемтосекундных лазеров появилась возможность реализовать фемтосекундную эхо – спектроскопию, с помощью которой начались многоплановые исследования динамики примесных сред и жидкостей при комнатной температуре. Вместе с тем, фемтосекундный лазер на сегодняшний день представляет собой весьма дорогостоящий и громоздкий комплекс аппаратуры.

При исследованиях методом фотонного эха, временное разрешение определяется в общем случае не длительностью возбуждающих импульсов, а временем когерентности излучения источника (то есть обратной шириной спектра его излучения). Используя широкополосные источники, можно реализовать субпикосекундное временное разрешение. Фотонное эхо с широкополосным источником получило название некогерентного фотонного эха. Это явление находит широкое применение для исследования внутренней динамики аморфных примесных сред. Методика некогерентной фотонной эхо – спектроскопии позволила исследовать релаксационные процессы в неупорядоченных средах в фемтосекундном диапазоне длительностей, используя стандартную экспериментальную технику когерентной спектроскопии (см., например, [7,8]).

В традиционной схеме возбуждения ФЭ разность фаз импульсов на входе в образец оказывается заданной и стабильной, а сами импульсы являются взаимно когерентными. В случае возбуждения эхо-сигнала двумя независимыми импульсными источниками широкополосного света, такая взаимная когерентность отсутствует, но, тем не менее, фотонное эхо наблюдается [2]. Согласно общепризнанной модели некогерентного фотонного эха [9, 10], каждый широкополосный импульс можно “разбить” на последовательность независимых ультракоротких импульсов, длительность которых равна времени когерентности излучения τ_c . Поскольку число независимых подимпульсов велико, а индивидуальные задержки τ между ними совпадают, этот порядок аналогичен возбуждению аккумулированного фотонного эха [11]. Все остальные пары подимпульсов также приводят к генерации эхо-сигналов, однако, из-за того, что временные интервалы для них случайные, они дают вклад в суммарный эхо – сигнал, не зависящий от времени задержки и проявляющийся в эксперименте в виде некогерентного фона. В итоге, при возбуждении среды импульсами некогерентного излучения, при условиях сохранения временного интервала между импульсами, резонансная среда высвечивает сигналы фотонного эха.

3. Сверхбыстрая дефазировка в полиметилметакрилате с примесью красителя родамин-101

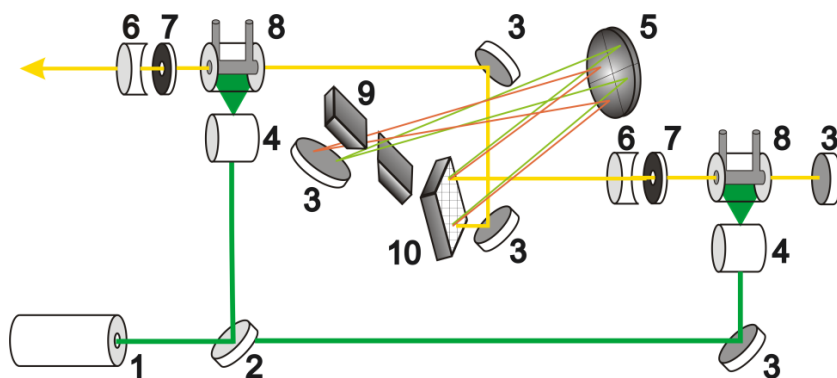
Уникальная экспериментальная установка, позволяющая не только наблюдать, но и активно использовать явление некогерентного фотонного эха для многоплановых научных исследований была создана в отделе молекулярной спектроскопии института спектроскопии РАН (ИСАН, г. Троицк) [12].

Основным элементом установки является широкополосный шумовой лазер (рис. 1). Это лазер на красителе с поперечной накачкой второй гармоникой Nd^{3+} :YAG-лазера, построенный по безрезонаторной схеме. Его спектр излучения определяется спектром люминесценции используемого красителя и не имеет модовой структуры. Флуоресценция красителя, отраженная от зеркала и ограниченная диафрагмой, проходит через телескоп и попадает на дифракционную решетку. Здесь происходит дисперсионное расширение пучка, который затем направляется на сферическое зеркало и отражается им на щель. Здесь же из широкополосного лазерного излучения «вырезается» область спектра нужной ширины. Прошедшее через щель излучение отражается от плоского зеркала и выводится из системы посредством фракционной решетки и зеркал. В следующем каскаде лазера на красителе происходит усиление спектрально ограниченного широкополосного лазерного импульса. Изменяя ширину

щели, можно задать спектральную ширину выходного излучения. Шумовой лазер генерирует импульсы с регулируемой шириной, длительностью 15 нс и энергией в импульсе до 2 мДж.

Рис. 1. Блок – схема некогерентного лазера

1 — Nd:YAG-лазер (2-я гармоника), 2 — полупрозрачное зеркало, 3 — глухие зеркала, 4 — цилиндрические линзы, 5 — сферическое зеркало, 6 — телескопы, 7 — диафрагмы, 8 — кюветы с красителем, 9 — щель («ножи»), 10 — дифракционная решётка



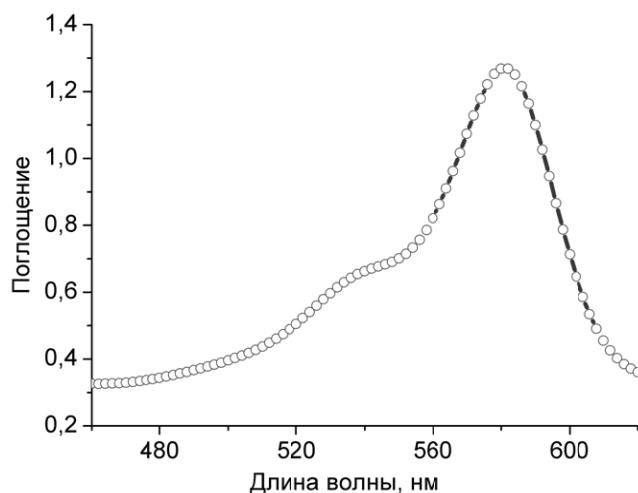
Методика измерения времени фазовой релаксации на основе анализа сигналов двухимпульсного и трёхимпульсного эха изложена в работах [13,14]. Она основывается на одновременной регистрации сигналов самодифракции, излучаемых резонансной примесной средой при одновременном её возбуждении (двумя или тремя) лазерными импульсами. Изучая зависимость этих сигналов от временного интервала между импульсами, получают информацию о времени фазовой релаксации в образце.

Оптическая схема установки состоит из трёх оптических линий временных задержек, предназначенных для формирования последовательности возбуждающих лазерных импульсов. Задержка между первым и вторым импульсами τ_{12} регулируется путем изменения оптической длины в первом канале; второй канал с фиксированной длиной. Прецизионный механизм, снабженный шаговым двигателем, позволяет регулировать величину τ_{12} в пределах 6 пс, с шагом кратным 5,6 фс. Для настройки системы и проведения дополнительных измерений служит третий (калибровочный) канал. Нормировка интенсивности по сигналам калибровочного эха позволяет значительно компенсировать флуктуации мощности лазера. Такой способ нормировки даёт значительно более воспроизводимые сигналы (особенно в случае сигналов с низкой интенсивностью), чем нормировка по измеренной величине энергии лазерных импульсов. Задержка калибровочного импульса подбирается поворотом микрометрического винта и меняется в пределах сотен фемтосекунд. Введением дополнительных диафрагм удаётся подавить значительную часть рассеянного излучения и защитить систему регистрации от засветки возбуждающими импульсами.

Проблема выделения полезного сигнала была решена созданием специальной системы регистрации. Она представляет собой автоматизированный многоканальный измерительный комплекс, позволяющий управлять линиями временных задержек и стробированием матрицы фотоприемников, регистрировать сигналы прямого, обратного, калибровочного фотонного эха, а также сигнал шумового лазера, помимо этого система производит обработку экспериментальных результатов (нормировку, калибровку и интерпретацию массива экспериментальных данных). Излучение из каждого канала поступает на детектор по оптоволокну и фокусируется на ЭОП. Для регистрации слабых сигналов эха используется чувствительная аппаратура, состоящая из электронооптического преобразователя изображения на микроканальных пластинах, состыкованного с помощью оптоволоконной планшайбы с ФПЗС-матрицей. Поскольку интенсивность лазера сильно меняется не только по спектру, но и от вспышки к вспышке, введена процедура селекции сигналов по величине энергии лазерных импульсов. Устойчивая регистрация достигается при отбрасывании сигналов, энергия импульса которых не попадает в пределы заданного, довольно узкого (~10% от общего значения) диапазона. Синхронное компьютерное управление лазером, линией задержки, сис-

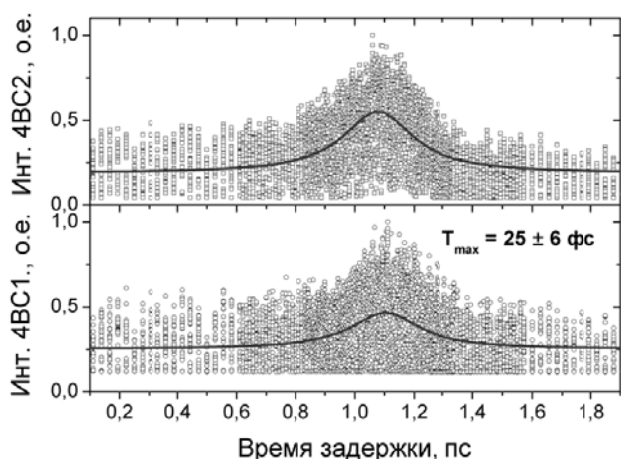
темой регистрации и предварительной обработки измеряемых сигналов осуществлялось с помощью специально разработанного программного обеспечения.

В качестве лазерного красителя для широкополосного шумового лазера использовался спиртовой раствор родамин-6G. Лазер настраивался на центральную длину волны 588,5 нм с шириной полосы излучения 5 нм. Усиленное излучение лазера поступало далее на систему



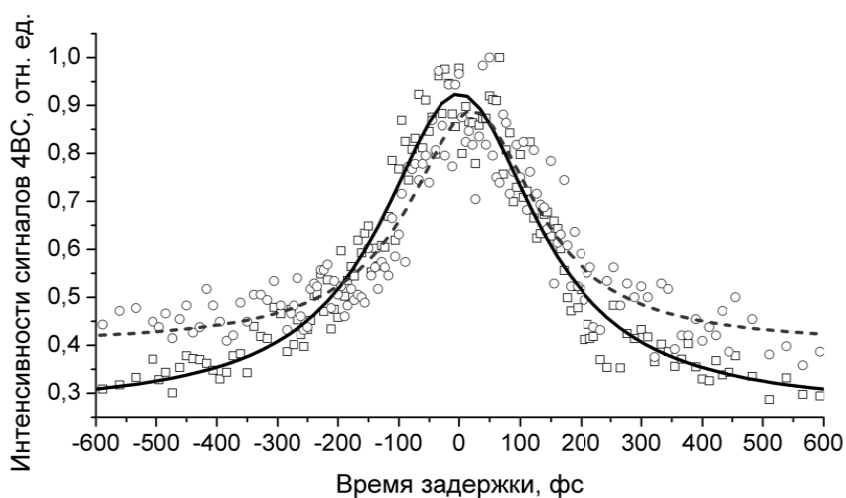
оптических временных задержек. Проводилось исследование зависимости интенсивности сигналов левого и правого эха от величины задержки между импульсами. Полимерная плёнка — полиметилметакрилат (ПММА), толщиной 1 мм, легированная молекулами родамин-101, служила исследуемым образцом. Спектр поглощения этой среды приведен на рис. 2.

Рис. 2. Спектр поглощения исследуемого образца — плёнки полиметилметакрилата с примесью красителя родамин-101



Были зарегистрированы зависимости интенсивности эхо-сигналов (сигналов четырёхволнового смешения (4ВС)) при комнатной температуре от величины задержки между первым и вторым импульсами в пределах — 0,6÷0,6 пс (рис. 3).

Рис. 3. Зависимость интенсивности сигналов четырёхволнового смешения в исследуемом образце при комнатной температуре (вверху). Результат статистической обработки массива экспериментальных данных (внизу)



рять времена релаксации с разрешением в десятки фемтосекунд.

4. Заключение.

При помощи методики некогерентного фотонного эха была зарегистрирована сверхбыстрая фазовая релаксация (с характеристическим временем 20 фс) молекул родамин-101 в полиметилметакрилате при комнатной температуре. При условии соответствующей модер-

Статистически обработанные результаты измерений приведены на рис. 3 [15]. Анализ данной зависимости позволяет сделать вывод о том, что время фазовой дефазировки в данном образце составляет 20 фс, по-видимому, она обязана процессам быстрой спектральной диффузии. Методика исследования, применённая в данной работе, позволяет надёжно регистрировать такие процессы и изме-

низации экспериментальной техники и методики измерений, разрабатываемый комплекс аппаратуры может быть применён для исследования быстропротекающих процессов в модельных средах — прототипах биологических объектов. Весьма важным этапом исследований является разработка алгоритмов процессов приготовления специфических образцов и процедур их исследования. Существует проблема выбора прототипа — модельной среды, как объекта исследования. Одним из главных условий, накладываемых на изучаемые среды, несомненно, является соответствие технологических параметров процесса исследования (подготовки и измерения) и биологических (физиологических) требований к исследуемым образцам. В настоящее время разрабатывается вопрос о возможности исследования препаратов гемоглобина, обладающих широкими полосами поглощения в оптическом диапазоне (с максимумом поглощения на длине волны 580 нм). Обозначенные проблемы и задачи обуславливают необходимость проведения дальнейших исследований для реализации экспериментальной техники и методики исследования прототипов биологических сред методами фотонного эха. Перспективность методики некогерентного фотонного эха для исследования быстропротекающих процессов в подобных средах (или их прототипах) проиллюстрирована достижениями выполненного этапа работ.

Данная работа выполнена в рамках грантов РФФИ №№ 08-02-00032-а, 08-02-90001-Бел, 07-02-90818-моб_ст (программа РФФИ «Мобильность молодых учёных»), при поддержке Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (проект № 7763 по программе У.М.Н.И.К.).

Литература

- [1] Калачёв А. А., Самарцев В. В., *Когерентные явления в оптике*, Казань: КГУ (2003).
- [2] Beach R., Hartmann S. R., *Phys. Rev. Lett.* **53** (1984) 663.
- [3] Каримуллин К. Р., *Вторая международная научная школа «Наука и инновации – 2007»*, Сб. статей, Йошкар-Ола: изд. МарГУ, (2007) 147.
- [4] Копвиллем У. Х., Нагибаров В. Р., *Физика металлов и металловедение* **15** (1963) 313.
- [5] Kurnit N. A., Abella I. D., Hartmann S. R., *Phys. Rev. Lett.* **6** (1964) 567.
- [6] Каримуллин К. Р., Зуйков В. А., Христофорова Д. А., Самарцев В. В., *Ученые записки Казанского государственного университета. Серия физ.-мат. науки*, **149(1)** (2007) 64.
- [7] Bai Y. S., Fayer M. D., *Phys. Rev. B* **39** (1988) 11066.
- [8] Vainer Yu. G., Kol'chenko M. A., Naumov A. V. et. al., *J. Lumin.* **86** (2000) 265.
- [9] Golub J. E., Mossberg T. W., *JOSA B* **3** (1986) 554.
- [10] Samartsev V. V., Shegeda A. M., Shkalikov A. V., Karimullin K. R., Mitrofanova T. G., Zui-
kov V. A., *Laser Phys. Lett.* **4** (2007) 534.
- [11] Hesselink W. H., Wiersma D. A., *Phys. Rev. Lett.* **43** (1979) 1991.
- [12] Вайнер Ю. Г., Груздев Н. В., *Оптика и спектроскопия* **76** (1994) 252.
- [13] Weiner A. W., Ippen E. P., *Opt. Lett.* **9** (1984) 53.
- [14] Weiner A. M., De Silvestri S., Ippen E. P., *JOSA B* **2** (1985) 654.
- [15] Каримуллин К. Р., Вайнер Ю. Г., Ерёмчев И. Ю., Наумов А. В., Самарцев В. В., *Ученые записки Казанского государственного университета. Серия физ.-мат. науки*, **150(2)** (2008) (в печати).

СПОСОБ СКРЫТОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ХАОТИЧЕСКОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ, ОБЛАДАЮЩИЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ШУМАМ

О. И. Москаленко

*Саратовский государственный университет, факультет нелинейных процессов
(410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83)
E-mail: moskalenko@nonlin.sgu.ru*

1. Введение

Использование хаотической синхронизации для скрытой передачи информации является одной из центральных задач современных исследований в области информационно – телекоммуникационных технологий [1–4]. К настоящему моменту времени предложено множество способов скрытой передачи информации, основанных, прежде всего, на явлении полной хаотической синхронизации. Хаотическая маскировка, переключение хаотических режимов, нелинейное подмешивание информационного сигнала к хаотическому, модулирование управляющих параметров передающего генератора информационным сигналом — вот некоторые из них. На основе этих способов были созданы все последующие способы скрытой передачи информации, однако, ряд недостатков, свойственных известным способам и устройствам, до сих пор остается не ликвидированным [2].

Одним из вышеперечисленных недостатков является низкая устойчивость всех известных способов и устройств по отношению к шумам, появляющимся, в первую очередь, в каналах связи. При превышении уровня шума некоторого (достаточно небольшого) порогового значения, все известные способы скрытой передачи информации становятся неработоспособными.

В настоящей работе мы предлагаем принципиально новый способ скрытой передачи информации, в основе которого лежат практически не использовавшиеся ранее типы синхронного поведения хаотических систем, — режимы обобщенной синхронизации [5] и синхронизации, индуцированной шумом [6,7]. Наряду с достаточно высокой устойчивостью способа по отношению к шумам, он позволяет преодолеть еще два недостатка, свойственных известным схемам и устройствам аналогичного назначения. Он обладает высокой степенью конфиденциальности и является достаточно легко реализуемым на практике.

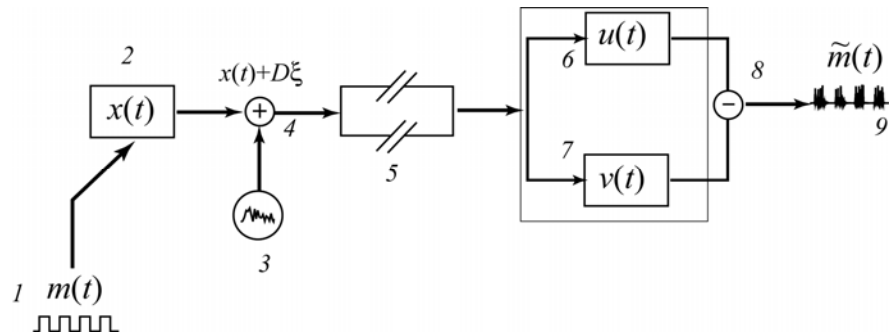
2. Описание способа

Схема скрытой передачи информации при помощи обобщенной синхронизации и синхронизации, индуцированной шумом, приведена на рис. 1. Способ позволяет передавать любую информацию (текст, изображения, данные и т.д.), представленную в виде бинарного кода I .

Способ скрытой передачи информации заключается в следующем. На передающей стороне канала связи находится передающий генератор 2, один или несколько управляющих параметров которого модулируется полезным цифровым сигналом таким образом, чтобы характеристики сформированного таким образом сигнала менялись незначительно. Кроме того, для обеспечения дополнительной маскировки информационного сигнала и изменения характеристик передаваемого сигнала используется генератор шума 3. Сигнал, генерируемый передающей системой, примешивается в сумматоре 4 к шумовому сигналу и далее передается по каналу связи 5. Здесь он также подвергается влиянию шумов, неизбежно присутствующих в реальных устройствах. Принимающее устройство находится на другой стороне канала связи. Оно представляет собой два идентичных хаотических генератора, второй 6 и третий 7, способных находиться в режиме обобщенной синхронизации с передающим 2. Принцип работы принимающего устройства основан на диагностике режима обобщенной синхронизации (и синхронизации, индуцированной шумом) при помощи метода вспомогательной системы [8]. Сигнал с канала связи поступает на генераторы принимающего устройства. Полу-

ченные на выходе сигналы проходят через вычитающее устройство 8, и затем детектируется восстановленный полезный сигнал $\tilde{m}(t)$ 9.

Рис. 1. Схема для реализации способа скрытой передачи информации на основе режимов обобщенной синхронизации и синхронизации, индуцированной шумом.



Здесь 1 — полезный бинарный сигнал, 2 — передающий хаотический генератор, 3 — генератор шума, 4 — сумматор, 5 — канал связи, 6 — второй (принимающий) хаотический генератор, 7 — третий генератор, идентичный второму генератору 6 по управляющим параметрам, 8 — вычитающее устройство, 9 — восстановленный полезный сигнал.

Параметры модуляции управляющих параметров передающего генератора должны быть выбраны таким образом, чтобы в зависимости от передаваемого бинарного бита 0/1 между передающим и принимающими генераторами в отсутствие шумов существовал/отсутствовал режим обобщенной хаотической синхронизации. Тогда после прохождения через вычитающее устройство будет детектироваться восстановленный полезный сигнал, представляющий собой чередующуюся последовательность участков с несинхронным (бинарный бит 1) и синхронным поведением (бинарный бит 0).

3. Компьютерная реализация способа скрытой передачи информации

Чтобы проверить эффективность предложенного способа скрытой передачи информации, проведем его компьютерное моделирование. В качестве моделей генераторов передающего и принимающего устройств выберем системы Рулькова.

3.1. Модель генератор Рулькова

Генератор Рулькова [9] — одна из простых моделей генераторов, наиболее часто используемых в эксперименте. Его схема приведена на рис. 2. Цепь состоит из нелинейного конвертера N и линейной обратной связи. Схема нелинейного конвертера приведена на рис. 3. Он преобразует входное напряжение x в выходное посредством преобразования $\alpha f(x)$, которое нелинейным образом зависит от входного $x(t)$ (см. рис. 3).

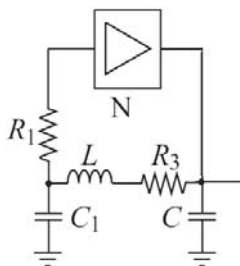


Рис. 2. Экспериментальная схема генератора Рулькова

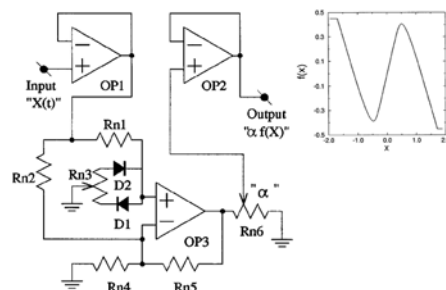


Рис. 3. Диаграмма нелинейного конвертера и вид его нелинейной функции $f(x)$

Динамика цепи описывается следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2, \\ \dot{x}_2 &= -x_1 - \delta x_2 + x_3, \\ \dot{x}_3 &= \gamma[\alpha f(x_1) - x_3] - \sigma x_2, \end{aligned} \quad (1)$$

где $x_1(t)$ — напряжение через конденсатор C , $x_2(t) = \sqrt{L/C}J(t)$, где $J(t)$ — ток через индуктивность L , $x_3(t)$ — напряжение через конденсатор C_1 . Время нормировалось на коэффициент $1/\sqrt{LC}$. Управляющие параметры системы зависят от физических величин элементов цепи следующим образом: $\gamma = \sqrt{LC}/RC_1$, $\delta = R_3\sqrt{C/L}$ и $\sigma = C/C_1$.

Управляющим параметром, отвечающим за режим колебаний генератора, является параметр нелинейного конвертера α . Он связан с сопротивлением R_{n6} нелинейного конвертера (рис. 3). Характерные фазовые портреты генератора Рутькова в хаотическом режиме приведены на рис. 4. Фазовые портреты получены при помощи компьютерного моделирования схемы (рис. 2) при помощи пакета MultiSim.

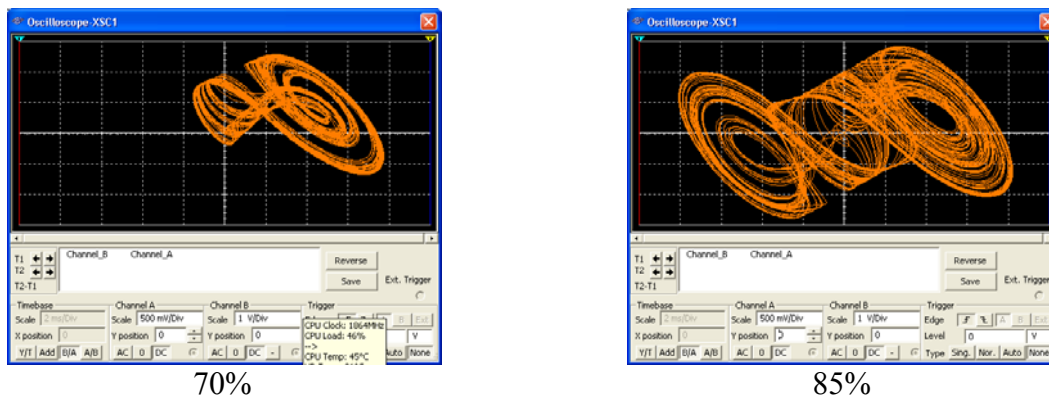


Рис. 4. Фазовые портреты генератора Рутькова при изменении сопротивления R_{n6} на 70 и 85%, соответственно

3.2. Численная реализация способа скрытой передачи информации

Для реализации предложенного способа скрытой передачи информации будем использовать численное моделирование. Передающий генератор хаоса описывается системой (1) с точностью до замены параметра α на α_1 и следующих значениях управляющих параметров: $\delta = 0,43$, $\gamma = 0,1$, $\sigma = 0,75$, $\alpha_1 = 23,75$ в случае передачи бинарного бита 0, $\alpha_1 = 24$ в случае передачи бинарного бита 1.

Динамику принимающих генераторов хаоса определяет следующая система дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned}\dot{u}_1 &= u_2 + \varepsilon(s(t) - u_1), \\ \dot{u}_2 &= -u_1 - \delta u_2 + u_3, \\ \dot{u}_3 &= \gamma[\alpha_2 f(u_1) - u_3] - \sigma u_2,\end{aligned}\tag{2}$$

где $\vec{u}(t) = (u_1, u_2, u_3)$ — вектор состояния первого принимающего генератора. Пусть $\vec{v}(t) = (v_1, v_2, v_3)$, также удовлетворяющий (2), будет вектором состояния второго принимающего генератора (см. рис. 1). Управляющие параметры δ , γ и σ выберем идентичными последним для передающего генератора, параметр α_2 положим равным $\alpha_2 = 23,75$ на протяжении всего времени передачи сигнала.

Передача сигнала по каналу связи реализуется путем добавления дополнительного слагаемого $\varepsilon(s(t) - u_1)$ в уравнения для принимающих генераторов (2). Здесь $s(t) = x_1 + D\xi$ — сигнал в канале связи, представляющий собой сумму детерминированного сигнала $x_1(t)$ (производимого передающим генератором хаоса) и шумов $x(t)$ как производимых генератором шума, так и возникающих в канале связи. Параметр D определяет интенсивность шума, а сам шум представляет собой стохастический гауссов процесс с нулевым средним и единич-

ной дисперсией. Сила связи между передающим и принимающим генераторами характеризуется параметром ε . Выберем $\varepsilon = 0,5$, чтобы обеспечить возникновение/разрушение синхронного режима между передающим и принимающими генераторами в зависимости от передаваемого бинарного бита. Детектирование информационного сообщения будем производить посредством вычитающего устройства, осуществляющего операцию $(u_1 - v_1)^2$. Сигнал $\tilde{m}(t)$, полученный после прохождения через вычитающее устройство, будет представлять собой последовательность областей с различными типами поведения.

В демонстративных целях в качестве информационного сигнала $m(t)$ выберем простую последовательность бинарных битов 0/1, представленную на рис. 5а. Для интегрирования стохастического уравнения (2) воспользуемся методом Рунге – Кутты 4 порядка, адаптированного для решения стохастических дифференциальных уравнений [10], с шагом дискретизации по времени $h = 0,001$. Выберем интенсивность шума $D = 1$ и посмотрим, как будет работать способ в этом случае. Рис. 5 иллюстрирует работоспособность предложенного метода при наличии шумов. Здесь наряду с исходным информационным сигналом (а) представлены также сигнал, генерируемый передающей хаотической системой (б), сигнал, передаваемый, по каналу связи (в), восстановленный информационный сигнал (г). На рисунке (г) показан также детектированный информационный сигнал (пунктирная линия). Нетрудно заметить, что исходный информационный сигнал в данном случае может быть легко детектирован.

Следует отметить одну принципиальную особенность работоспособности метода в случае использования генераторов Рулькова в передающем и принимающем устройствах. В отсутствие шумов модуляция управляющего параметра передающего генератора меняет характеристики передаваемого сигнала (рис. 5б), что в ряде случаев может привести к возможности декодирования информационного сигнала третьей стороной (что нехарактерно, например, для системы Ресслера [11]). В то же самое время, добавление шума полностью скрывает следы модуляции управляющего параметра (рис. 5в), что свидетельствует о конфиденциальности передаваемой информации при наличии генератора шума на передающей стороне канала связи.

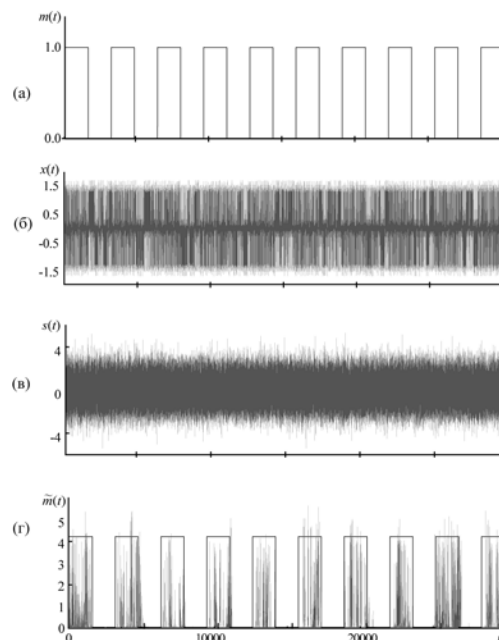


Рис. 5. Иллюстрация численной реализации способа скрытой передачи информации на основе режимов обобщенной синхронизации и синхронизации, индуцированной шумом: полезный сигнал $m(t)$, представленный простой последовательностью бинарных битов 0/1 (а); сигнал $x_1(t)$, генерируемый передающей хаотической системой (б); сигнал $s(t)$, передаваемый по каналу связи (в); восстановленный сигнал $\tilde{m}(t)$ (сплошная линия). На рисунке представлен также детектированный информационный сигнал (пунктирная линия)

Аналогичные результаты были получены для других моделей генераторов, используемых в передающем и принимающем устройствах (генераторов Ресслера, Кияшко – Пиковского – Рабиновича и Чуа). Полученные результаты позволяют говорить об универсальности предложенного метода скрытой передачи информации, то есть его эффективности при использовании различных генераторов в передающем и принимающем устройствах.

4. Заключение

В настоящей работе предложен новый способ скрытой передачи информации при помощи режимов обобщенной хаотической синхронизации и синхронизации, индуцированной шумом. Он обладает высокой устойчивостью к шумам, что позволяет использовать генератор шума на передающей стороне канала связи с целью скрытия следов модуляции управляющих параметров и создания дополнительной маскировки передаваемого сигнала. Кроме того, он является достаточно легко реализуемым на практике. Эффективность метода проверена путем численного моделирования различных моделей генераторов, используемых в передающем и принимающем устройствах.

Работа выполнена при поддержке ФСРМФП в НТС, программой У.М.Н.И.К. Государственный контракт №5346 р/7763 от 16 августа 2007 г.

Литература

- [3] Cuomo M. K., Oppenheim A. V., Strogatz S. H. *IEEE Trans. Circ. and Syst.* **40** (1993) 626
- [4] Yang T. *International Journal of Computational Cognition* **2** (2004) 81
- [5] Murali K., Lakshmanan M. *Phys. Lett. A* **241** (1998) 303
- [6] Terry J., VanWiggeren G. *Chaos, Solitons and Fractals* **12** (2001) 145
- [7] Rulkov N. F. Sushchik M. M., Tsimring L. S. H.D.I. Abarbanel, *Phys. Rev. E* **51** (1995) 980
- [8] Fahy S., Hamman D. R. *Phys. Rev. Lett.* **69** (1992) 761
- [9] Hramov A. E., Koronovskii A. A., Moskalenko O. I. *Phys. Lett. A* **354** (2006) 423
- [10] Abarbanel H. D. I., Rulkov N. F., Sushchik M. *Phys. Rev. E* **53** (1996) 4528
- [11] Rulkov N. F. *Chaos* **6** (1996) 262
- [12] Никитин Н. Н., Первачев С. В., Разевиг В. Д. *Автоматика и телемеханика* **4** (1975) 133
- [13] Москаленко О. И., Короновский А. А., Попов П. В., Храмов А. Е. *Материалы второй международной научной школы «Наука и инновации – 2007»*, Йошкар – Ола (2007) 154

III. КЛУБ ПРОФЕССОРСКОЙ МЫСЛИ

«МЕЖВУЗОВСКИЙ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ИННОВАЦИОННО–ОРИЕНТИРОВАННЫЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР»

НОВЫЙ ПРИНЦИП МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ МЕЖПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ МОЗГА ПТИЦ

Л. Н. Воронов, Е. А. Жукова, В. А. Козлов

*ГОУ ВПО Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева
(428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38)*

Мозг состоит из нескольких типов клеток, основными из которых являются нейроны и глия. Число нейронов мозга человек оценивается в 10^{11} клеток, которые образуют примерно 10^{15} передающих связей. Каждый нейрон обладает многими качествами, общими с другими элементами тела, но его уникальной способностью является прием, обработка и передача электрохимических сигналов по нервным путям, образующим коммуникационную систему мозга. Вокруг нейронов лежат многочисленные нейроглиальные клетки, функцией которых, предположительно, является питание и механическая поддержка нейронов [1].

Нейрон состоит из трех частей: тела клетки, дендритов и аксона, каждая часть со своими, но взаимосвязанными функциями (рис. 1). От тела типичного нейрона (диаметром от 5 до 100 микрометров) отходит один крупный отросток — аксон — и множество мелких ветвей — дендритов. От аксона отходят коллатерали рядом с телом клетки, которые часто ветвятся акаудально.

Функционально дендриты получают сигналы от других клеток через контакты, называемые синапсами. Сигналом для нейрона является группа (пачка) быстрых последовательных изменений потенциала мембраны. От синаптической мембраны сигналы проходят в тело клетки, где они суммируются с другими подобными же сигналами, которые могут различаться по частоте. Это явление получило название частотный код. Если суммарный сигнал в течение короткого промежутка времени является достаточно большим, клетка возбуждается, вырабатывая в аксоне импульс, который передается на следующие клетки. Несмотря на очевидное упрощение, эта схема функционирования объясняет большинство известных процессов мозга. Но, как оказалось, большее значение имеет какие группы нейронов одновременно включаются в ответ, чем реакция одиночного нейрона. В конечном итоге, информацией является не группа импульсов, передаваемых от нейрона к нейрону, а то в какую объемно-пространственную фигуру объединятся возбужденные частотным кодом нейроны. Поэтому один из способов разобраться в общей организации мозга состоит в том, чтобы рассмотреть его в форме приблизительной схемы. На входе лежат группы рецепторов — видоизмененные нервные клетки, специализированные для преобразования в частотный сигнал разных форм информации, получаемой из внешнего мира. Одни рецепторы реагируют на свет (зрение), другие на химические воздействия (вкус и обоняние), третьи на механическую деформацию (осязание и слух). Уже только поэтому нейроны, образующие разные рецепторы, морфологически различаются. Рецепторы образуют контакты с первой группой нейронов, те в свою очередь со следующими, и так далее. На каждом этапе аксоны ветвятся и подходят к следующему нейрону цепи, на котором конвергирует множество аксонов. Каждая воспринимающая клетка интегрирует возбуждающие и тормозные сигналы, конвергирующие на ней от клеток низшего порядка. Через ряд вставочных нейронов цепь заканчивается на клетках железы или мышцы — выходах нервной системы.

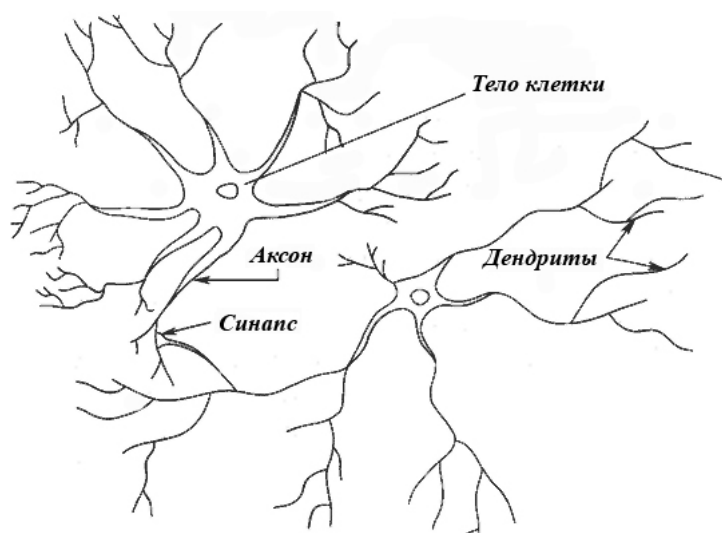


Рис 1. Компоненты нейрона

Образно говоря, имеются входы (периферийная часть чувственного анализатора) — единственный для человека способ узнавать о внешнем мире. Имеется выход (исполнительные органы) — единственный для человека способ реагировать на внешний мир и воздействовать на него. А между входом и выходом находится все остальное, что должно включать восприятие, эмоции, память, мысль и все прочее, что делает человека человеком.

Основная проблема состоит в том, что мозг образован сотней типов нейронов, каждый со своей характерной формой тела клетки и выполняющих общую задачу своим способом. Например, нейроны сетчатки кодируют первичный фотосигнал, полученный от колбочек и палочек в ряд Фурье, а в головном мозге идет дальнейшая переработка уже этого кода [2]. Более того, в процессе изучения морфофункциональной организации мозга было установлено, что мозг функционально асимметричен. То есть, одни и те же участки левого и правого полушарий выполняют разные функции. Вначале это явление было установлено у человека, в результате наблюдения неврологических дефектов, вызванных механическими травмами мозга, либо кровоизлиянием в мозг. Долгое время функциональная асимметрия казалась прерогативой человека и поздним филогенетическим приспособлением. Однако в настоящее время становится ясно, что это явление появилось значительно раньше и встречается уже у птиц [3].

Литературные данные [1] позволяют предположить, что функциональная асимметрия головного мозга является эффективным техническим решением, которое природа, как абсолютно необходимое, закрепила на генетическом уровне. В случае, когда сложность системы настолько высока, что ее невозможно изучить доступными методами, прибегают либо к поиску аналогичной, но более просто устроенной системы, либо к ее моделированию. Однако, учитывая существование такого явления, как функциональная асимметрия мозга, при построении его моделей, например нейронных сетей, было бы интересно реализовать принцип функциональной асимметрии. Такое устройство может представлять как теоретический, так и практический интерес. Взяв за основу классификацию нейронов новой коры большого мозга человека [4], мы разработали модифицированную упрощенную классификацию одиночных нейронов стриатума птиц. Выделено пять основных и два дополнительных типа. В каждом типе выделено несколько подтипов и классов [5]. Для упрощения, ниже приведены только 3 типа нейронов:

- Тип 1. Веретеновидные нейроны — А клетки. Клетка, имеющая аксон и 1 дендрит;
- Тип 2. Пирамидные нейроны — В клетки. Клетки, имеющие аксон и 2 – 3 дендрита;
- Тип 3. Звёздчатые клетки. Клетки, имеющие аксон и 4 – 5 и более дендритов (рис. 2).

Кроме единичных нейронов встречаются также комплексы, состоящие их нейронов и глии — нейроглиальные комплексы (НГК). Клетки в них лежат настолько плотно, что границы между ними провести невозможно. Количество клеток, входящих в их состав подсчитывают только по числу ядер. В зависимости от этого НГК классифицируются:

- 1. на НГК I, содержащие 2 – 4 нейрона и клетки глии;
- 2. НГК II, содержащие 5 – 10 нейронов и клеток глии;
- 3. НГК III, содержащие более 10 ядер.

В настоящее время сложилась парадоксальная ситуация: достигнуты значительные успехи в изучении структуры мозга и функций нервной системы человека, но о функциониро-

вании мозга известно крайне мало, так же, как ничего конкретно нельзя сказать о функциях отдельных нейронов различных форм и размеров. Почему у разных видов животных преобладают те или иные типы нейронов? Имеет ли значение размер клеток или он находится в прямой зависимости от объемов мозга или тела в целом? Считается, что в НГК, в состав которых помимо нейронов сходит также и глия, информация обрабатывается быстрее, но какова зависимость между количеством и качеством НГК и уровнем рассудочной деятельности животного остается неизвестным. Эти и другие вопросы ставят нейробиологов и нейроанатомов в тупик. Большая часть работы мозга остается тайной. Тем не менее, на основе знаний о структуре мозга были смоделированы искусственные нейронные сети (ИНС).

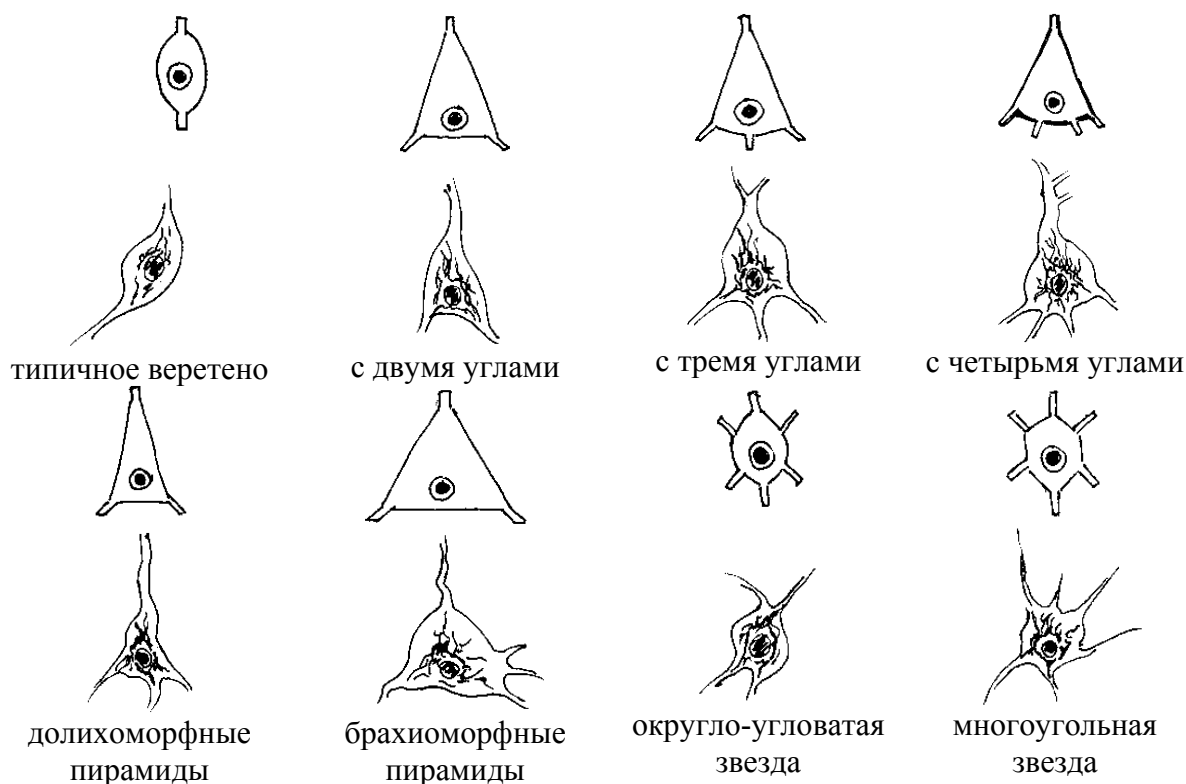


Рис. 2. Морфологическая классификация клеток стриатума птиц (по Л.Н. Воронову, 2003)

На Фото 1 и 2 показаны НГК, одиночные нейроны и глия в полях стриатума голубя сизого и курицы. И сизый голубь, и курица считаются видами птиц с низко развитой рассудочной деятельностью. Тем не менее, они могут служить примером схожести отделов головного мозга, решающих одинаковые задачи. С другой стороны, отчетливо видно, что для решения этих задач природе понадобилось использовать морфологически и функционально разные клетки, решающие одну задачу, но, видимо, разными способами. В стриатуме голубя сизого (Фото 1) одиночные нейроны рассеяны по всему полю. Границы клеток видны четко. Преобладают пирамидальные и веретеновидные формы, звездчатых клеток относительно не много. Между нейронами лежат клетки глии и кровеносные сосуды.

В стриатуме курицы (Фото 2) одиночные нейроны меньше по размеру, чем таковые у голубя сизого. Также преобладают пирамиды и веретена. В центре фотографии хорошо видны несколько нейроглиальных комплексов, границы в них между нейронами определить невозможно. Границы самих НГК нечеткие. Видны глия и кровеносные сосуды.

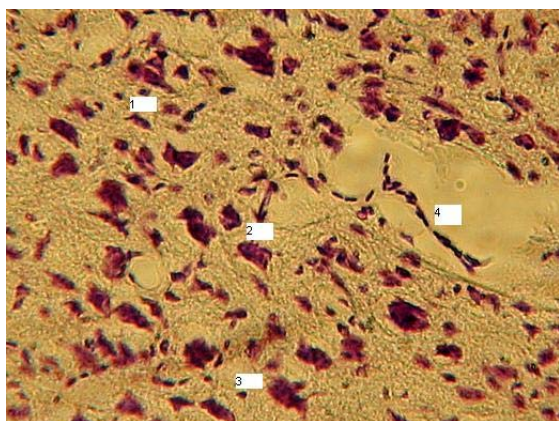


Фото 1. Одиночные нейроны и глия в полях стриатума голубя сизого.
1 – веретено, 2 – пирамида, 3 – глия, 4 – кровеносный сосуд

Стандартная окраска по Нисслю.

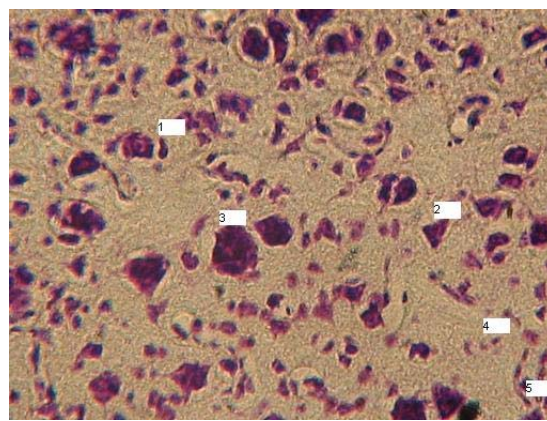


Фото 2. НГК, одиночные нейроны и глия в полях стриатума курицы.
1 – веретено, 2 – пирамида, 3 – нейроглиальный комплекс, 4 – клетки глии, 5 – кровеносный сосуд
Стандартная окраска по Нисслю.

С большой долей уверенности можно утверждать следующее — поскольку в разных областях мозга и нейронных полях есть морфологические различия, постольку с этими морфологическими различиями должны быть связаны различные клеточные функции. Какие? Остается совершенно непонятным.

Попыткой решить этот вопрос было создание компьютерной модели, получившей название нейронная сеть. Разные варианты архитектуры нейронных сетей считаются наиболее перспективными компьютерными моделями работы нейронных полей головного мозга.

Базовые сведения об искусственных нейронных сетях (ИНС)

Под нейронной сетью обычно понимают специальную математическую модель и ее программную и/или аппаратную реализацию. ИНС может иметь различное количество входов, выходов (обычно определяется постановкой задачи), скрытых слоев и нейронов на слое. Искусственный нейрон имитирует в первом приближении свойства биологического нейрона. На вход искусственного нейрона поступает некоторое множество сигналов, каждый из которых является выходом другого нейрона. Каждый вход умножается на соответствующий вес, аналогичный синаптической силе, и все произведения суммируются, определяя уровень активации нейрона.

ИНС чрезвычайно разнообразны по своим конфигурациям. Несмотря на такое разнообразие, сетевые парадигмы имеют много общего. Эти вопросы затрагиваются для того, чтобы читатель был знаком с ними к тому моменту, когда позднее они снова встретятся в статье. Используемые здесь обозначения и графические представления были выбраны как наиболее широко используемые в настоящее время (опубликованных стандартов не имеется), они сохраняются на протяжении всей статьи.

Построенная ИНС вначале подвергается обучению. В качестве обучающего стимула нейронной сети предлагаются для «опознания» объекты, которые нейронная сеть в дальнейшем должна распознавать. Процесс обучения в простейшем случае состоит в подборе весов связей. Процесс преобразования входных величин идет по направлению связей сигнального графа. На входном слое каждая входная величина расходуется по связям (по каждой исходящей из вершины входного слоя дуге идет «сигнал» равный входной величине), умножается на вес дуги и суммируется на скрытом слое, а далее преобразуется передаточной функцией нейрона. На выходном слое обычно сигнал только суммируется. Суть обучения заключается в решении задачи подбора параметров сети (весов связей) для минимизации функции ошибки. Причем из всех обучающих примеров часть используется только для контроля.

На рис. 3 представлена модель, реализующая эту идею. Хотя сетевые парадигмы весьма разнообразны, в основе почти всех их лежит эта конфигурация. Здесь множество входных сигналов, обозначенных $x_1, x_2, \dots, x_n$, поступает на искусственный нейрон. Эти входные сигналы, в совокупности обозначаемые вектором $\mathbf{X}$, соответствуют сигналам, приходящим в синапсы биологического нейрона.

Рис. 3. Искусственный нейрон

Каждый сигнал умножается на соответствующий вес $w_1, w_2, \dots, w_n$, и поступает на суммирующий блок, обозначенный Σ . Каждый вес соответствует «силе» одной биологической синаптической связи. Множество весов в совокупности обозначается вектором $\mathbf{W}$. Суммирующий блок, соответствующий телу биологического элемента, складывает взвешенные входы алгебраически, создавая выход, который мы будем называть NET. В векторных обозначениях это может быть компактно записано следующим образом:

$$\text{NET} = \mathbf{XW}.$$

Активационные функции

Сигнал NET далее, как правило, преобразуется активационной функцией F и дает выходной нейронный сигнал OUT. Активационная функция может быть обычной линейной функцией

$$\text{OUT} = K(\text{NET}),$$

где K — постоянная, пороговой функции

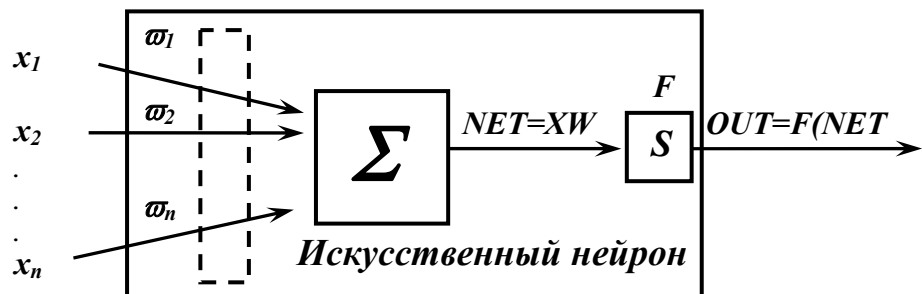
$$\text{OUT} = 1, \text{ если } \text{NET} > T,$$

$$\text{OUT} = 0 \text{ в остальных случаях,}$$

где T — некоторая постоянная пороговая величина, или же функцией, более точно моделирующей нелинейную передаточную характеристику биологического нейрона и представляющей нейронной сети большие возможности. На рис. 4 блок, обозначенный F , принимает сигнал NET и выдает сигнал OUT. Если блок F сужает диапазон изменения величины NET так, что при любых значениях NET значения OUT принадлежат некоторому конечному интервалу, то F называется «сжимающей» функцией. В качестве «сжимающей» функции часто используется логистическая или «сигмоидальная» (S-образная) функция, показанная на рис. 5а. Эта функция математически выражается как $F(x) = 1/(1 + e^{-x})$. Таким образом:

$$\text{OUT} = \frac{1}{1 + e^{-\text{NET}}}.$$

Рис. 4. Искусственный нейрон с активационной функцией



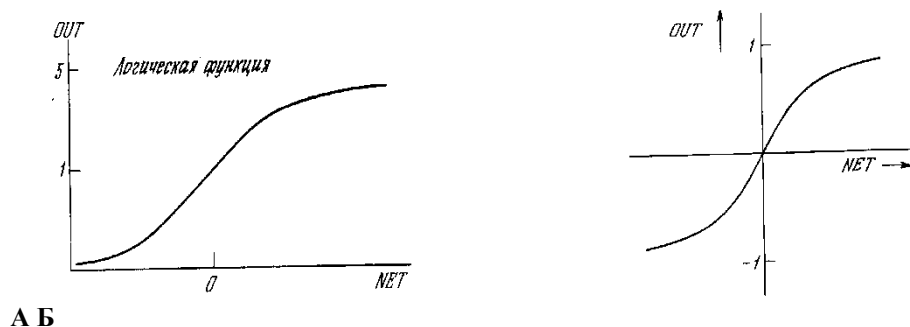


Рис. 5. А. Сигмоидальная логистическая функция; Б. Функция гиперболического тангенса

По аналогии с электронными системами активационную функцию можно считать нелинейной усилительной характеристикой искусственного нейрона. Коэффициент усиления вычисляется как отношение приращения величины OUT к вызвавшему его небольшому приращению величины NET. Он выражается наклоном кривой при определенном уровне возбуждения и изменяется от малых значений при больших отрицательных возбуждениях (кривая почти горизонтальна) до максимального значения при нулевом возбуждении и снова уменьшается, когда возбуждение становится большим положительным [6].

Гроссберг (1973) обнаружил, что подобная нелинейная характеристика решает поставленную им дилемму шумового насыщения. Каким образом одна и та же сеть может обрабатывать как слабые, так и сильные сигналы? Слабые сигналы нуждаются в большом сетевом усилении, чтобы дать пригодный к использованию выходной сигнал [7]. Однако усилительные каскады с большими коэффициентами усиления могут привести к насыщению выхода шумами усилителей (случайными флуктуациями), которые присутствуют в любой физически реализованной сети. Сильные входные сигналы в свою очередь также будут приводить к насыщению усилительных каскадов, исключая возможность полезного использования выхода. Центральная область логистической функции, имеющая большой коэффициент усиления, решает проблему обработки слабых сигналов, в то время как области с падающим усилением на положительном и отрицательном концах подходят для больших возбуждений. Таким образом, нейрон функционирует с большим усилением в широком диапазоне уровня входного сигнала:

$$OUT = \frac{1}{1 + e^{-NET}} = F(NET).$$

Другой широко используемой активационной функцией является гиперболический тангенс (рис. 5б). По форме она сходна с логистической функцией и часто используется биологами в качестве математической модели активации нервной клетки. В качестве активационной функции искусственной нейронной сети она записывается следующим образом:

$$OUT = th(x).$$

Подобно логистической функции гиперболический тангенс является S-образной функцией, но он симметричен относительно начала координат, и в точке $NET = 0$ значение выходного сигнала OUT равно нулю (рис. 5б). В отличие от логистической функции гиперболический тангенс принимает значения различных знаков, что оказывается выгодным для ряда сетей [6].

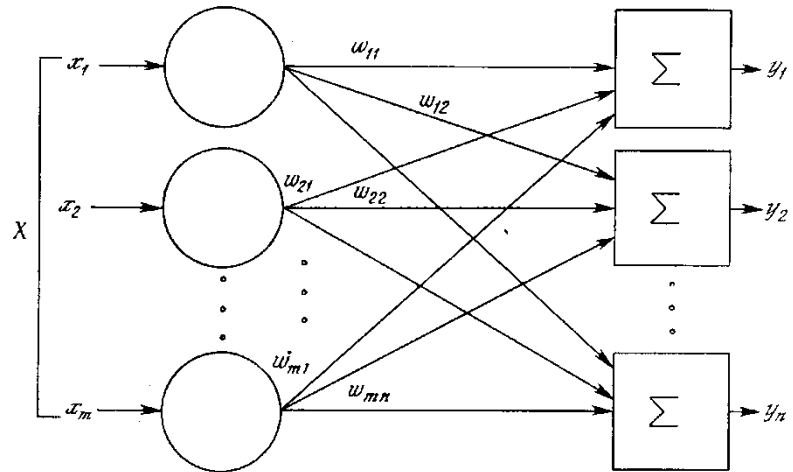
Рассмотренная простая модель искусственного нейрона игнорирует многие свойства своего биологического двойника. Например, она не принимает во внимание задержки во времени, которые воздействуют на динамику системы. Входные сигналы сразу же порождают выходной сигнал. И, что более важно, она не учитывает воздействий функции частотной модуляции или синхронизирующей функции биологического нейрона, которые ряд исследователей считают решающими [6]. Несмотря на эти ограничения, сети, построенные из этих нейронов, обнаруживают свойства, сильно напоминающие биологическую систему. Только

время и исследования смогут ответить на вопрос, являются ли подобные совпадения случайными или следствием того, что в модели верно схвачены важнейшие черты биологического нейрона.

Однослойные искусственные нейронные сети

Хотя один нейрон и способен выполнять простейшие процедуры распознавания, сила нейронных вычислений проистекает от соединений нейронов в сетях. Простейшая сеть состоит из группы нейронов, образующих слой, как показано в правой части рис. 6.

Рис. 6. Однослойная нейронная сеть



Отметим, что вершины — круги слева служат лишь для распределения входных сигналов. Они не выполняют каких — либо вычислений, и поэтому не будут считаться слоем. По этой причине они обозначены

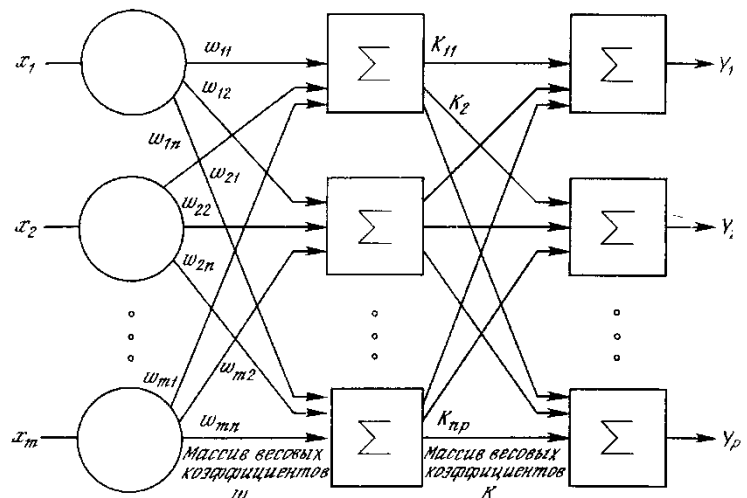
кругами, чтобы отличать их от вычисляющих нейронов, обозначенных квадратами. Каждый элемент из множества входов X отдельным весом соединен с каждым искусственным нейроном. А каждый нейрон выдает взвешенную сумму входов в сеть. В искусственных и биологических сетях многие соединения могут отсутствовать, все соединения показаны в целях общности. Могут иметь место также соединения между выходами и входами элементов в слое.

Удобно считать веса элементами матрицы W . Матрица имеет m строк и n столбцов, где m — число входов, а n — число нейронов. Например, $w_{2,3}$ — это вес, связывающий третий вход со вторым нейроном. Таким образом, вычисление выходного вектора N , компонентами которого являются выходы OUT нейронов, сводится к матричному умножению $N = XW$, где N и X — векторы — строки.

Многослойные искусственные нейронные сети

Более крупные и сложные нейронные сети обладают, как правило, и большими вычислительными возможностями. Хотя созданы сети всех конфигураций, какие только можно себе представить, послойная организация нейронов копирует слоистые структуры определенных отделов мозга. Оказалось, что такие многослойные сети обладают большими возможностями, чем однослойные, и в последние годы были разработаны алгоритмы для их обучения. Многослойные сети могут образовываться каскадами слоев. Выход одного слоя является входом для последующего слоя. Подобная сеть показана на рис. 7 и снова изображена со всеми соединениями.

Рис. 7. Двухслойная нейронная сеть



Нелинейная активационная функция

Многослойные сети не могут привести к увеличению вычислительной мощности по сравнению с однослойной сетью лишь в том случае, если активационная функция между слоями будет нелинейной. Вычисление выхода слоя заключается в умножении входного вектора на первую весовую матрицу с последующим умножением (если отсутствует нелинейная активационная функция) результирующего вектора на вторую весовую матрицу:

$$(XW_1)W_2.$$

Поскольку умножение матриц ассоциативно, то

$$X(W_1W_2).$$

Это показывает, что двухслойная линейная сеть эквивалентна одному слою с весовой матрицей, равной произведению двух весовых матриц. Следовательно, любая многослойная линейная сеть может быть заменена эквивалентной однослойной сетью. Показано, что однослойные сети весьма ограничены по своим вычислительным возможностям. Таким образом, для расширения возможностей сетей по сравнению с однослойной сетью необходима нелинейная активационная функция. Необходимо отметить, что созданные искусственные нейронные сети не могут существовать в живой материи и требуют неправдоподобно больших допущений в анатомии и функционировании мозга. Кроме того, компьютеры с одной крошечной долей вычислительных возможностей мозга потребляют тысячи ватт и требуют сложных механизмов охлаждения, тогда как мозг потребляет только 20 Вт, с энергетической точки зрения, невероятно эффективен [6]. Искусственные нейронные сети работают по принципу «все соединено со всем». В естественных же условиях такого не бывает. Наш мозг, как впрочем, и любой другой орган в подавляющем большинстве биологических объектов обладает свойством избыточности, т. е. количество задействованных, работающих клеток органа значительно превышает общее их число. И это свойство биологически оправдано. Не в этом ли состоит преимущество естественных биологических систем? Для проверки данного предположения необходимо создание моделей искусственных нейронных систем, основанных на опытных данных. Попытки взять за основу головной мозг человека пока не привели к явному успеху из-за сложности его устройства. Мы предлагаем взять за основу создания ИНС головной мозг птиц, поведение которых крайне сложно и разнообразно. У птиц в разных пропорциях встречается инстинктивное и ассоциативное поведение (элементарная рассудочная деятельность) [1] и сохраняется способность к обучению на протяжении всей жизни. Многие виды обладают хорошей памятью и могут осуществлять несложную инструментальную деятельность. Они легко обучаются решать простые задачи и подражать человеческому голосу. Птицы первые среди животных смогли заниматься деятельностью, не приносящей непосредственной биологической выгоды. Мозг обеспечивает возможность предвидения событий. Они рассчитывают своё поведение на несколько шагов вперёд, что уже характерно для высших млекопитающих и человека.

Строение конечного мозга птиц и млекопитающих имеет принципиальное различие, но клеточный состав остается неизменным и включает в основном нейроны и глиальные клетки. В мозге млекопитающих и человека древние отделы дополняются новыми молодыми образованиями — неокортексом (корой больших полушарий), тогда как у птиц это место занимают гипер- и неостриатум. Таким образом, новые структуры мозга (гипер-, неостриатум и неокортекс) развиваются в двух направлениях, уже заданных эволюционно старыми образованиями больших полушарий. Таким образом, мозг птиц включает в себя следующие поля:

- ❖ Гиперстриатум Hyperstriatum, который, в свою очередь делится, на Hyperstriatum accessorium (Ha), Nucleus intercalatus superior (Ni), Hyperstriatum dorsale (Hd), Hyperstriatum ventrale (Hv).
- ❖ Неостриатум Neostriatum (Ne)
- ❖ Ectostriatum (E)
- ❖ Палеостриатум Palaeostriatum, который делится на Palaeostriatum augmentatum (Pa) и Palaeostriatum primitivum (Pp)
- ❖ Архистриатум Arhistriatum (Ar).

Поля гиперстриатум и неостриатум эволюционно молодые. Филогенетически старые поля стриатума конечного мозга птиц представлены палеостриатумом и архистриатумом. Поля H_a , H_i и H_d образуют Wulst-формацию, где происходит обработка зрительной информации. Одновременно Wulst-формация является высшим интегративным центром обработки информации в конечном мозге птиц. Различие отделов стриатума состоит в качественно – количественном составе нейронов и глии, который, в свою очередь, зависит от выполняемых ими функций. Следовательно, зная, что какой – то участок мозга птиц отвечает за определенную функцию, можно сделать вывод, что его клеточная организация устроена наиболее оптимально для выполнения своих функций.

На основе этих предположений возможно создание модели ИНС не методом «проб и ошибок», а на основе опытных данных на примере головного мозга птиц.

В результате проведенных исследований одного из видов птиц были получены данные о качественном и количественном составе нейронов (все клетки классифицировались на 5 типов — см. выше). Далее вычисляется их процентное соотношение на какую-либо единицу площади. Вследствие разницы состава клеток в разных полях стриатума птиц, логичнее выбрать какое – либо одно поле или физиологически обусловленную формацию (в данном случае мы предлагаем выбрать Wulst-формацию). Зная процентное соотношение веретен, пирамид, звезд, НГК I и НГК II, создается двухслойная ИНС, где первые три типа нейронов образуют первый, а последние два — второй слой. Причем веретену будет соответствовать нейрон с 1 входом (дендрит) и 1 выходом (аксон), соответственно пирамиде, в зависимости от подтипа нейрон с 2-3 входами и 1 выходом, а звезде — с 4 – 5 и более выходами и 1 входом. Количество входов и выходов НГК I и НГК II будет зависеть от количества клеток входящих в их состав.

Рассмотрим пример. Допустим, в Wulst-формации серой вороны клетки имеют следующий процентный состав: 36% веретеновидных клеток, 23% пирамидальных (из них 18% с двумя и 5% с тремя углами), 11% звездчатых (из них 7% с 4 дендритами и 4% с 5), 15% — НГК I и 5% НГК II. В соответствии с полученными данными строится двухслойная ИНС, где с первым слое будут располагаться 3 типа нейронов в следующем числовом соотношении:

- 36 — имеющих 1 вход и 1 выход;
- 18 — 2 входа, 1 выход;
- 5 — 3 входа, 1 выход;
- 7 — 4 входа, 1 выход;
- 4 — 5 входов, 1 выход.

Во второй слой будут помещены НГК I и II с определенным количеством входов и выходов. Выбор именно этого типа сети обусловлен функциональными особенностями клеток. Таким образом, информация будет подаваться сначала на элементарные нейроны, а затем на более сложные. В результате будет сформирована сеть с неравным количеством входов и выходов, где клетки будут соединяться друг с другом выборочно. Обучая такую сеть, мы получим данные о путях обработки информации, скорости процессов, времени обучения сети. Созданная сеть отличается как от типичных ИНС. Но нельзя не отметить, что она не может быть полностью идентична и естественной нейронной сети (ЕНС), прежде всего потому, что в данной модели задействованы все клетки, чего практически никогда не происходит в биологических объектах. Попеременно подавая сигнал на разные нейроны, и засекая время обработки данных и скорости обучения, можно вычислить вклад отдельных нейронов или НГК, их оптимальный качественный и количественный состав для решения конкретных задач. В идеале, можно будет найти коэффициенты вклада конкретного типа нейрона в решение поставленной задачи.

Подобные искусственные нейронные сети можно создавать на основе данных о мозге различных видов птиц т.к. вполне естественно, что количественно – качественный состав конечного мозга птиц меняется в зависимости от эволюционного пути развития вида и образа жизни. Выбор птицы в данном случае будет соответствовать поставленной задаче.

Кроме описанных выше особенностей клеточного строения мозга обладает еще одним существенным свойством. На первый взгляд кажется, что, подобно большинству других органов тела, мозг имеет совершенную билатеральную симметрию. Можно было бы ожидать, что две половины мозга и функционально так же эквивалентны, как две почки или два легких. В действительности многие из более специализированных функций присущи только либо одному полушарию, либо другому. Даже видимая анатомическая симметрия оказывается иллюзорной.

В первичных моторных и сенсорных областях коры распределение обязанностей между двумя полушариями подчиняется следующему простому правилу: каждая сторона мозга связана преимущественно с противоположной стороной тела. Большая часть нервных волокон на некотором участке своего пути переходит на противоположную сторону. Вследствие этого мышцами правой руки или ноги управляет преимущественно левая моторная кора, а сенсорные импульсы с правой половины тела идут преимущественно в левую соматосенсорную кору. Каждое ухо имеет связи со слуховой корой обеих половин мозга, но связи с контралатеральной стороной сильнее. Распределение сигналов от глаз несколько сложнее. Зрительные волокна распределены так, что образы, относящиеся к правой половине пространства, из обоих глаз проецируются на левую зрительную кору, а левая половина поля зрения обоих глаз проецируется в правое полушарие. В результате такой организации контралатеральных связей сенсорные и моторные функции двух полушарий разделены, но они обладают значительной степенью симметрии. Каждая половина мозга обслуживает половину тела и половину поля зрения.

Распределение более специализированных функций совершенно иное — оно глубоко асимметрично. Лингвистические способности определяются преимущественно левым полушарием. Есть основания полагать, что правая половина мозга более важна для восприятия мелодий; одним из свидетельств этого служит способность петь, отмеченная у больных с афазией, у которых повреждение локализуется в левом полушарии. Восприятие и анализ невербальных зрительных образов, таких, как перспективные рисунки, осуществляются преимущественно с помощью правого полушария, хотя и левое полушарие вносит свой вполне определенный вклад в эти функции. Асимметрия проявляется также в частичных выпадениях памяти, которые встречаются при одностороннем поражении височной доли. Удаление левой височной доли, нарушая способность запоминать словесный материал, не сказывается на способности запоминать пространственные взаимоотношения, лица, мелодии и абстрактные зрительные образы [8].

Узнавание лиц — это способность, за которую, по-видимому, ответственны области коры на внутренней стороне височных и затылочных долей обоих полушарий; здесь представлен их вид снизу. Поражение этих областей нарушает способность узнавать человека по лицу, но почти не вызывает других расстройств. Часто наблюдается некоторое ослабление зрения, но больной может читать, называть видимые предметы и даже соотносить портрет, сделанный в фас, с профилем того же человека. Больной может также узнавать людей по голосам. Единственная способность, которая утрачивается — это способность узнавать человека по лицу; расстройство бывает столь резко выраженным, что больной не узнает даже близких родственников.

В повседневной жизни эта латерализация функций редко обнаруживается, поскольку информация легко переходит из полушария в полушарие через несколько комиссур, включая мозолистое тело. Даже когда эти связи перерезаны, проявления доминирования полушарий в полной мере можно наблюдать только в лабораторных условиях, где можно точно гарантировать, что сенсорная информация поступает в данное время только в одно полушарие и что моторная реакция идет только от одного полушария. В таких условиях наблюдаются удивительные отклонения в поведении. Если какой-нибудь предмет помещают в левую руку больного или предъявляют только левой половине поля зрения, больной не может назвать предмет. Дело не в том, что он не узнает предмета — он безошибочно указывает на родст-

венные объекты; причина кроется в том, что восприятие, осуществляемое правым полушарием, не ассоциируется с названием, которое «известно» только левому.

Однако специализацию отдельных полушарий не следует переоценивать. Правое полушарие все же имеет некоторые зачаточные лингвистические способности. Кроме того, без сомнения, имеется много задач, в которых оба полушария обычно действуют сообща. В одном тесте, проводимом после хирургического разобщения полушарий, предлагается воспроизвести простой узор из цветных блоков. В ряде случаев ошибки совершаются часто независимо от того, какой рукой выполняется задача — левой или правой, но ошибки эти имеют характерные отличия. По-видимому, ни одно из полушарий не в состоянии справиться с этой задачей самостоятельно и им приходится кооперироваться [8].

Таким образом, одним из показателей совершенствования мозга является развитие его межполушарной асимметрии. По мнению Леви [1], значение функциональной межполушарной асимметрии заключается в разделении — разобщении двух способов обработки информации: аналитического и холистического, целостного. В ходе эволюции сформировался компромисс между абсолютной асимметрией и полной симметрией. По мнению Бианки [1], билатерально — симметричный мозг проигрывает в способе обработки информации, но выигрывает в компенсации односторонних повреждений, в то время как, абсолютно асимметричный мозг выигрывает в способе обработки информации и проигрывает в компенсации повреждений. Во всяком случае, именно наличие межполушарной асимметрии обеспечивает устранение избыточной информации при принятии решения (путем ограничения числа степеней свободы), участвуя тем самым в оптимизации процесса выбора. По современным представлениям в этом и состоит биологическая роль асимметричной организации мозга.

В результате исследования мозга сизого голубя, серой вороны и галки [1] были выявлены отличия в клеточном составе между левым и правым полушарием у изученных птиц.

Количество одиночных нейронов. У голубя сизого в левом полушарии количество нейронов достоверно больше в полях *Hyperstriatum dorsale* (Hd) ($p=0,05$), *Palaeostriatum augmentatum* (Pa) ($p<0,001$), *Arhistriatum* (Ar) ($p=0,05$). В правом полушарии большее число нейронов наблюдается в полях *Hyperstriatum accessorium* (Ha) ($p<0,001$), *Neostriatum* (Ne) ($p=0,012$). В левом полушарии конечного мозга галки количество нервных клеток больше в полях *Hyperstriatum dorsale* (Hd) ($p<0,001$), *Ectostriatum* (E) ($p=0,03$) и *Palaeostriatum primitivum* (Pp) ($p=0,002$). В правом полушарии количество нейронов преобладает в полях *Hyperstriatum accessorium* (Ha) ($p<0,001$), *Neostriatum* (Ne) ($p=0,001$).

В стриатуме вороны серой преобладание количества нейронов в левом полушарии наблюдается в полях *Ectostriatum* (E) ($p=0,002$), *Palaeostriatum primitivum* (Pp) ($p=0,0034$) и *Arhistriatum* (Ar) ($p<0,001$). В правом полушарии нейроцитов больше *Neostriatum* (Ne) ($p=0,001$). Количество нейроглиальных комплексов (НГК). В конечном мозге сизого голубя в левом полушарии количество нейроглиальных комплексов больше в полях *Hyperstriatum dorsale* (Hd) ($p<0,001$), *Hyperstriatum accessorium* (Ha) ($p=0,001$), *Neostriatum* (Ne) ($p<0,001$), *Palaeostriatum augmentatum* (Pa) ($p<0,001$).

У галки число НГК левого полушария превышает правое в полях *Hyperstriatum dorsale* (Hd) ($p<0,001$), *Neostriatum* (Ne) ($p<0,001$), *Palaeostriatum primitivum* (Pp) ($p=0,05$). Количество нейроглиальных комплексов в левом полушарии серой вороны больше в полях *Hyperstriatum ventrale* (Hv) ($p<0,001$), *Neostriatum* (Ne) ($p<0,001$), *Palaeostriatum augmentatum* (Pa) ($p<0,001$). Для анализа полученных данных важно рассмотреть функциональную значимость исследуемых полей. Поле *Neostriatum*, является зоной наиболее прямого представительства слухового и соматосенсорного анализаторов. В полях *Hyperstriatum accessorium* (Ha), *Hyperstriatum dorsale* (Hd), *Hyperstriatum ventrale* (Hv) и *Ectostriatum* (E) происходит обработка зрительной информации (эти поля прогрессивнее развиты в левом полушарии) [1]. Таким образом, обнаруженная структурная асимметрия ярко выражена именно в тех областях мозга, где наблюдается функциональная межполушарная асимметрия, т. е. сенсорных зонах мозга (зрительной, слуховой). [1]

Неоднородность функций левого и правого полушария по нашему мнению необходимо учитывать и при создании ИНС. Упрощенно работу мозга можно описать следующим образом. Сигналы из внешнего мира улавливаются рецепторами, и информация о них поступает в определенные отделы мозга (левого и правого полушария), где она обрабатывается и синтезируется. На основе полученных данных принимается решение об ответном действии организма на внешние раздражители, сигнал об этом поступает к моторным нейронам, которые в свою очередь приводят в действие мышцы.

Используя уже имеющиеся данные по асимметрии левого и правого полушария на примере конечного мозга птиц можно создать две нейронные сети (рис. 6), одна из которых соответствует строению левого (А), а второе — правого полушария (Б). Каждая из них взаимно соединяется с устройством коммутации (В), где сигналы поступающие из обоих НС синтезируются и проверяются. Выходной сигнал идет на «устройство принятия решения» (Г). Д в данном случае обозначает устройство обратной связи (внешняя среда.)

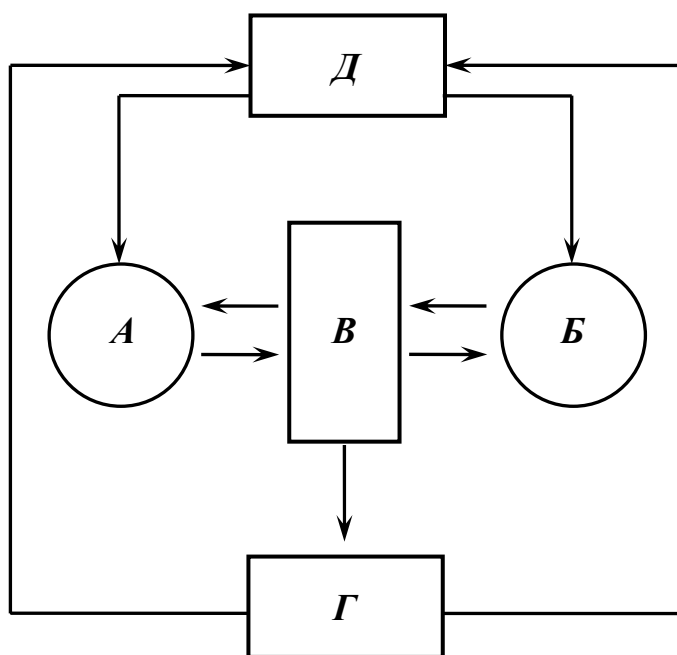


Рис. 6. Схема предлагаемой сложной ИНС
А – левая ИНС, Б – правая ИНС, В – устройство коммутации, Г – устройство принятия решения, Д – устройство обратной связи

Обработка поступающих сигналов в нейронных сетях А и Б идет не идентично, здесь применяются различные типы логик. В одной из созданных систем может применяться Булева (или линейная) логика. В ней используется три оператора: логическое ДА, логическое НЕТ, логическое ИЛИ (добавление термина «логический» необходимо потому, что никакие промежуточные — почти ДА, почти НЕТ и т.п. в Булевой логике не допустимы). Во

второй нейронной сети может быть использована нечеткая логика. В отличие от линейной логики, в которой для всех явлений существует только три оператора, в нечеткой логике для каждой переменной разрабатываются свои логические операторы (термы). Данные, полученные из двух ИНС работающих при помощи разных типов логик, будут дополнять друг друга и информация, соответственно, окажется полнее, чем это могло бы быть при использовании только одного типа. Вероятнее всего, что и решение принятое такой сложной системой будет адекватнее поставленной задаче. Логично было бы предположить, что скорость работы такой нейронной сети, время её обучения и эффективность изменится.

Кроме того, в известных ИНС используется только один тип клеток, тогда как в реальном мозге в сеть включены нейроглиальные комплексы (см. Фото 2). Что делает нейроглия. Считается что это вспомогательные клетки, осуществляющие функцию питания и/или поддержки нейронов. Однако, судя по морфологической организации, нейрон явно отправляет какую-то информацию в нейроглиальные клетки. Не есть ли это какой-то вариант устройства распределенных вычислений, стэка или ячейки памяти для хранения копии входного сигнала. Не следует ли попытаться смоделировать нейронную сеть, содержащую два типа клеток, в одном из которых будут храниться образы готовых, ранее принятых решений. Вопрос остается открытым.

Литература

- [1] Хьюбел Д. и соавт. Мозг. – М. : Мир (1981)
- [2] Хазен А. М. Разум природы и разум человека. – М. : НТЦ Университетский (2000)
- [3] SCIENTIFIC AMERICAN September (1979), Спец. выпуск
- [4] Зорина З. А., Полетаева И. И. Элементарное мышление животных. – М. : Аспект Пресс (2001)
- [5] Воронов Л. Н. Морфофизиологическое совершенствование органов птиц в связи с развитием их рассудочной деятельности. – Казань (2003)
- [6] Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика (1992)
- [7] Гроссберг С. Внимательный мозг. – Центр адаптивных систем и Отдел когнитивных и нейронных систем Бостонского университета (1973)
- [8] Спрингер С., Дейч Г. Левый мозг, правый мозг. – М. : Мир (1983)
- [9] Levy J., Trevarthen C., Sperry R. W. Perceptual, Semantic Language Processes in Split Brain Patient // Brain. – V. 100 105–108 (1977)
- [10] Бианки В. Л. Асимметрия мозга животных. – Л. : Наука (1985)
- [11] Воронов Л. Н., Алексеева Н. В., Романова Н. М. Изучение птиц на территории Волжско – Камского края // Всероссийская научн.–практ. конф. – Чебоксары, 21–25 (2007)
- [12] Крушинский Л. В. Биологические основы рассудочной деятельности. – М. : МГУ (1986)

БИОХИМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ПРОЦЕССОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА ГЛЮКОЗОЙ

И. П. Зелди, Л. Б. Киселева, Л. И. Камышева

*ГОУВПО Марийский государственный университет
(424000, г. Йошкар – Ола, пл. Ленина, д. 1)
E – mail: zeldi@marsu.ru*

Проведен анализ биохимических и молекулярных механизмов обеспечения и регуляции поступления глюкозы в клетки головного мозга, а также механизмов, обеспечивающих сопряженность и сбалансированность поступления в нейроны глюкозы и кислорода.

Biochemical and molecular mechanisms of maintenance and regulation of entering of a glucose the analysis is spent to cells of a brain, and also the mechanisms providing an associatively and equation of entering in neurons of a glucose and oxygen.

Ключевые слова: глюкоза, гликолиз, гипоталамус, гипофиз, железы внутренней секреции, кислород, 2,3 – бифосфоглицерат.

Одними из важнейших элементов, обеспечивающих нормальное протекание метаболических процессов в нейронах и клетках глии, являются поступление глюкозы и сопряжение этого процесса с обеспечением кислородом.

Регуляторные системы, обеспечивающие всасывание в кровь глюкозы как эндо–, так и экзогенного происхождения, поступление ее в клетки головного мозга и других органов, отличаются сложностью и многогранностью. Участие в этом процессе принимают практически все системы организма, однако особая роль принадлежит ЦНС, пищеварительной и эндокринной системам.

Роли отдельных структур головного мозга и его периферийных представительств в регуляции и сопряженности различных аспектов метаболизма, включая метаболизм глюкозы в клетках головного мозга, в современной литературе уделено огромное внимание [1, 3, 10].

Значительная часть этой информации носит фрагментарный характер и не объединена в единое целое с выделением причинно – следственных связей.

Ведущая роль в нейро – гуморальной регуляции метаболических процессов, в их сбалансированности и сопряженности в нейронах и клетках глии ЦНС, а также в тканеспецифических видоизмененных нейронах ее периферийных представительства, принадлежит отделам древнего мозга и, прежде всего, гипоталамусу. Обусловлено это спецификой его морфофункционального строения. Гипоталамус, как часть древнего мозга, содержит 52 группы ядер, объединенных в 5 зон и состоящих из различных популяций клеток [2, 5, 9].

В отличие от любой другой структуры головного мозга, гипоталамус имеет самое мощное кровоснабжение дублирующего характера. Васкуляризация части нейронов осуществляется через сосуды виллизиева круга, тогда как другой — через капиллярную сеть нижней и средней мозговых артерий. Та часть органа, кровоснабжение которой осуществляется через виллизиев круг, имеет типичное для ЦНС строение капиллярной сети, хотя диаметр капилляров в 5 – 10 раз меньше, чем в других органах, и они имеют очень высокую плотность эндотелиоцитов на каждый мкм^2 площади. Это типичная структура гемато – энцефалического барьера [5, 10].

Другая же часть гипоталамуса, кровоснабжение которой идет напрямую от артерий мозга, имеет своеобразное строение стенок капилляров. В этих капиллярах встречаются не только фенестры, но и целые участки, где отсутствуют эндотелиоциты. По существу, в этих участках отсутствует гемато – энцефалический барьер. Через такую капиллярную сеть в нейроны легко проникают как низко-, так и высокомолекулярные органические соединения, включая полярные и заряженные. Клетки этой части гипоталамуса содержат целый комплекс рецепторов к различным химическим соединениям, включая рецепторы к самой глюкозе, протонам, к парциальному давлению кислорода и углекислого газа и др.

Отсутствие гематоэнцефалического барьера в капиллярной сети второго типа и объясняет исключительно высокую чувствительность гипоталамуса к химическому составу крови. Гипоталамус, реагируя на химические соединения, в том числе и на глюкозу, оказывает влияние на другие отделы головного мозга: вегетативную нервную систему, железы внутренней и внешней секреции, системы пищеварения, выделения и др. Любые изменения концентрации, например глюкозы в крови, за пределы физиологической константы, вызовут комплекс реакций гипоталамуса, направленных на изменение и стабилизацию биохимических реакций с участием этого вещества.

Влияние гипоталамуса на указанные структуры осуществляется двумя путями: нейрональным и гуморальным. Связь гипоталамуса с остальными отделами древнего мозга (гипофиз, ретикулярная формация, лимбическая система, мозжечок и др.), а также с отделами неокортекса и, может быть вегетативной нервной системой, осуществляется либо через гипофиз (трансденогипофизарно), либо парааденогипофизарно, т.е., минуя гипофиз.

В регуляторной связи гипоталамуса с железами внутренней секреции преобладает гуморальное воздействие, так как подавляющая часть нейросекреторных клеток эндокринных желез не имеет прямой иннервации [10].

Все формы связи гипоталамуса с остальными отделами головного мозга, с вегетативной нервной системой и железами внутренней секреции являются двухсторонними: каждая из этих структур в той или иной форме или степени оказывает воздействие на гипоталамус. В гуморальном взаимодействии гипоталамуса с железами внутренней секреции и вегетативной нервной системой участвует гипоталамус – гипофизарная «ось». Суть этого взаимодействия состоит в том, что биологически активные вещества, образующиеся в гипоталамусе, действуют на аденогипофиз. В ответ на это в гипофизе синтезируется комплекс новых биологических веществ, как правило, белковой природы, которые воздействуют на эндокринные железы и элементы метасимпатической нервной системы. Реакцией на это воздействие является биосинтез железами внутренней секреции и нейросекреторными клетками, например, метасимпатической нервной системы, целого комплекса гормонов, медиаторов и транзит-

теров различной химической природы и направленности биологического действия на огромное количество биохимических реакций и преобразований.

В ответ на воздействие химических веществ, например глюкозы, на рецепторы нейронов гипоталамуса, в них происходит биосинтез и выделение в кровь и межклеточную жидкость двух групп релизинг – факторов белковой природы: либеринов и статинов. К группе либеринов относятся соматолиберин, тиреолиберин, пролактолиберин, гонадолиберин, кортиколиберин и др., к группе статинов — пролактостатин и соматостатин. Объектом прямого действия либеринов и статинов является гипофиз. Каждый из либеринов, действуя на определенную популяцию клеток аденогипофиза, стимулирует в них биосинтез соответствующих тропинов (соматотропин, кортикотропин, тиреотропин, гонадотропин и др.). Тропины поступают в кровоток и доставляются к соответствующим органам – мишеням и оказывают на них стимулирующее действие. Стадины гипоталамуса, действуя на гипофиз, оказывают обратное действие, т.е. подавляют биосинтез и выделение в кровь тропинов.

Группа тропинов оказывает селективное влияние на метаболизм в различных типах клеток – мишеней эндокринных желез, что приводит к изменению химического состава и количества интермедиатов и конечных продуктов. На увеличение или снижение концентрации тех или иных интермедиатов в результате действия тропинов или статинов на клетки – мишени незамедлительно реагируют клетки метасимпатической нервной системы, посылающие соответствующие нейрогуморальные сигналы в гипоталамус. Продублированный сигнал метасимпатической нервной системы в гипоталамусе об изменении того или иного аспекта метаболизма в любом органе сомато – висцеральной системы приводит к незамедлительному изменению скорости синтеза и выделения в кровь, соответственно, либеринов или статинов. Эти изменения усиливают биосинтез или ингибирование соответствующих тропинов в аденогипофизе. Все это только один из примеров регуляции углеводного обмена по принципу обратной связи, обеспечивающих гомеостаз [1, 3].

Метаболические процессы в нейронах ЦНС и в нейронах периферийных ее представительств «подчиняются» общим правилам регуляции процесса. Однако, в связи с предельно узким набором органических веществ, поступающих в нейроны и используемые в качестве материала для биосинтеза и образования энергии, метаболизм в клетках нервной системы имеет свою специфику.

Моноисточником пластического материала и энергии в нейронах на 85 – 90% является глюкоза. Установлено, что более 12% глюкозы, поступающей в кровь из различных источников, попадает в нейроны, хотя массовая доля этих клеток в организме не превышает 1,6 – 1,9% от массы тела «среднего» человека (70 кг). На долю других соединений, включая ацетоацетат и незаменимые аминокислоты, приходится не более 10 – 15% [2].

Концентрация глюкозы в крови в норме колеблется в пределах от 3,7 до 5,5 ммоль $\times$ л⁻¹. Непосредственная регуляция концентрации глюкозы в крови и ее поступление в нейроны, включая клетки самого гипоталамуса, осуществляется с помощью многих гормонов, в том числе инсулином, глюкагоном, альдостероном, глюкокортикоидными гормонами, адреналином, тиреоидными и стероидными гормонами и многими другими.

Концентрация глюкозы в крови — это динамичный, непрерывно меняющийся процесс, зависящий от целого ряда других факторов:

- ✓ от количества углеводов, поступающей с пищей, и интенсивности их всасывания в желудочно – кишечном тракте;
- ✓ от интенсивности процессов гликогенолиза, глюкогенеза и глюконеогенеза;
- ✓ от интенсивности поступления в кровь.

При повышенных или пониженных концентрациях глюкозы в крови молекулярные механизмы регуляции ее поступления в клетки и включение в метаболизм различны. Так, например, при низкой концентрации глюкозы в крови (гипогликемия), обусловленной ограниченным ее поступлением из разных источников (пища или гликоген) или в связи с нарушением ее поступления и утилизации в клетках, преобладают три группы процессов. Все эти

процессы направлены на выравнивание концентрации глюкозы до пределов физиологической константы ($4,8 - 7,2 \text{ ммоль} \times \text{л}^{-1}$).

Снижение концентрации глюкозы в крови, поступающей в вентральную область гипоталамуса, где расположены хеморецепторы к этому соединению, является сигналом для усиления биосинтеза и выделения в кровь либеринов. Током крови либерины переносятся в аденогипофиз. Под действием либеринов в нейронах аденогипофиза происходит активация биосинтеза и выделение в кровь целой группы тропинов, в том числе аденокортикотропного гормона, соматотропина, тиреотропина и др., действующих на соответствующие железы внутренней секреции. Параллельно с гуморальным воздействием на железы внутренней секреции происходит и нейрональное (через симпатический отдел вегетативной нервной системы) воздействие на образование целой гаммы биологически активных веществ в желудочно – кишечном тракте и печени.

Одним из первых, но ключевых звеньев в ликвидации временно гипогликемического состояния является снижение концентрации инсулина в результате ингибирования его биосинтеза и усиление биосинтеза и экскреции в кровь глюкагона. Концентрация инсулина может снижаться с 1 до $0,4 \text{ мкг} \times \text{л}^{-1}$ на 5 литров крови, а глюкагона, наоборот, возрастает с $0,15$ до $1 \text{ мкг} \times 5 \text{ л}^{-1}$.

В отделах древнего мозга, включая большую часть ядер гипоталамуса, инсулин как первичный мессенджер не взаимодействует с рецепторами этих клеток и не регулирует поступление глюкозы. В этих структурах головного мозга сама молекула глюкозы является первичным мессенджером «открывания ворот» в мембранном барьере. Роль инсулина для большей части нейронов структуры древнего мозга, состоит в обеспечении поступления в клетки группы незаменимых аминокислот. В подавляющей части нейронов неокортекса поступление глюкозы осуществляется системой инсулин – глюкагон [5, 8].

Вторая группа процессов в состоянии гипогликемии направлена на обеспечение общеорганизменного энергосберегающего режима потребления глюкозы органами и тканями, за исключением клеток головного мозга и клеток его периферийных представительств. В этих условиях возрастает концентрация глюкокортикоидов и др. гормонов, в том числе и альдостерона, под действием которого в плазме крови концентрация Na (как элемента симпортного переноса в клетки глюкозы) возрастает. Происходит активация глюконеогенеза из аминокислот и жирных кислот с последующим усилением гликогенолиза, что увеличивает концентрацию глюкозы.

Третья группа процессов направлена на формирование и реализацию поискового рефлекса Слонима (поиск пищи). Рефлекс реализуется через систему гипоталамус – кора – желудочно – кишечный тракт [9].

Механизмы регуляции обмена глюкозы при гипергликемических состояниях не менее сложны и многогранны, чем механизмы устранения гипогликемии.

Сам по себе гликолиз — это последовательность реакций, приводящих к превращению глюкозы в пируват с одновременным образованием АТФ. Он предшествует циклу трикарбоновых кислот и цепи переноса электронов, которые вместе извлекают большую часть энергии, содержащейся в глюкозе. При аэробных условиях пируват проникает в митохондрии, где он полностью окисляется до CO_2 и H_2O . При недостаточном содержании кислорода, как это может иметь место в активно сокращающейся мышце, пируват превращается в лактат. Гликолитический путь играет двойную роль: он приводит к генерированию АТФ в результате расщепления глюкозы, и он же поставляет строительные блоки для реакций синтеза, таких, как образование жирных кислот с длинной цепью [7].

Все промежуточные продукты гликолиза, расположенные в гликолитической последовательности между глюкозой и пируватом, находятся в фосфорилированной форме. Безкислородный этап гликолиза протекает в цитозоле клетки. Первая стадия, представляющая собой превращение глюкозы во фруктозо-1,6-бисфосфат, происходит в три этапа: фосфорилирование, изомеризация и вторая реакция фосфорилирования. Стратегия этих начальных сту-

пений гликолиза сводится к образованию соединения, которое может легко расщепляться на фосфорилированные фрагменты, содержащие три углеродных атома. Из этих трехуглеродных фрагментов на последующих этапах извлекается энергия.

Глюкоза проникает в большинство клеток при помощи специфического переносчика или системы активного транспорта. Судьба глюкозы внутри клетки однозначна: она фосфорилируется при участии АТФ с образованием глюкозо-6-фосфата. Перенос фосфорильной группы с АТФ к гидроксильной группе при С-6 глюкозы катализируется гексокиназой (рис. 1).

Следующий этап гликолиза — это изомеризация глюкозо-6-фосфата во фруктозо-6-фосфат. Шестичленное пирановое кольцо глюкозо-6-фосфата превращается в пятичленное фурановое кольцо фруктозо-6-фосфата. Эта изомеризация глюкозо-6-фосфата во фруктозо-6-фосфат представляет собой превращение альдозы в кетозу [7].

За стадией изомеризации следует вторая реакция фосфорилирования. Фруктозо-6-фосфат фосфорилируется за счет АТФ с образованием фруктозо-1,6-бифосфата. Реакция катализируется аллостерическим ферментом фосфофруктокиназой. Ход гликолиза лимитируется уровнем активности этого фермента.

Вторая стадия гликолиза состоит из четырех этапов и начинается с расщепления фруктозо-1,6-бифосфата с образованием глицеральдегид-3-фосфата и дигидроксиацетонфосфата. В дальнейших реакциях гликолиза участвуют трехуглеродные, а не шестиуглеродные соединения. Это превращение катализируется альдолазой.

Глицеральдегид-3-фосфат стоит на «столбовом пути» гликолиза. К дигидроксиацетонфосфату это не относится. Однако дигидроксиацетонфосфат может легко превращаться в глицеральдегид-3-фосфат. Эти соединения являются изомерами. Таким образом, две молекулы глицеральдегид-3-фосфата образуются из одной молекулы фруктозо-1,6-бифосфата (рис. 1).

Следующей стадией идет превращение глицеральдегид-3-фосфата в 1,3-бифосфоглицерат (1,3-БФГ), катализируемое глицеральдегид-3-фосфат-дегидрогеназой. При этой окислительно-восстановительной реакции происходит генерирование высокоэнергетического фосфатного соединения [7].

На следующем этапе гликолиза высокий потенциал переноса фосфорильной группы, присущий 1,3-БФГ, используется для генерирования АТФ. Это первая реакция гликолиза, в которой происходит образование АТФ. Перенос фосфорильной группы от ацилфосфатной группы 1,3-БФГ на АДФ катализируется фосфоглицераткиназой. В качестве продуктов реакции образуется АТФ и 3-фосфоглицерат.

Последняя стадия гликолиза осуществляется в три этапа, в результате которых происходит превращение 3-фосфоглицерата в пируват и образование второй молекулы АТФ.

Первая из этих реакций представляет собой внутримолекулярную перестройку. При превращении 3-фосфоглицерата в 2-фосфоглицерат, катализируемой фосфоглицератмутазой, происходит перемещение фосфорильной группы (рис. 1).

Вторая реакция состоит в образовании енола в результате дегидратации 2-фосфоглицерата. Образование фосфоенолпирувата катализируется енолазой. Последняя реакция — образование пирувата с одновременным образованием АТФ. Перенос фосфорильной группы от фосфоенолпирувата к АДФ катализируется пируваткиназой [7].

Таким образом, в ходе превращения глюкозы в пируват происходит образование двух молекул АТФ (образуется 4 молекулы АТФ, но 2 идут на фосфорилирование глюкозы). Дальнейшие реакции гликолиза протекают уже в митохондриях и идут с участием кислорода.

Особый интерес вызывает гликолиз в клетках крови. Эритроцит выполняет свою главную функцию — транспорт кислорода и углекислого газа — благодаря тому, что содержит 34% раствор гемоглобина. Зрелый эритроцит млекопитающих не содержит ядра и обладает сравнительно низким дыхательным метаболизмом, в нем отсутствуют органеллы и, следова-

тельно, нет цикла трикарбоновых кислот, а только бескислородный этап гликолиза, который характеризуется наличием обходного пути с образованием 2,3-БФГ [8].

Напомним, что 2,3-бифосфоглицерат (2,3-БФГ) служит регулятором транспорта кислорода в эритроцитах. Он снижает сродство гемоглобина к кислороду, стабилизируя дезоксигенированную форму гемоглобина. Эритроциты характеризуются высокой концентрацией 2,3-БФГ, что отличает их от других клеток, содержащих лишь следовые количества этого соединения. Синтез и расщепление 2,3-БФГ идут в обход гликолитического пути (рис. 1) Под действием бифосфоглицератмутаза (дифосфоглицератмутаза) 1,3-БФГ превращается в 2,3-БФГ [7, 11].

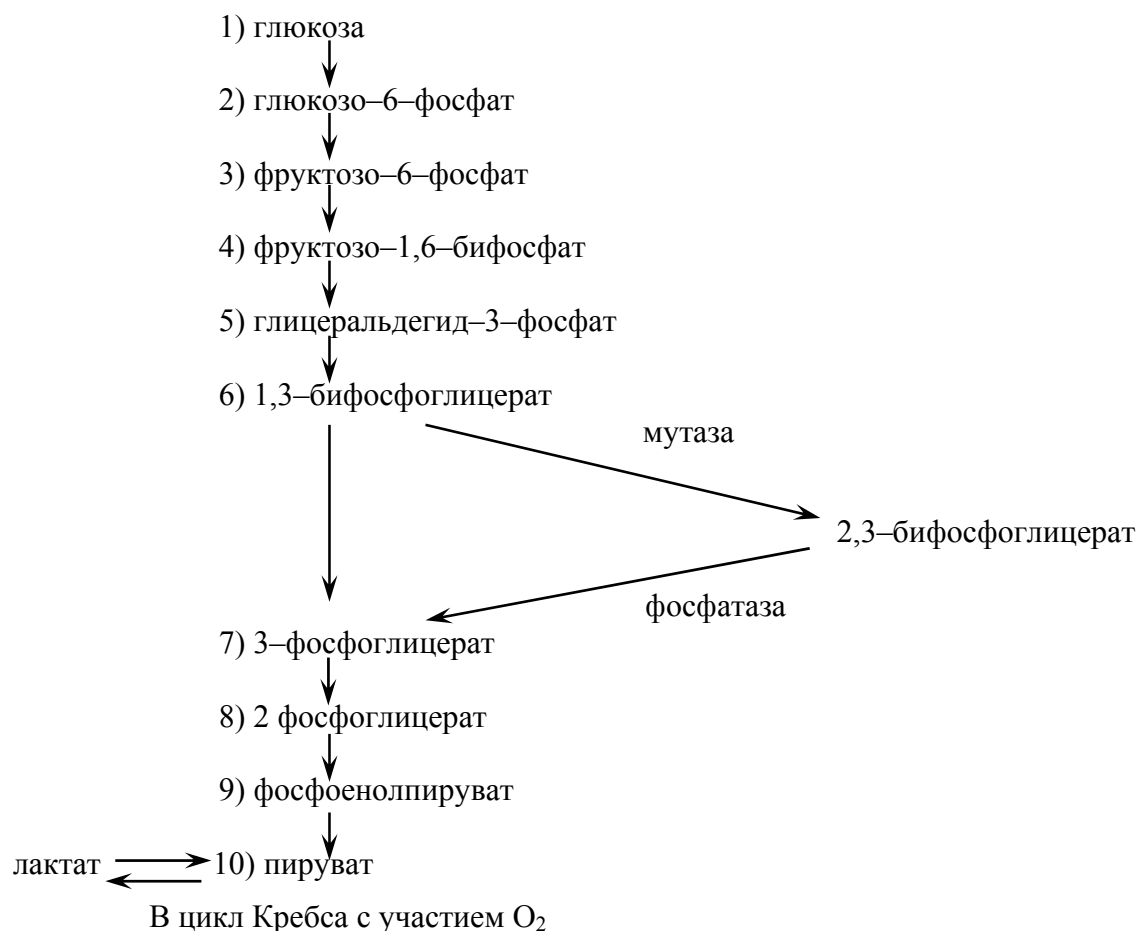


Рис. 1. Схема гликолитического пути

2,3-БФГ гидролизует 2,3-бифосфоглицератфосфатазой с образованием 3-фосфоглицерата. Фосфатаза — фермент, катализирующий гидролиз фосфатного эфира. Интересен механизм этой мутазной реакции. 3-фосфоглицерат является ее обязательным участником, хотя в итоговой стехиометрии реакции он не фигурирует. Мутаза одновременно связывает 1,3-бифосфоглицерат и 3-фосфоглицерат. В этом тройном комплексе происходит перенос фосфорильной группы от С-1 1,3-бифосфоглицерата на С-2 3-фосфоглицерата.

В данной мутазной реакции 2,3-БФГ выступает как мощный конкурентный ингибитор в отношении 1,3-БФГ. Таким образом, скорость синтеза 2,3-БФГ отчасти зависит от его собственной концентрации. Другим регуляторным фактором является концентрация 1,3-БФГ, поскольку фермент не всегда насыщен этим соединением. В отличие от этого содержание 3-фосфоглицерата в эритроцитах почти находится на том уровне, который необходим для насыщения мутаза. Таким образом, *скорость синтеза 2,3-БФГ регулируется концентрацией не связанных 1,3-БФГ и 2,3-БФГ.*

Гликолиз в эритроцитах и транспорт кислорода связаны между собой участием в обоих процессах 2,3-бисфосфоглицерата. А это означает, что нарушения гликолиза могут оказывать влияние на транспорт кислорода. Действительно, у некоторых больных с наследственными нарушениями гликолиза в эритроцитах диссоциационные кривые кислорода изменены. При недостаточности гексокиназы концентрация промежуточных продуктов гликолиза находится на низком уровне вследствие нарушения первого этапа процесса — фосфорилирования глюкозы. Для эритроцитов таких больных характерна пониженная концентрация 2,3-БФГ, а, следовательно, гемоглобин у них обладает ненормально высоким сродством к кислороду. Прямо противоположные изменения имеют место в случае недостаточности пируваткиназы. Концентрация промежуточных продуктов гликолиза оказывается ненормально высокой, что объясняется блокированием конечного этапа процесса. Соответственно содержание 2,3-БФГ вдвое превышает норму, что обуславливает низкое сродство гемоглобина к кислороду. Отклонения от нормы диссоциационных кривых кислорода при недостаточности гексокиназы и пируваткиназы казались необъяснимыми, пока не было установлено, что 2,3-БФГ служит регулятором транспорта кислорода [7, 8].

Заключение

Итак, каковы бы не были молекулярные механизмы, обеспечивающие поступление глюкозы в нейроны, конечной целью этого процесса является ее вовлечение в завершенный метаболизм с образованием 36 молекул АТФ, CO_2 и H_2O . Достижение этого возможно только при эквимольном поступлении в митохондрии клеток кислорода. В связи с тем, что главным фактором, определяющим количество кислорода, реально поступающего в клетки, является именно 2,3-бисфосфоглицерат (БФГ) как один из промежуточных продуктов гликолиза, то создается впечатление, что количество глюкозы, поступающей в клетку, является решающим фактором, определяющим поступление туда же и соответствующего количества O_2 (рис. 2). Без молекулы кислорода распад молекулы глюкозы будет только частичным (до стадии пировиноградной и молочной кислот гликолиза). Именно эти соединения являются главным сырьем для цикла Кребса, где и происходит полная деградация молекулы глюкозы до CO_2 и H_2O с одновременным синтезом 34 молекул АТФ (еще 2 молекулы АТФ образуются на этапе бескислородного распада глюкозы). В то же время, наличие в нейронах гипоталамуса баррорецепторов, чутко реагирующих (в виде синтеза соответствующих релизинг-факторов) на смену парциального давления O_2 , CO_2 и H^+ наводит на мысль, что падение $p\text{O}_2$ за счет его поступления в клетки и увеличение $p\text{CO}_2$ и H^+ , возрастающих за счет предыдущего метаболического цикла. Это позволяет предположить, что увеличение $p\text{CO}_2$ и концентрации H^+ в крови могут быть факторами, вовлекающими в клетки и в метаболизм новую порцию глюкозы через активацию оси гипоталамус – гипофиз [4, 6, 9].

Молекулярные механизмы этих взаимосвязанных и взаимозависимых процессов поступления в нейроны глюкозы и кислорода не изучены. Опираясь на результаты предыдущих исследований, направленных на изучение зонального изменения концентрации 2,3-БФГ и активности ферментов его образования и распада, создается впечатление, что сопряженность и непрерывность поступления в нейроны глюкозы и кислорода обеспечивается при помощи промежуточных и конечных продуктов метаболизма глюкозы. 2,3-БФГ как промежуточный продукт этого процесса определяет параметры поступления O_2 в клетки, а конечные продукты — CO_2 и H^+ (через гипоталамус – гипофизарную систему) определяют количественные параметры поступления новой порции глюкозы. Не исключено (априори), что этим достигается не только сопряженность и сбалансированность поступления глюкозы и кислорода в клетки головного мозга и совместное их участие в метаболизме, но и непрерывность процесса: промежуточный продукт распада глюкозы обеспечивает поступление в клетки кислорода, а конечные продукты окислительной деградации глюкозы влекут за собой поступление новой порции глюкозы. Происходит это при участии указанных выше нейрогуморальных механизмов.

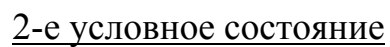
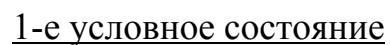
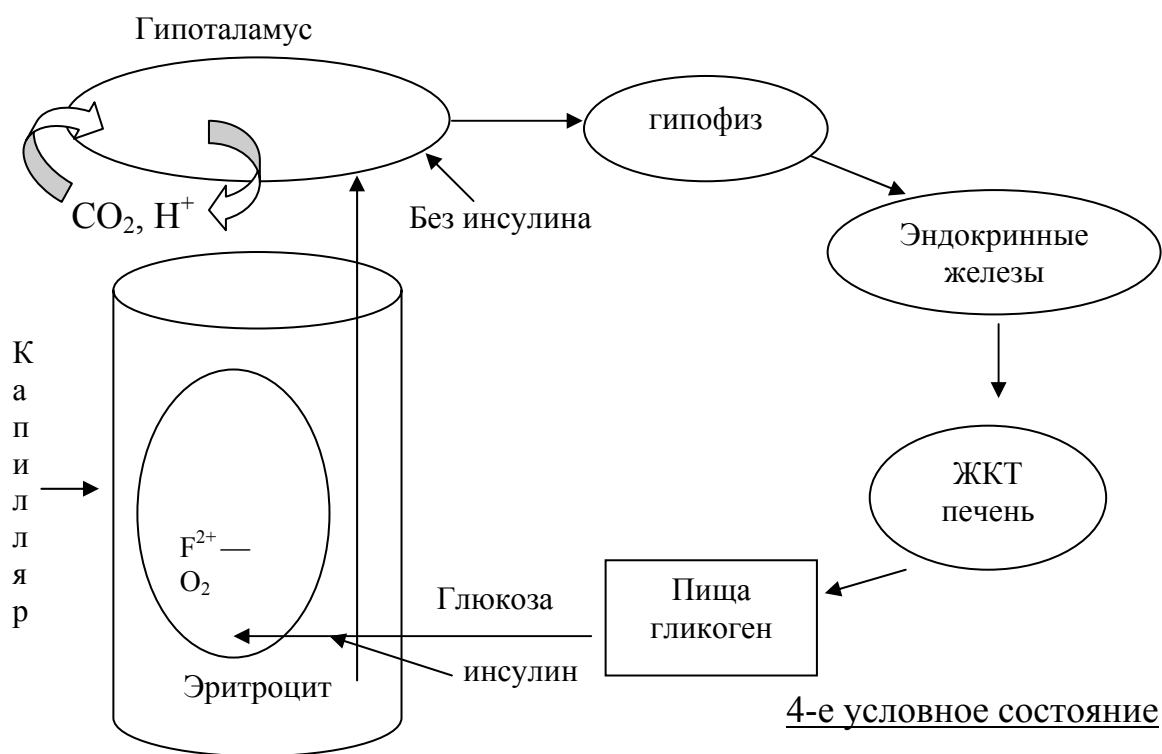
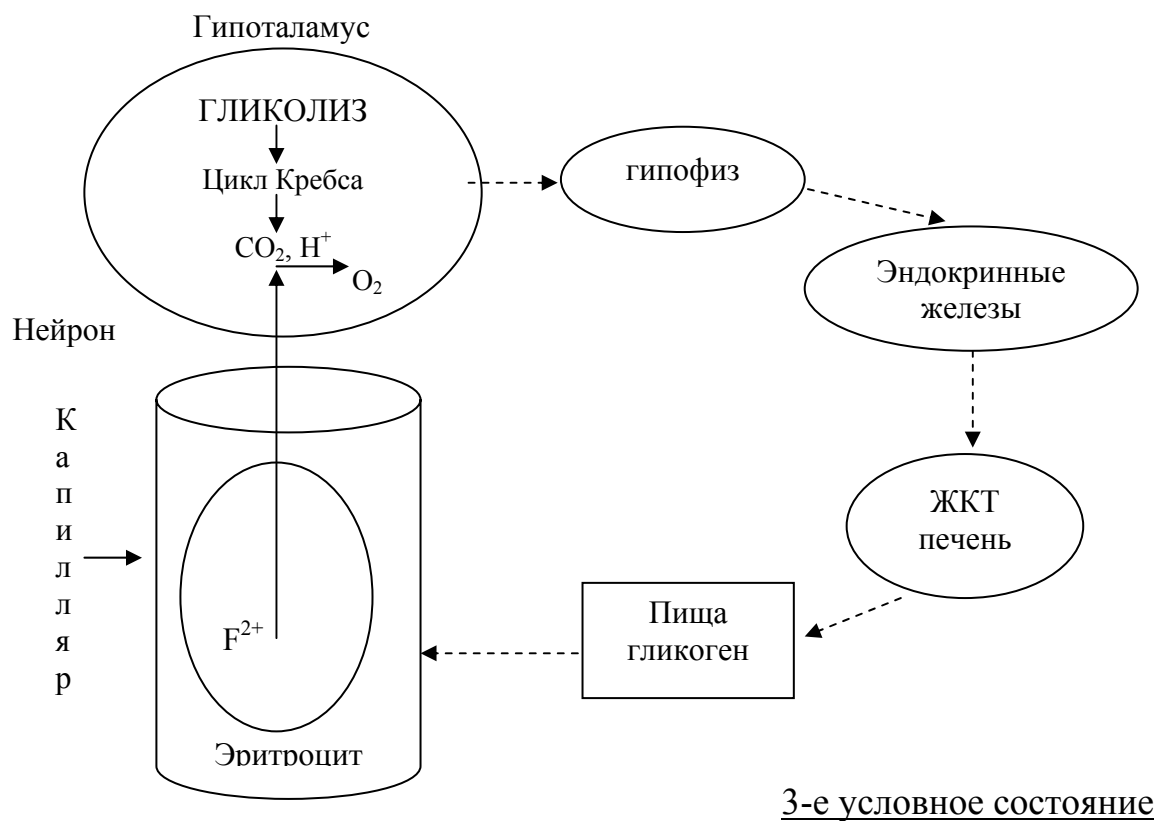


Рис. 2. Схема сопряженности и взаимозависимости глюкозы и O_2

Примечание:
продукт промежуточного бескислородного распада глюкозы (2,3-БФГ) в эритроцитах обеспечивает поступление O_2 в нейроны;



при их поступлении в нейроны головного мозга

конечные продукты распада глюкозы в цикле Кребса в нейронах (CO_2 и H^+), через рецепторы гипоталамуса чувствительные к pCO_2 и H^+ активизируют систему гипоталамус – гипофиз – эндокринные железы – ЖКТ и печень и обеспечивают поступление в эритроциты и нейроны новой порции глюкозы.

Инновационная площадка, формируемая на базе полученных результатов фундаментальных исследований по изучению молекулярных основ мозгового кровообращения у человека, может включать:

- ✓ диагностический комплекс и медицинские услуги по диагностике причин возникновения энцефалопатии человека и рекомендациям фармакологической коррекции процесса нарушения функций головного мозга;
- ✓ методику повышения выносливости у спортсменов в спорте высоких достижений;
- ✓ методики активации умственной и физической деятельности у людей, работающих в экстремальных условиях или выполняющих операторско – диспетчерские работы.

Работа поддержана Фондом СРМФП в НТС по программе «У.М.Н.И.К. 2007»: Государственный контракт № 5346 р/7763 от 16 августа 2007 г.

Литература

- [1] Агаджанян Н. А., Тель Л. З., Циркин В. И., Чеснокова С. А. Физиология человека. – М. : Медицинская книга, Н. Новгород: Издательство НГМА (2001)
- [2] Биохимия мозга / Под ред. И. П. Ашмарина, П. В. Стукалова, Н. Д. Ещенко. – СПб. : Издательство С.–Пб ун–та (1999)
- [3] Брин В. Б., Вартанян И. А., Данияров С. Б., Захаров Ю. М. и соавт. Основы физиологии человека : В 2–х т., Т. 1 / Под ред. Б. И. Ткаченко. — С. –Пб. : Международный фонд истории науки (1994)
- [4] Вторичная тканевая гипоксия / Под ред. А. З. Колчинской. – Киев : Научная Мысль (1983)
- [5] Ноздрачев А. Д., Баженов Ю. И., Баранникова И. А., Батуев А. С. и соавт. Начала физиологии / Под ред. А. Д. Ноздрачева. – С. – Пб. : Лань (2001)
- [6] Нормальная физиология : Курс физиологии функциональных систем / Под ред. К. В. Судакова. – М. : Медицинское информационное агентство (1999)
- [7] Страйер Л., Биохимия : В 3–х томах, Т. 2. – М. : Мир (1984)
- [8] Уайт А., Хендлер Ф., Смит Э., Хилл Р., Леман И., Основы биохимии : В 3–х томах, Т. 3. – М. : Мир (1981)
- [9] Физиология человека / Под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. – М. : Медицина (2003)
- [10] Физиология эндокринных систем. В серии: Руководство по физиологии. – Л. : Наука (1979)
- [11] Benesch R. E., Benesch R., The Mechanism of Interaction of Red Cell Organic Phosphates with Hemoglobin // Adv. Protein Chem. **28** (1974) 211–217

ПРОБЛЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Н. В. Карпов, В. Ж. Карпов, Е. В. Карпова

*ГОУВПО «Марийский государственный университет»,
(424000 г. Йошкар – Ола, пл. Ленина 1)
E-mail: n_k82@mail.ru*

Специфика обучения студентов по курсу «теоретические основы электротехники» связана с большим количеством численного материала и большим аналитическим аппаратом. Формализация фиксированных абстрактных информационных образов и их анализ трудоемки и не всегда сопровождаются хорошей визуализацией процесса работы с информацией. В то

же время современные информационные технологии позволяют создавать обучающие системы, создающие виртуальные информационные образы, фиксирующие определенные блоки абстрактной информации. Потому проблема применения современных возможностей информационных технологий для компьютерного проектирования автоматизированных обучающих систем в электротехнике актуальна и востребована по любому разделу электротехники.

Первые эксперименты по применению компьютеров в образовании относятся к началу 1960-х гг. и, несмотря на то, что техническая база ЭВМ и программное обеспечение того времени не соответствовали успешному решению проблемы компьютерной поддержки учебного процесса. Это привело к тому, что программированное обучение представило собой технологию форм образования, построенных по алгоритмическому принципу. Методы программированного обучения не оправдали ожиданий, в тот период, но отработка технологии во многом была использована в дальнейшем при создании компьютерных форм обучения [1]. Главным недостатком АУК (автоматизированных учебных курсов), основанных на принципах программированного обучения, были ограниченные возможности существующей в то время электронно – вычислительной техники.

В 1970-е годы основные усилия теоретиков автоматизированного обучения были направлены на поиск и проверку более совершенных моделей обучения, при этом велась разработка и реализация нового поколения компьютерных средств поддержки обучения — т.е. интеллектуальных (предупреждающих, экспертных) автоматизированных обучающих систем (АОС). Как следствие этих работ стали появляться экспериментальные АОС, где обучающие воздействия выбирались не педагогом, а жестко определялись задачами, поставленными перед соответствующей автоматизированной обучающей системой, и генерировались в зависимости от целей обучения с учетом текущего состояния знаний обучаемого. Для этого, в обучающей системе представлялись знания о том, чему обучать, как обучать, знания о самом обучаемом, что позволяло сопровождать решение задач и производить диагностику знаний последнего.

С конца 1970-х гг. и до сих пор — проблемы управления обучением и тестирования результатов являются предметом исследований в области обучающих программ

А в конце 1980-х гг. стало ясно, что интеллектуализация обучающих систем в первую очередь связана с практическим использованием при их разработке и реализации методов и средств, созданных в рамках исследований экспертных систем [2, 3]. В этот же период велась работа по направлению создания технологии обучающих систем различных классов.

Период 1990-х гг. характеризуется тем, что, проявляется тенденция создания обучающих программ, объединяющих информационные, тренинговые, контролирующие, игровые и обучающие системы, а также их применение в глобальных и, различного уровня, корпоративных сетях [4, 5, 6]. Продолжается разработка интеллектуальных и экспертных обучающих систем, совершенствуются методики и технологии по их созданию [7, 8].

На фоне этих тенденций в настоящее время для реализации практически всех компонентов обучающей программы активно используются технологии мультимедиа. Применение мультимедиа технологий и сценарных моделей представления знаний предметной области позволяет предложить решения для проектирования и создания различных видов компьютерных обучающих систем [9, 10, 11].

Автоматизированные и компьютерные обучающие системы, построенные на основе мультимедиа – технологий, являются сегодня одним из наиболее эффективных средств обучения. Именно здесь в полной мере реализуется древний, но по-прежнему верный принцип методики преподавания: лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать.

Комбинированное использование компьютерной графики, анимации, живого видеоизображения, звука, других медийных компонентов — все это дает совершенно уникальную возможность сделать изучаемый материал максимально наглядным, понятным и запоминае-

мым, что особенно актуально, когда обучаемый должен усвоить большое количество эмоционально – нейтральной информации — производственных инструкций, технологических карт, нормативных документов.

В построении учебного материала огромное значение имеет создание моделей реальных объектов, которые позволяют, как бы проникнуть внутрь объекта, понять основания и суть происходящих процессов, вскрыть внутренние закономерности. Обучающая система строится по определенным принципам: аудиовизуальные лекции разбиты на тематические разделы и хорошо структурированы. Система навигации позволяет быстро найти и перейти к любому выбранному фрагменту, остановить воспроизведение, повторить и "перелистать" экраны. Всегда предусматривается возможность вызова специального текстового окна, дублирующего дикторское озвучивание. Все обучающие системы содержат блоки проверки знаний студента, а также программные приложения, обеспечивающее регистрацию пользователя и ведение протокола обучения.

С помощью автоматизированных и компьютерных обучающих систем занимающийся может сам задавать себе скорость обучения.

Тенденции развития современных информационных технологий определяют постоянное возрастание сложности программного обеспечения компьютерных технологий обучения. Сближение вычислительной и коммуникационной техники ставит новые требования перед специалистами по разработке компьютерных обучающих систем. Создан целый ряд новых, постоянно развивающихся технологий, включающих в себя виртуальную реальность и искусственный интеллект, которые в сочетании с универсальной информационной средой — «Интернет» — предопределили новые направления в образовании.

Развитие компьютерных технологий, интернет – технологий, мультимедиа, систем внутренней видеосъемки экранной динамики и т.д. — стимулировали появление новых форм и методов обучения, связанных с системой профессиональной подготовки специалистов на имитационных тренажерах. Появляется необходимость в инструментарии для формирования базы предметных знаний.

Многих ошибок при создании новых компьютерных учебно – методических средствах можно избежать, если учитывать при работе над проектом положения соответствующих стандартов. Необходимыми условиями стандартизации являются непротиворечивость и высокая способность к взаимодействию, коммерческая жизнеспособность, широкое признание и принятие. Технологические стандарты в сфере образования определяют техническую регламентацию аппаратно – программного обеспечения учебного назначения. Термин «стандарт» используется для описания методов, с помощью которых достигается согласованность и последовательность решения.

Можно полагать, что компьютерные обучающие системы по мере развития стандартов соответствующих технологий и совершенствования образовательной сферы будут составлять ядро учебно – методического обеспечения.

Выделим три основных типа стандартов, которые варьируются по источнику их создания и степени воздействия:

- ✓ стандарты, которые основываются на законах, правительственных постановлениях и требуют процесса сертификации, в котором соответствие стандарту должно быть подтверждено;
- ✓ стандарты, которые широко используются и эффективность которых подтверждена практикой;
- ✓ стандарты внутренние — это правила, предлагаемые и соблюдаемые определенной командой. Например, при разработке мультимедийного проекта можно создать стандарты для использования цветов, экранной разметки, терминологии и стилей интерактивности. Такие внутренние стандарты обычно имеют своей целью достижение согласованности результатов и эффективности производства.

Стандартизации в электронном обучении подлежат элементы образовательных систем и процессы, при создании автоматизированных обучающих систем представляющих программно – технические комплексы, включающих в себя методическую, учебную и организационную поддержку процесса обучения, проводимого на базе информационных технологий.

Уникальные средства контроля и накопления материалов тестирования, индивидуальный подход к обучаемым, — позволяют преподавателю при подготовке специалистов в электротехнике моделировать разнообразные реальные процессы, а также различные внештатные ситуации, воспроизводство которых в реальности сложно, а иногда и невозможно.

А в последующем, на базе полученных знаний, регулярно тренировать профессиональные навыки уже работающих специалистов – энергетиков, освежать в их памяти нечастые в использовании, но от того не менее необходимые знания, даже если опыт работы составляет многие годы. Известно, что ежедневные, рутинные операции притупляют общие навыки, которые применяются редко, а смоделированная экстренная ситуация может выявить неготовность к применению давно забытых навыков и знаний по их применению. После таких тренировок специалист или группа специалистов при возникновении внештатной ситуации в реальных условиях справится с возникшими перед ними проблемами.

В общем случае, в рамках автоматизированных обучающих систем в области электротехники могут решаться следующие задачи:

- задачи управления учебной деятельностью и обучения студентов, задачи связанные с регистрацией и статистическим анализом показателей усвоения учебного материала: определение времени решения задач, определение общего числа ошибок и т.д.;
- задачи, связанные с проверкой уровня знаний, умений и навыков студентов до и после обучения, их индивидуальных способностей и мотиваций;
- задачи, связанные с подготовкой и представлением учебного материала, подготовкой контрольных заданий, лабораторных работ, самостоятельных работ студентов;
- задачи администрирования системы, доставки учебного материала на рабочие станции и задачи обратной связи с обучаемым.

Литература

- [1] Басе Л., Клеменс П, Кацман Р. *Архитектура программного обеспечения на практике.* / Пер. с англ. – СПб. : Питер (2006)
- [2] Калянов Г. Н. *CASE-технологии. Консалтинг при автоматизации бизнес – процессов*, 2-е изд. — М. : Горячая линия – Телеком (2000)
- [3] Коберн А. *Современные методы описания функциональных требований к системам.* / Пер. с англ. – М. : Лори (2002)
- [4] Амриш К., Ахмед Х. З. *Разработка корпоративных Java – приложений с использованием J2EE и UML.* / Пер. с англ. — М. : Издательский дом «Вильямс» (2002)
- [5] Буч Г. *Объектно – ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++,* 2-е изд.: Пер. с англ. М. : Бином, СПб : Невский диалект, (1999)
- [6] Иванников А. Д., Ижванов Ю. Л., Кулагин В. П. *Перспективы использования WWW – технологии в высшей школе России // Информационные технологии.* – 2 (1996).
- [7] Буч Г., Якобсон А., Рамбо Дж. *UML. Классика CS.*: Пер. с англ. – СПб. : Питер, – (2006)
- [8] Гамма Э., Хельм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. *Приемы объектно – ориентированного проектирования. Паттерны проектирования.*: Пер. с англ. –СПб. : Питер (2006)
- [9] Ауэр К., Миллер Р. *Экстремальное программирование: постановка процесса. С первых шагов и до победного конца.* Пер. с англ. – СПб. : Питер (2004)
- [10] Боггс У., Боггс М. *UML и Rational Rose 2002.*: Пер. с англ. – М. : Изд. «Лори» (2004)
- [11] Леффингуэлл Д., Уидриг Д. *Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход* / Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс» (2002)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОВЫХ РЕСУРСОВ ЧЕРНОГО МОРЯ

В. А. Козлов¹, Д. А. Ионова¹, И. И. Попов², А. М. Гладышев², О. А. Лопатиев

¹ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»
(428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38)

E-mail: pooh12@yandex.ru

²ГОУ ВПО Марийский государственный университет
(424001, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 1)

E-mail: popov@marsu.ru

В связи с интенсивной добычей не возобновляемых источников углеводородов (углей и нефти) уже в ближайшие пятьдесят лет реальной становится угроза энергетического голода, который быстро приведет к политическому (военному) переделу мира, быстрому распаду и деградации современной цивилизации в связи с потерей возможности решения этой проблемы по причине потери интеллектуального и трудового потенциала человечества в целом. Поэтому актуальной является задача создания такой энергетики, альтернативной использованию нефти, формирование которой позволило бы избежать значительного передела существующей инфраструктуры. То есть, это должны быть технологии не требующие использования значительных поверхностей суши, необходимой для производства продуктов питания для все увеличивающегося человечества. Это не должны быть технологии, использование которых представляет собой опасность техногенных катастроф. Это должны быть технологии, использующие существующую энергетическую инфраструктуру, поскольку такие технологии позволят не создавать новую инфраструктуру и не озабочиваться проблемой утилизации более не используемых энергетических объектов.

В конечном итоге эти проблемы сводятся к решению вопроса — *что может служить источником энергии в будущем*. Ответ на этот вопрос парадоксален — то же, что и в настоящем: углеводороды, в основном метан и другие энергоемкие аналоги. К таковым может отнести сероводород и метан. Где их можно добыть дополнительно? Если спросить у биолога, геолога или географа, что он знает о глубинах Черного моря, то ответ будет однозначным: «Черное море — огромный резервуар сероводорода». Сероводородную зону в Черном море обнаружил Н. И. Андрусов в 1890 г. Ее происхождение объясняется двумя теориями: геологической и биологической. В 1980 г. сотрудники лаборатории микробной биогеохимии Института микробиологии РАН доказали биогенное происхождение черноморского сероводорода, образующегося сульфатредуцирующими бактериями, обитающими как в водной толще, так и в донных осадках [1]. При этом большая часть сероводорода образуется непосредственно в водной толще, а не мигрирует из осадков. Содержание сероводорода в Черном море 8 – 10 мг/л на глубинах 1000 – 2000 м. Основными источниками поступления сероводорода в Черное море являются Дунай и Днестр, Днепр, Буг, Кубань, Риони. В результате такого напора речной воды, уровень Черного моря на 4 – 5 м выше среднего уровня Атлантического океана. Прибывающая вода создает течение через Босфор, оно направлено из Черного — в Мраморное море. Реки приносят пресную воду, но значительная ее часть испаряется с поверхности моря. Поэтому — Черное море — соленое: соленость поверхностного — до 100 м в глубину — слоя черноморской воды составляет 17‰, но это в два раза ниже солености воды океанов (35‰). Однако, в Черном море наблюдается парадоксальная ситуация обмена воды. Поступающая из рек пресная вода образует слой стометровый пресной воды, который вытекает через Дарданеллы и Босфорский проливы в Средиземное море, тогда как по дну Дарданелл в Черное море из Мраморного поступает соленая вода. Поэтому соленость придонных слоев черноморской воды достигает 30‰ [3].

Почему Черное море является резервуаром сероводорода? Геологически Черное море с его обширной бескислородной водной толщей представляет собой самую мощную на Земле

анаэробную экосистему, образовавшуюся потому, что отток из Черного моря возможен только через мелкий пролив Дарданеллы. Поэтому вся органика, сносимая реками, впадающими в Черное море, и осадками, смывающими органику с побережья Черного моря, остается и метаболизируется различными бактериями до финальных продуктов (H_2O , CO_2 , CH_4 , H_2S). То есть, это сероводород антропогенного (в основном сельскохозяйственного) происхождения [1]. В результате к нашему времени сформировалась геологическая ситуация, которую можно трактовать как экологическую катастрофу. Только поверхностный слой воды Черного моря — до 200 м — является зоной обитания кислородзависимых животных и растений, тогда как вся остальная толща воды до дна содержит сероводород (рис. 1). В этом объеме воды способны жить только сульфатредуцирующие метанообразующие бактерии. Утрируя — Черное море является очень большой электролитной банкой, основным электролитом в которой является растворенный в воде сероводород.

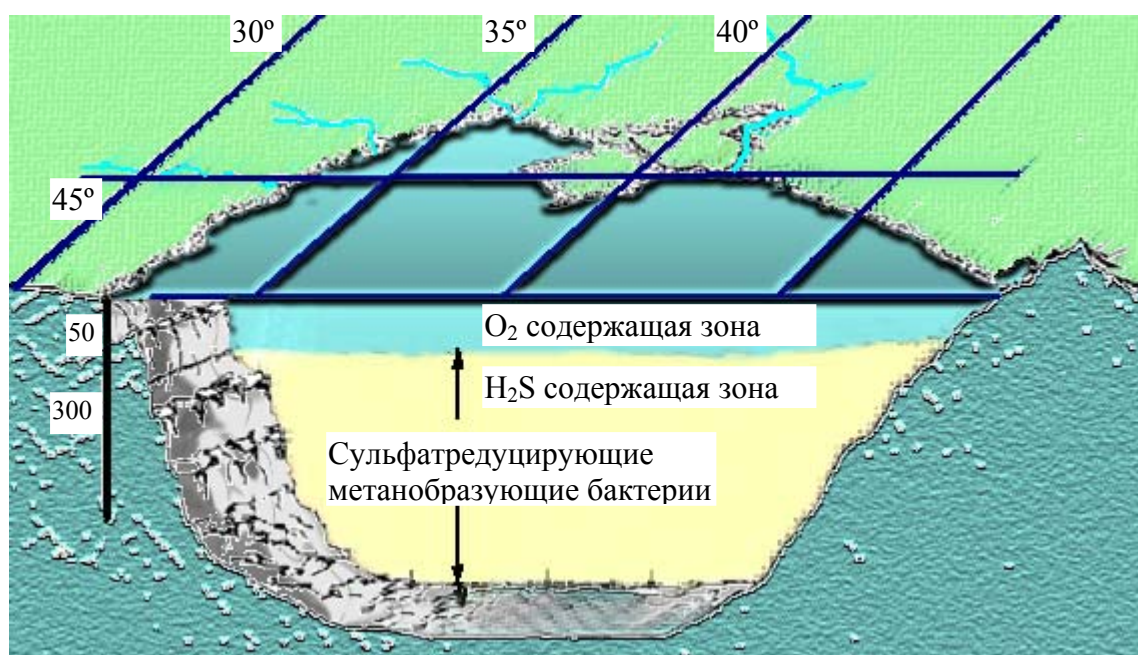


Рис. 1. Схема геологического строения Черного моря (По А. Ю. Леину, 2005 [1])

Вторым источником энергии Черного моря является метан. Содержание метана в водах Черного моря от 500 м и ниже 10 – 13 мкМ/л [1]. По другим данным — составляет до 0,16 – 0,18 л/м³ на глубинах 1500 – 2500 м [2] (рис. 2). Профиль изменения концентраций CH_4 в водной толще Черного моря носит сигмоидный характер (рис. 2) [2]. При этом концентрация метана (исследовано 9 станций 4-х полигонов) от поверхности до 150 м нарастала незначительно, но резко увеличивалась от 150 – 200 м до 800 – 1000 м, оставаясь почти неизменной в нижележащих слоях. Обращают на себя внимание пиковые значения концентраций на горизонте 800-1400 м (среднее 1000 – 1200 м) [2]. У побережья Грузии на одном квадратном метре морского дна в сутки выделяется порядка 170 тысяч кубометров метана [1].

Согласно этим данным, ресурсы метана в месторождениях газогидратов только напротив Крыма оцениваются в 20 – 25 триллионов м³; количество же метана во всем черном море около 100 триллионов м³ (МинГео СССР, АН СССР и Минвузов СССР (1988 – 1989 гг.)). При переработке имеющихся в Черном море запасов метана и сероводорода в электроэнергию — с учетом современного уровня потребления электроэнергии — ею можно обеспечить Человечество в течение 65000 лет! Побочным эффектом будет очистка Черного моря от антропогенного сероводорода и увеличение зоны кислородного обитания за счет увеличения перемешивания вод.

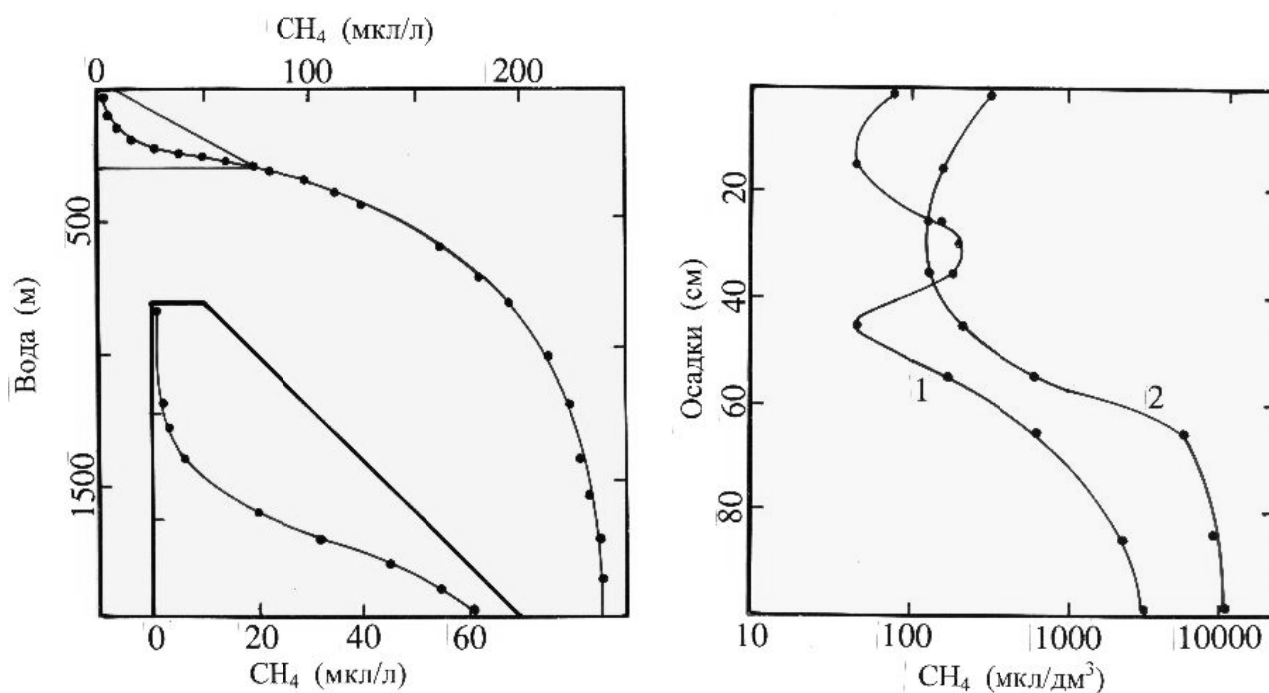


Рис. 2. Профиль изменения концентраций CH₄ в водной толще Черного моря
(По Гальченко В. Ф., 2001 [2])

Таким образом, в воде Черного моря в большом количестве содержится растворенный метан и сероводород, которые, с одной стороны представляют значительную экологическую опасность (зоны ниже 200 м практически безжизненны), с другой, могут быть использованы для получения энергии.

Как переработать эти газы в электроэнергию без экологических и других потерь?

Существует несколько фантастических проектов промышленного получения метана, либо серы и серной кислоты с одновременной очисткой черноморских глубин. В Черном море на глубинах 300 – 800 м обнаружены месторождения газогидратов метана и природного газа толщиной 300 – 1200 м под поверхностью морского дна. Предлагается на эту глубину закачивать теплую воду с поверхности для размыва газогидратов. В результате высвободившийся из газогидрата метан будет самостоятельно подниматься на поверхность, где его необходимо собирать, подвергать компрессии и перекачивать на сушу. Общая стоимость этого проекта оценивалась в 150.000.000\$ [5]. Очевидно, что такой способ добычи затратен, при этом будут происходить значительные потери метана с выходом его в атмосферу и вероятным усугублением парникового эффекта. Размыв гидратов в одном месте может быть осуществлен очень быстро, поэтому всю установку (а это не менее чем нефтяная платформа с буровым оборудованием) придется куда – то перемещать, что само по себе представляет колоссальную техническую задачу.

В следующем проекте предлагается поднимать воду с глубин более 200 м, закачивать в емкости на берегу и затем подвергать электрошоковым ударам для ускорения дегазирования, собранный газ необходимо сжимать компрессорами [6].

Этот же автор предлагал опустить в воду трубы на глубины более 200 м через которые закачивать воздух. Атмосферный кислород окислит сероводород до серы и воды. Коллоидная сера будет накапливаться в специальных приемниках и подниматься на поверхность для получения серной кислоты, производство которой позволит получить дополнительную электроэнергию [6]. С нашей точки зрения — комментарии просто не требуются.

Из выше изложенного явным образом следует, что природные, значительные источники энергии есть. Нет приемлемых технологий их использования. Согласно ТРИЗ в подобных

ситуациях необходимо отказываться от традиционно используемых технологий в пользу методов, позволяющих решить проблему наиболее простым способом. С нашей точки зрения необходимо отказаться от способов добычи газов с последующей их компрессией и транспортировкой к месту переработки, либо потребления.

Те противоречия, которые мы описали, могут быть разрешены в том, случае, если и сероводород и метан перерабатывать в электроэнергию на месте, еще в море, с помощью технологий и оборудования водородной энергетики, а на берег по кабелю передавать уже готовую электроэнергию. Технологии, позволяющие реализовать такой принцип, в настоящий момент разработаны. При использовании для прямого получения электроэнергии в море плавучих электростанций, перерабатывающих растворенные в воде метан и сероводород не возникает потребности в дорогостоящем разведывании месторождений метанового газогидрата. Поскольку, в соответствии с законом Ле-Шателье, метановый газогидрат будет пополнять выработанный растворенный в воде метан. Более того, за счет перемешивания воды газонесный слой будет постоянно возобновляться, поэтому потребности в значительных перемещениях плавучей электростанции надобности не будет.

Возможная реализация этого принципа описана в данном сборнике [7].

Литература

- [1] Леин А. Ю., Иванов М. В. Крупнейший на Земле метановый водоем // Природа, **2** (2005)
- [2] Гальченко В. Ф. Метанотрофные бактерии, М.: ГЕОС (2001)
- [3] Скопинцев Б. А. Формирование современного химического состава вод Черного моря. – Л. : Гидрометеиздат (1975)
- [4] <http://blacksea.orlyonok.ru/2-3.shtml>
- [5] Бердичевская М. Море топлива // Эксперт Украина, **19(116)** (2007)
- [6] Кашия В.Г. Экологически чистые методы освоения водородсодержащих компонентов Черного моря // ISJAEЕ, **2(10)** (2004) 10.
- [7] Ионова Д. А. Гибридное устройство для получения электроэнергии из гидратов метана и сероводорода / Наст. сборник

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ г. ЙОШКАР – ОЛЫ

А. И. Орлов¹, И. И. Попов², В. Г. Соловьёв²

¹*Йошкар – Олинский аграрный колледж ГОУ ВПО «МарГТУ»*

(г. Йошкар – Ола, ул. Пушкина, 27,)

E-mail: karlorlov@gmail.com,

²*ГУО ВПО Марийский государственный университет*

(г. Йошкар – Ола, пл. Ленина, 1)

E-mail: popov@marsu.ru

1. Введение

Энергоресурсосбережение и его составная часть — электросбережение является одной из самых серьёзных задач XXI века. От результатов решения этой проблемы зависит место нашего общества в ряду развитых в экономическом отношении стран и уровень жизни наших граждан. Россия не только располагает всеми необходимыми природными ресурсами и интеллектуальным потенциалом для успешного решения своих энергетических проблем, но и объективно является ресурсной базой для европейских и азиатских государств, экспортируя нефть, нефтепродукты и природный газ в объёмах, стратегически значимых для стран – импортеров. Однако избыточность топливно – энергетических ресурсов в нашей стране не

должна предусматривать энергорасточительность, т.к. только энергоэффективное хозяйствование при открытой рыночной экономике является важнейшим фактором конкурентоспособности российских товаров и услуг.

Необходимо радикально изменить отношение к энергоресурсосбережению, снизить энергоёмкость технологических процессов. Экономия энергии должна быть отнесена к стратегическим задачам государства, являясь одновременно и основным методом обеспечения энергетической безопасности и единственным реальным способом сохранения высоких доходов от экспорта углеводородного сырья. Требуемые для внутреннего развития энергоресурсы можно получить не только за счет увеличения добычи сырья в труднодоступных районах и строительства новых энергообъектов, но и, с меньшими затратами, за счет экономии электрической и тепловой энергии непосредственно на объектах их потребления.

Одна из стратегических целей энергосбережения следует из его определения — это повышение эффективности электротехнического комплекса во всех отраслях, в том числе и в теплоснабжении. И задача — определить, какими мерами и насколько можно осуществить это повышение. Цели экономии энергии совпадают и с другими целями муниципальных образований таких, как улучшение экологии, повышение экономичности систем электро- и теплоснабжения. Снижение потребления позволяет обеспечивать подключение новых потребителей при минимальных капитальных затратах на развитие инфраструктуры и снимает проблемы выделения земельных участков под новое строительство объектов генерации, отчуждения санитарно – защитных зон и т.д., что в целом положительно сказывается на градостроительном развитии. Решение задач повышения эффективности электротехнического комплекса на сегодняшнем этапе, когда существует резерв малозатратных мероприятий, также совпадает с большинством стратегических целей государства и хозяйствующих субъектов [1].

Россия обладает серьёзным потенциалом энергосбережения, сравнимым с объёмом всей экспортируемой нефти и нефтепродуктов. Но на сегодняшний день наша страна — одна из самых расточительных в мире.

В последнее время проблема теплоснабжения стала привлекать внимание научных специалистов, политиков и широкой публики. По радиусу действия различают централизованные и децентрализованные системы теплоснабжения. Централизованное теплоснабжение осуществляется от источников тепла через общую тепловую сеть. При децентрализованной системе источник теплоснабжения располагается вблизи потребителя (например, отдельно стоящие котельные для одного здания, котельная находится непосредственно в квартале).

Централизованное теплоснабжение и теплофикация

Теплоэлектроцентрали в городах строились с целью получить экономию за счет полезного использования тепла в системах централизованного теплоснабжения, образующегося в качестве тепловых отходов при выработке электроэнергии, и которое, как правило, не используется; КПД всего процесса около 85 – 90%. Эта экономия от использования тепловых отходов несравненно больше в России, чем на Западе. В Западной Европе и США при коротких и мягких зимах потребность в тепле для отопления невелика. В России, где отопительный сезон длится в европейской части 6 – 7 месяцев, а в Сибири 8 месяцев, требуется очень большая мощность теплового потока. Здесь использование бросового тепла для отопления резко снижает стоимость и отопления, и вырабатываемой на ТЭЦ электрической энергии. Известны количественные сведения о нынешнем состоянии использования этих преимуществ в России: комбинированное производство электрической и тепловой энергии на ТЭЦ обеспечивает в настоящее время ежегодную экономию условного топлива в размере не менее 20 млн. т. [2]. Однако эффективность теплофикации могла быть существенно выше в случае увеличения отпуска теплоэнергии и при сокращении выработки электроэнергии по конденсационному циклу оборудованием ТЭЦ.

Централизованное теплоснабжение является во многих случаях наиболее приемлемым решением проблемы теплоснабжения по ряду причин, где экономика играет основную роль:

капиталовложения будут приносить хорошую прибыль в течение долгого времени. Одна из основных причин для капиталовложений в централизованное теплоснабжение — экономия энергии, которая достигается несколькими путями. Во — первых, крупный теплоисточник является более эффективным, чем индивидуальные отопительные системы. Во — вторых, большая экономия энергии может быть достигнута при использовании теплофикации — совместного производства электрической и тепловой энергии [3].

В крупных городах с объединёнными системами централизованного теплоснабжения и ТЭЦ потребление топлива (несмотря на потери в сетях) почти в три раза ниже, чем при теплоснабжении от индивидуальных котельных [4]. Это утверждение иллюстрирует простой пример.

Если нет возможности пользоваться ТЭЦ, то потребитель будет получать энергию от котельной, имеющей КПД около 90%. На производство 100 ГДж тепла затрачивается $100/0,9 = 111$ ГДж энергии топлива. При комбинированном производстве электрической и тепловой энергии, например, на конденсационной станции, работающей на газе (ТЭЦ с комбинированным циклом) в течение всего года производится электроэнергия с КПД равным 50%. Современные ТЭЦ, работающие на газе и имеющие аккумуляторы тепла, вводятся в эксплуатацию в районах с крупной сетью централизованного теплоснабжения и снабжают теплом при температуре около 100°C. Отношение вырабатываемой электрической энергии к тепловой на ТЭЦ равно 1,1, а общий КПД станции составляет 85%. Тогда при производстве 100 ГДж тепла ТЭЦ вырабатывает $1,1 \times 100 = 110$ ГДж электрической энергии. На это в сумме расходуется $(100 + 110)/0,85 = 247,06$ ГДж энергии сжигаемого топлива (газа). Вычитая из общих энергозатрат энергию топлива, затраченную на производство электричества с КПД 50% $110/0,5 = 220$ ГДж, получим значение энергии топлива на производство 100 ГДж тепла: $247,06 - 220 = 27,06$ ГДж.

В рассмотренном примере видно, что даже с учётом 15 – 20% потерь тепла в сетях, чистые затраты топлива на производство тепла на ТЭЦ в $0,8 \times (110/27,06) = 3,25$ раза ниже, чем в котельной. Это возможно благодаря использованию частично отработанного в теплофикационных турбинах пара, которое теряется при работе в конденсационном цикле. В паровом котле для получения горячей воды с температурой 40 – 80°C сжигается топливо при температуре в две тысячи градусов, поэтому паровой котёл наименее эффективное устройство с точки зрения эксергетического⁸ подхода. Поэтому сжигание топлива по возможности должно использоваться для процессов, требующих высокой температуры, — производство электроэнергии, плавка металла и т.д., — а теплоснабжение должно максимально использовать тепловые сбросы ТЭЦ, промышленных предприятий и коммунального сектора.

Преимущества индивидуальных тепловых пунктов перед центральными

В нашей стране получила широкое распространение система централизованного теплоснабжения с центральными тепловыми пунктами (ЦТП), через которые осуществляется подача тепла по отдельным трубопроводам на отопление и горячее водоснабжение зданий. В настоящее время осуществляется переход на индивидуальные тепловые пункты (ИТП), которые позволяют обеспечить регулирование и учет теплопотребления на каждом конкретном объекте.

Первые центральные тепловые пункты начали строить в шестидесятых годах XX в. Они представляют собой небольшие отдельно стоящие здания. Значительную часть их объема занимают многоярусные кожухотрубные теплообменники. ЦТП используются повсеместно, хотя используемые в них технические решения сильно устарели. Техническое состояние большинства ЦТП также неудовлетворительное. Примитивная и малоэффективная, по

⁸ Способность системы к совершению работы в условиях отсутствия равновесия с окружающей средой описывается терминами эксергия и анергия. Термины предложены в 1955 году югославским ученым З. Рантом, который разделил энергию системы на эксергию (технически пригодную, превратимую энергию) и анергию (технически непригодную, непревратимую ее часть) (Прим. ред.)

сегодняшним стандартам, автоматика, которая должна иметься в ЦТП, в большинстве случаев не работает. Эти устройства дополняются разветвлённой сетью трубопроводов отопления и горячего водоснабжения. Жителям часто приходится становиться свидетелями перманентных ремонтов, сопровождаемых длительными перерывами в подаче горячей воды. Появлению отдельно стоящих ЦТП способствовало то, что в стране не было малошумных насосов, которые можно было бы разместить внутри жилого дома, не рискуя нарушить покой жителей. Размеры теплообменных аппаратов также не позволяли этого. Теперь, когда доступны насосы от лучших мировых производителей, а размеры теплообменных аппаратов уменьшились во много раз, необходимое для тепловых пунктов оборудование без труда размещают в подвалах строящихся зданий, и ЦТП, как правило, не строят. Вместе с тем, большое количество построенных в свое время ЦТП продолжают работать [3].

В результате эксплуатации ЦТП расходуется излишняя электрическая энергия, затрачиваемая на привод циркуляционных насосов; тепловая энергия, затрачиваемая на обогрев зданий ЦТП; ежегодно требуются значительные денежные и материальные ресурсы на ремонт подверженных коррозии тепловых сетей; снижается надёжность системы горячего водоснабжения. Кроме того, ЦТП занимают достаточно много места в городской застройке [4].

В связи с этим, актуальным является переход от центральных тепловых пунктов (ЦТП) к индивидуальным (ИТП), расположенным в отапливаемом здании, поскольку функции ЦТП, при современном уровне развития техники, могут выполняться в индивидуальных тепловых пунктах зданий. Они занимают небольшое пространство, и их можно легко разместить внутри любого дома. Использование ИТП с управляющим блоком (контроллером) открывает дополнительные принципиально более широкие возможности экономии энергии за счёт управляемого прогнозируемого снижения температуры внутреннего воздуха в большинстве зданий в ночное время, в выходные и праздничные дни. Это решение, помимо повышения эффективности авторегулирования отопления, позволяет отказаться от распределительных сетей горячего водоснабжения, а также снизить расход электроэнергии на перекачку бытовой горячей воды и потери тепла при её транспортировке. Перенос центров приготовления горячей воды на бытовые нужды ближе к её потреблению (в здание) оказывается эффективнее решений с ЦТП как по капиталовложениям, так и по эксплуатационным затратам [5].

Роль и место электротехнического комплекса в системе теплоснабжения

Электротехнический комплекс занимает важное место в системе теплоснабжения, связан со значительным потреблением электрической энергии. Необходимость в разработке путей повышения эффективности электротехнического комплекса в системе теплоснабжения вызвана недостаточной полнотой теоретических знаний в этой области, несоответствием действующих и создаваемых систем современным требованиям экономичности.

Центральные тепловые пункты — крупные потребители электрической энергии и основными энергоёмкими агрегатами в них являются насосы отопления и горячего водоснабжения. Проблема сбережения электрической энергии связана с непрерывным ростом тарифов, что вынуждает искать пути сокращения расходов на электроэнергию. Уже сейчас стоимость электричества, потребляемого ежегодно одним средним электродвигателем, намного превосходит его собственную стоимость.

Пути решения проблемы могут включать переход на теплоснабжение от индивидуальных тепловых пунктов. Как показывает опыт некоторых городов России и Западной Европы, только это обстоятельство снижает потребление электроэнергии в три раза. Одним из главных направлений здесь является внедрение регулируемых электроприводов на основе частотных преобразователей. Это актуально в связи с особенностью систем горячего водоснабжения жилых и производственных зданий — ярко выраженной неравномерностью потребления воды в течение суток, недели или сезона. Расход горячей воды наибольший, как правило, в нерабочие и праздничные дни, а в пределах суток — в рабочее время и в вечерние часы. Преобразователь частоты позволит внедрить автоматизацию технологических процессов по приготовлению горячей воды и воды на отопление. Можно создать систему с обратной свя-

зью, где преобразователь будет автоматически изменять скорость вращения электродвигателя таким образом, чтобы поддерживать на требуемом уровне различные параметры системы, например, давление, расход, и т.п. За счет оптимального управления электродвигателем в зависимости от фактической нагрузки, потребление электроэнергии в насосных агрегатах снижается на 40 – 50%, исключить броски тока при пусках, которые в 5 – 7 раз превышают номинальные и причиняют наибольший ущерб пускорегулирующей аппаратуре.

Проблему нерационального расходования электроэнергии и денежных средств необходимо решать с помощью информационных технологий. Для повышения эффективности электротехнического комплекса необходимо разработать рекомендации по установке ИТП, оптимизации его управления с учётом факторов внешней среды, географического положения, высоты зданий, заселённость района и др. На этой основе должен быть создан программный продукт, который служил бы для автоматизации расчётов, оптимизации управления. Участие человека здесь нужно свести к минимуму, в частности, к выполнению лишь контролирующей функции электрических соединений.

Возможности отказа от центральных тепловых пунктов в г. Йошкар – Оле

Выведение из эксплуатации йошкар – олинских ЦТП должно происходить с минимальными средствами. Стремление применить в наших тепловых пунктах импортную технику с большим количеством избыточных функций приведёт к их значительному удорожанию, которое сведёт к минимуму возможный положительный эффект. Применение отечественных интенсифицированных теплообменных аппаратов вместе с техникой позиционного регулирования, позволяет отказаться от использования циркуляционных насосов в отопительных системах и создает уникальную возможность создания недорогих и эффективных ИТП.

Чтобы выработать рекомендации по установке нового оборудования для повышения эффективности электротехнического комплекса системы теплоснабжения г. Йошкар – Олы, необходимо выявить критерии её оценки. В соответствии с рекомендациями — разработать алгоритм управления ИТП.

Для регулирования работы оборудования, выявления аварий и неисправностей, оперативного принятия решений должна существовать единая система мониторинга показателей электротехнического комплекса, которая обеспечивала бы непрерывный контроль его текущего состояния. Передача данных — по GSM радиоканалу. Необходимо обеспечить возможность проверки адекватности канала передачи данных, а также возможность перепрограммирования для обеспечения сбора и обработки данных в соответствии с другой нормативной базой. К средствам измерения также должны применяться специальные требования. По устойчивости к внешним воздействиям: во всём диапазоне рабочих параметров прибор не должен иметь дополнительных погрешностей. Средства измерения должны соответствовать требованиям устойчивости к электромагнитным помехам для технических средств, применяемых в промышленных зонах с жесткой электромагнитной обстановкой. Приборы должны иметь малый вес и габариты, ударопрочный и влагозащищенный корпус.

Бизнес в сфере энергосбережения в г. Йошкар – Оле, как и по всей России, развит незначительно и нуждается в государственном протекционизме. Поддержка государства позволит сформировать экономических агентов, способных выполнять по заданиям потребителей топливно – энергетических ресурсов эффективные научные, проектно – технологические и производственные разработки, направленные на снижение энергоёмкости.

Литература

- [1] Катренко В. С. Социально – экономические предпосылки и особенности реформирования электроэнергетики // Экономическая наука современной России, **3** (2002)
- [2] «Энергоэффективность российской экономики и проблемы энергосбережения в России», Государственный комитет Кабардино – Балкарской республики по тарифам, <http://haraev.name/reckbr> (2008)

- [3] Илларионов А. Содержание реформы важнее её темпов. «Российская газета», 14 января 2003 г.
- [4] Семенов В. Г., Разоренов Р. Н. // Децентрализованное теплоснабжение на примере г. Смоленска. Журнал «Новости теплоснабжения» **12(16)** (2001) 28 – 31
- [5] Шарапов В. И. Проблема энергоэффективности отечественного теплоснабжения // Новости теплоснабжения **9(37)** (2003)

ИННОВАЦИОННЫЙ УЧЕБНИК ПО ФИЗИКЕ. ЧТО ЭТО ТАКОЕ?

А. И. Скворцов, А. И. Фишман

*Казанский государственный университет, физический факультет
420008, Казань, ул. Кремлевская, 18
E-mail: aif@ksu.ru*

Процесс информатизации образования инициирует создание новых методических систем обучения, ориентированных на развитие интеллектуального потенциала обучаемого, на формирование умений самостоятельно приобретать знания, осуществлять информационно-учебную и экспериментально – исследовательскую деятельность.

Изменения, происходящие в области получения, обработки, хранения и представления информации, привели к созданию технических и программных средств, которые находят свое применение и для целей обучения. Становится очевидным, что глобальная информатизация общества должна найти отражение не только в структуре и содержании образования, но и в методике преподавания учебных дисциплин. Акцент начинает переноситься на новые методы обучения, которые отличаются дифференцированным подходом к обучающимся, стимулируют активные, самостоятельные формы приобретения знаний. В связи с этим **актуальным** является вопрос разработки и создания образовательных пособий, отвечающих требованиям современных педагогических концепций и техническому уровню работы с информацией.

При решении **вопроса о целесообразности** создания нового программного продукта необходимо выделить наиболее значимые с точки зрения дидактики методические цели, которые с его помощью будут реализованы более эффективно в сравнении с пособиями на бумажных носителях:

- построение **индивидуальных и дифференцированных** образовательных траекторий, высокие адаптивные возможности при реализации учебных программ различного уровня;
- реализация режима **самостоятельного** получения и обработки экспериментальной информации, выполнения лабораторных работ с анализом **натурных** физических экспериментов;
- организация **групповой работы учащихся** над совместными проектами;
- осуществление **контроля и самоконтроля**;
- формирование **информационной культуры**, совокупности навыков работы с современными программными средствами хранения, обработки и представления информации.

Предмет «Физика» в системе среднего образования занимает особое место. Методически правильная организация процесса обучения физике позволяет не только сформировать у обучаемых научное мировоззрение и дать толчок к развитию их творческих способностей. Параллельно с получением конкретных физических знаний ученик осваивает широкий арсенал методов мышления, таких как индукция и дедукция, анализ и синтез, абстракция и конкретизация, идеализация, моделирование, сравнение, классификация, аналогия и др.

Важной особенностью физики, как науки, так и учебного предмета, является ее экспериментальный характер. **Во главе угла обучения физике должен стоять эксперимент.** В настоя-

щее время преподавание физики во многих учебных заведениях превратилось в «меловое изложение». Недостаточное количество демонстрационного и лабораторного оборудования существенно деформирует логику преподавания физики, снижает уровень понимания материала. Следствием этого является не только падение интереса и утрата положительных мотивов обучения физике, но и к естественным наукам в целом. С другой стороны существует очень серьезная опасность превращения курса физики в «виртуальный», когда натурные наблюдения и эксперименты полностью заменены виртуальными моделями. В этой связи обратим внимание на то, что **современные компьютерные технологии**, кроме широко известных возможностей, **дают в руки учителю инструмент для организации экспериментально-исследовательской деятельности, для постановки интересных, а порой и принципиально новых работ физического практикума.**

Другой важной проблемой, стоящей перед преподавателями физики и создателями новых учебных пособий, является отсутствие единой программы и единой системы учебников. В этой ситуации нецелесообразно, в связи с их большой трудоемкостью, разрабатывать мультимедийные пособия, привязанные к тому или иному конкретному учебнику. Необходимо создавать многофункциональные мультимедийные продукты, идеология построения которых должна **принципиально отличаться** от учебников на бумажных носителях, в полной мере использующих современные возможности компьютерной техники.

В настоящее время в арсенале учителя физики имеются учебные пособия на компакт-дисках с элементами мультимедиа технологий. Многие из этих пособий, прекрасно выполнены по форме. В то же время, внимательное знакомство с ними вскрывает ряд существенных недостатков:

- жесткая привязка учебных элементов к конкретным урокам;
- жесткая привязка учебных элементов к предмету, что затрудняет установление межпредметных связей;
- невысокие адаптивные возможности как при реализации индивидуального подхода к обучаемому, так и при работе по учебным программам различного уровня;
- ограниченные возможности для самостоятельного получения и обработки учениками экспериментальной информации;
- ограниченные возможности представления самими учащимися учебной информации.

Кроме того, авторы, увлекаются включением большого количества второстепенной, описательной информации, использованием примитивных (а порой и спорных) мультипликационных иллюстраций. Наряду с этим, сделан недостаточный акцент на важной роли *натурного эксперимента* при поиске физических закономерностей и проверке научных гипотез. Это замечание тем более актуально, что современные мультимедиа технологии позволяют предложить учащимся выполнение реальных экспериментальных исследований.

В данной работе обсуждается опыт авторов по созданию инновационного учебно-методического комплекса по физике (ИУМК). Его основу составляют четыре набора цифровых образовательных ресурсов (ЦОР): видеозаписи демонстрационных экспериментов, видеозадачи, лабораторные работы телеметрического практикума и интерактивные модели физических явлений. Каждый ЦОР сопровождается методической поддержкой. Некоторые фрагменты ИУМК вышли в свет отдельными изданиями [1-3].

Рассмотрим подробнее принцип построения каждого набора ЦОР.

1. ЦОР с видеозаписями демонстрационных экспериментов.

Этот набор ЦОР содержит видеофайлы с записью физических экспериментов и явлений, которые учитель может демонстрировать во время объяснения нового материала, для создания проблемной ситуации, для организации контроля глубины понимания пройденного материала.

Безусловно, что учитель должен стремиться показать детям «живые» эксперименты. Однако, часто постановка демонстрационного эксперимента требует дорогостоящего оборудо-

дования, больших затрат времени на его подготовку и проведение, или он опасен для здоровья детей. В этом случае использование видеозаписей остается единственно возможным способом продемонстрировать изучаемые явления.

ЦОР с видеозаписями демонстрационных экспериментов могут использоваться учениками при выполнении домашних заданий или самостоятельной работе с учебным материалом.

Все ЦОР данного набора сопровождаются методическими указаниями по организации демонстрационных экспериментов. В них обращается внимание учителя, на каких важных моментах следует заострить внимание учеников, какие выводы следует сделать из увиденного.

2. Набор ЦОР с видеозадачами и решениями.

Создание набора ЦОР с видеозадачами — фактически создание мультимедийного видеозадачника — оригинальная идея авторов. В ее основу положен принцип «лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать». В видеозадаче формулировка условия осуществляется путем показа физических экспериментов или явлений природы. Учащийся сам должен решить, какие законы необходимо использовать для описания наблюдаемого явления, и какие величины необходимо измерить, чтобы получить ответ на поставленный вопрос.

Таким образом, учащегося подталкивают самостоятельно пройти путь ученого-исследователя: наблюдение — удивление — анализ — математическое описание — рекомендации к практическому использованию данного явления. Решить задачу, представленную в таком виде, более трудно, но ее решение будет более полезно для повышения интереса к физике и развития творческих способностей человека.

Задачи снабжены подробными комментариями и решениями.

3. Набор ЦОР для организации лабораторных работ телеметрического практикума.

При создании этого набора ЦОР авторами был использован ряд оригинальных идей. Учащимся демонстрируется видеозапись реального физического явления (рис. 1) и предоставляется компьютерный инструментарий, используя который они могут измерять временные интервалы и координаты объектов на кадрах видеоклипа. Эти величины позволяют вычислить скорости, ускорения тел, траектории их движения, определять углы, угловые скорости и др. Метод, в котором первоначально регистрируется физический процесс, а затем выполняется обработка полученной информации, широко используется в физике, астрономии, медицине, метеорологии, при аэро- и космической фотосъемке и в других областях человеческой деятельности (телеметрический метод измерений). Поэтому организация практикума с использованием задач такого рода представляется актуальной задачей.

При выполнении заданий учащиеся учатся работать с таблицами, представлять полученные данные в виде графиков и оформлять отчеты о проведенных исследованиях.

Для выполнения заданий предоставляется набор компьютерных инструментов:

- инструменты для обработки видео- и аудиоинформации,
- электронная таблица,
- инструментарий для построения и анализа графиков;
- текстовый редактор для оформления отчетов.

Все ЦОР данного набора сопровождаются подробными инструкциями по выполнению заданий. В них формулируется цель работы, задача исследования, приводятся краткие сведения теоретического характера. В разделе порядок выполнения работы приводится пошаговый алгоритм выполнения измерений. В разделе «Помощь» приводится подробное описание и порядок работы с компьютерным инструментарием.

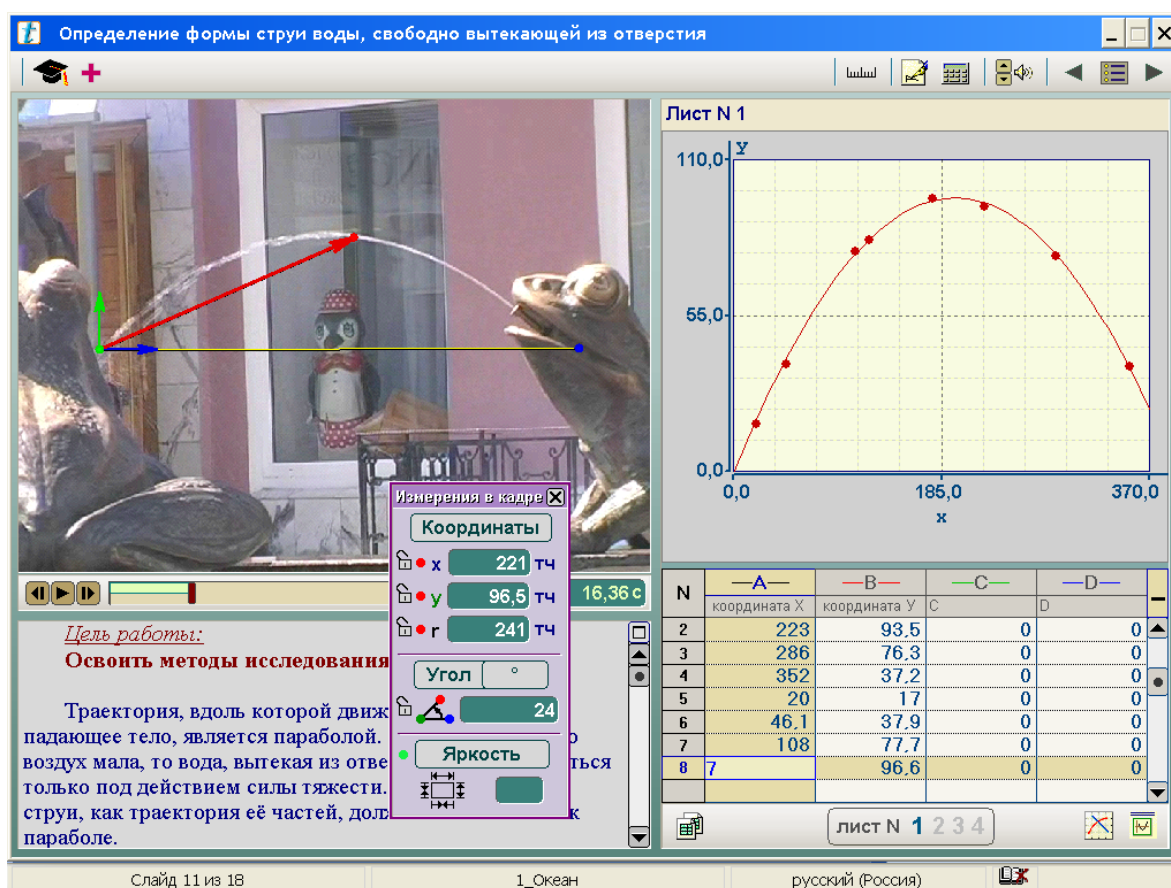


Рис. 1 Вид экрана с одной из работ телеметрического практикума

4. Интерактивные модели физических явлений.

Некоторые демонстрационные эксперименты и видеозадачи могут быть органично дополнены интерактивными моделями, дающими упрощенное представление о поведении рассматриваемой системы при различных наборах ее параметров. В методическом плане применение анимированных моделей целесообразно:

- при изложении нового материала (в качестве демонстрации влияния изменений начальных параметров на характер протекания процесса);
- при углубленном изучении явления;
- при закреплении изученного материала.

В качестве отдельного цифрового ресурса следует выделить раздел «Помощь», в котором дано подробное описание способов работы с компьютерными инструментами, таблицами и графиками, способом подготовки и оформления отчетов о выполненных исследованиях.

Выделим отличительные особенности созданного комплекса:

- Охват всех этапов естественно – научного исследования и решения практической задачи:
 - наблюдение,
 - постановка эксперимента,
 - теоретическое осмысление результатов,
 - поиск путей практического применения новых знаний.
- Личностная ориентация (возможность построения индивидуальных образовательных траекторий).
- Направленность на решение практических задач.

- Возможность реализации дистанционных форм обучения естественно – научным дисциплинам.

ИУМК позволит сформировать у учащегося навыки и умения:

- использования современных компьютерных технологий в качестве инструмента исследования;
- осуществления экспериментально – исследовательской деятельности;
- прогнозирования результатов своей деятельности, разрабатывать стратегию поиска путей и методов решения практических задач;
- работы в группах;
- формулирования и аргументированного отстаивания собственной точки зрения;
- подготовки отчетов о собственных исследованиях.

Использование данного пособия существенным образом способно изменить структуру взаимоотношений и характер деятельности всех участников образовательного процесса.

Изменения в деятельности и поведении учеников:

- при выполнении исследований в небольших группах по 2 – 3 человека возникает естественная профилизация действий учеников;
- ученики самостоятельно получают новые знания;
- при решении экспериментальной задачи у ученика снимается стрессовое напряжение, обусловленное боязнью совершить ошибку, поскольку результат эксперимента заранее не известен ни ему, ни учителю;
- невозможность предсказания точных результатов конкретного эксперимента часто ставит ученика в ситуацию, когда ему необходимо формулировать и отстаивать собственную точку зрения.

Изменения в деятельности и поведении учителя:

- на первый план выдвигается функция наставника и консультанта, помогающего ученику корректно выполнить исследования;
- акцентируется роль учителя, как соавтора исследования при совместном выполнении эксперимента;
- учитель должен сосредоточиться на реализации дополнительных возможностей по активизации деятельности учеников;
- учитель должен быть готовым к выполнению роли научного руководителя исследований учеников, подсказывая им круг явлений, которые должны быть дополнительно исследованы для получения более полного и глубокого ответа на поставленные вопросы;
- правильное использование ИУМК исключает поведение учителя, как диктатора, что способствует установлению доброжелательной атмосферы на занятиях.

Изменения во взаимоотношениях учеников и родителей ожидаются в том, что родители могут быть реально вовлечены в исследовательскую деятельность детей, помогая им при выполнении измерений, обсуждении результатов и подготовке отчетов.

Ресурсы ИУМК созданы в соответствии с действующими программами курса физики, поэтому они органично дополняют существующие учебники.

В заключение отметим, что учебные элементы ИУМК могут быть успешно использованы не только в средней школе, но и при изучении курса общей физики в высших учебных заведениях.

Литература

- [1] Фишман А. И., Скворцов А. И., Даминов Р. В. *Видеозадачи по физике. Ч.1,2*, компакт-диск, Казанский государственный университет, ООО Нью Медиа Дженерейшен, Москва (2004).
- [2] Фишман А. И., Скворцов А. И., Даминов Р. В. *Видеозадачи по физике. Ч.3*, компакт-диск, Казанский государственный университет, ООО Нью Медиа Дженерейшен, Москва (2005).

[3] Фишман А. И., Скворцов А. И., Даминов Р. В. *Экспериментальные задачи лабораторного физического практикума*, компакт-диск, Казанский государственный университет, ООО Нью Медиа Дженерейшен, Москва (2004).

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛОВ И ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

С. Ю. Смоленцев¹, К. Х. Папуниди², А. С. Гасанов³

¹ ГОУ ВПО «Марийский государственный университет», г. Йошкар-Ола,

² ФГУ «Федеральный центр токсикологической и радиационной безопасности животных», г. Казань,

³ ФГОУ ВПО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана»,
г. Казань

В данной статье дана характеристика патологии обмена веществ сельскохозяйственных животных и ее последствиях. Проанализирована возможность применения природных цеолитов для коррекции патологии обмена веществ у животных. Представлены результаты исследований многих ученых о применении янтарной кислоты в ветеринарии, медицине, сельском хозяйстве, пищевой промышленности и других областях народного хозяйства, а так же о перспективах использования янтарной кислоты и ее производных в животноводстве.

In given article the characteristic is given pathology of a metabolism of agricultural animals and its consequences. Possibility is analyzed applications of natural zeolites for correction of pathology of a metabolism at animals. Researches results are presented many scientists about application of amber acid in veterinary science, medicine, agriculture, the food-processing industry and other areas of a national economy, and as about prospects of use of amber acid and its derivatives in animal industries.

Ведение. Состояние обмена веществ у животных является основным и первоначальным фактором для всех дальнейших изменений в организме, в том числе и патологии. Снижение уровня обмена веществ — первый диагностический признак нарушения в организме животного, степень, темпы и устойчивость которого свидетельствуют о величине и глубине этих нарушений и о степени вредности вызвавших их причин.

Длительное воздействие неблагоприятных факторов внешней среды нередко приводят к тяжелым массовым нарушениям обмена веществ, патологии органов и систем организма, преждевременной выбраковке животных, а иногда и к гибели особенно молодняка.

При выяснении этиологических факторов патологии у животных следует выяснить взаимосвязь обменных процессов в организме с количеством и качеством кормов, структурой рациона, химическим составом растений и почвы, в частности содержание микро- и макроэлементов.

На общем фоне обменных реакций в организме животных диагностируют и отдельные заболевания, например, остеодистрофия, рахит, кетоз, гиповитаминозы, микроэлементозы. Протекая скрыто и бессимптомно, они приводят к значительным экономическим потерям вследствие снижения продуктивности животных, рождения нежизнеспособного плода, ухудшения качества продукции, увеличения затрат кормов на единицу продукции и т.д.

Таким образом, с учетом состояния обменных процессов на первом плане должна быть профилактика и лечение болезней в субклинической стадии, когда у животных еще не произошли тяжелые, часто необратимые патологические изменения в органах и системах организма [8].

Применение природных цеолитов для нормализации обмена веществ. На данный момент предложены различные способы профилактики и лечения болезней обмена веществ,

но наибольший интерес в этом плане представляет применение природных цеолитов, которые относятся к группе осадочных кремнистых пород. Эти породы относятся к числу полезных ископаемых, куда кроме цеолитов еще относятся диатомиты, опоки, спонголиты и другие. Однако из всех типов кремнистых пород наибольшей активностью обладают цеолиты. В состав цеолитов входит более 40 минеральных элементов, из которых большое значение в кормление животных имеют железо, медь, цинк, марганец, кобальт, селен, молибден [12].

Следует отметить, что цеолиты различных месторождений имеют неодинаковый состав и обладают разными физико-химическими свойствами.

Природные минералы находят все более широкое применение в сельском хозяйстве, как за рубежом, так и у нас в стране. Интерес к ним растет благодаря их уникальным сорбционным, ионообменным, молекулярноситовым и каталитическим свойствам.

Многочисленными исследованиями, проведенными на разных видах лабораторных животных, доказано, что цеолиты не обладают алергизирующим, раздражающим, кумулятивным, эмбриотоксическим действием, они являются малотоксичными веществами [11].

Действие минералов проявляется в первую очередь в желудочно – кишечном тракте животных. Обладая пористо – кристаллической структуре, цеолиты сорбируют аммиак, сероводород, метан, углекислый газ, углеводороды, фенолы, экзо– и эндотоксины, тяжелые металлы, радионуклиды, некоторые микроорганизмы [7].

Одной из функций цеолитов является регуляция состава и концентрации электролитов пищеварительного тракта, а через них — минерального обмена и кислотно-щелочного равновесия.

Было отмечено, что цеолиты оказывают специфическое влияние на микроорганизмы желудка и кишечника, тем самым снижают процессы брожения и гниения в кишечнике. Бактерицидные эффекты цеолитов в пищеварительном тракте связывают с выбросом свободных радикалов кислорода. Ряд исследователей видят в них альтернативу применения антибиотиков и других химических средств, в связи, с чем рекомендуют использовать цеолиты для профилактики и лечения многих заболеваний желудочно – кишечного тракта и дыхательных путей животных [1].

Одним из важнейших механизмов действия природных цеолитов является их способность к иммобилизации ферментов желудочно – кишечного тракта, что повышает их активность и стабильность, способствует улучшению переваримости питательных веществ корма на 8%, усвоению азота, кальция и фосфора, а также аминокислот корма.

В биологическом отношении цеолиты чрезвычайно активны, они нормализуют обмен веществ, повышают иммунитет, усиливают окислительно – восстановительные процессы, повышают устойчивость к неблагоприятным факторам и стрессам; повышают усвояемость питательных веществ, выводят из организма токсичные и вредные продукты метаболизма [4]. Данные по влиянию природных минералов на обмен макро– и микроэлементов в организме животных противоречивы, что связано с особенностями химического состава минералов разных месторождений. Опыт широкого использования цеолитов в России, США, Японии, Германии и др. стран показывает, что включение цеолитов в рацион животных снижает заболеваемость на 30 – 40%, падеж — на 50%, затраты на медикаменты — на 20 – 40%, затраты на корма — на 5 – 9%, повышает продуктивность у животных и птиц на 3 – 6%.

Перспективы применения янтарной кислоты в животноводстве. В последние годы возрос интерес ученых к биологическому действию янтарной кислоты, которую получают путем сухой перегонки янтаря. О целебных свойствах которого было известно еще с древних времен.

Эксперименты по изучению механизма действия янтарной кислоты на живые организмы начали проводиться учеными нашей страны и зарубежья со второй половины XX века.

Научными экспериментами доказано, что янтарная кислота — естественный продукт, вырабатывающийся в живых клетках. Она обеспечивает энергообмен на клеточном уровне и считается основным энергоносителем всего живого. Она является незаменимым звеном в

цикле трикарбоновых кислот. Главная ее роль заключается в снабжении энергией митохондрий, что позволяет им, в свою очередь, осуществлять синтез АТФ. В основе работы митохондрий лежит использование энергии электронов. Источником электронов могут являться разные пищевые вещества. Наиболее известные из них — глюкоза или жиры. Но янтарная кислота является наиболее мощным источником электронов, что убедительно показала в своих работах профессор М. Н. Кондрашева [2].

Была установлена зависимость действия янтарной кислоты от физиологического состояния организма. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что при испытании на фоне «нормы» янтарная кислота оказывает малое действие. При умеренных и средних отклонениях от нормы применение янтарной кислоты дает более выраженный восстановительный эффект. В этом проявляется избирательность действия янтарной кислоты. Она плохо проникает в нормальные ткани и значительно легче в клетки и ткани, находящиеся в патологическом состоянии. Это действие янтарной кислоты связано с тем, что в условиях патогенного воздействия на организм в митохондриях происходит ослабление энергетической регуляции. В таких условиях дыхательная цепь активируется и при наличии биохимической поддержки из внешней среды может обеспечить компенсацию, а янтарная кислота служит мощным фактором такой поддержки [12].

Янтарная кислота применяется в сельском хозяйстве, ветеринарии, медицине, в пищевой промышленности в качестве пищевой добавки, а также при производстве пластмасс и смол.

Было доказано, что янтарная кислота способствует ускорению прорастания семян, повышает всхожесть и устойчивость растений к заболеваниям и повышает урожайность зерновых на 10 – 15%, а овощных культур до 40%.

В медицинской практике в качестве средств для активной профилактики простудных заболеваний, повышения иммунитета, снятия утомления, при сердечно – сосудистых заболеваниях, замедления старения, при повышенных физических и умственных нагрузках рекомендованы такие препараты янтарной кислоты, как «Янтарь – сила», «Янтарь – кардия», «Янтавит» и другие.

За рубежом широко применяют янтарную кислоту в качестве пищевой добавки. Особенно для приготовления прохладительных напитков. В этих случаях ее доза определяется лишь вкусовыми качествами. Необходимо заметить, что все выпускаемые в настоящее время газированные напитки содержат значительные количества лимонной кислоты, которая выводит кальций из организма, что особенно нежелательно для детей, а также при физических нагрузках, некоторых заболеваниях сердца и центральной нервной системы, пониженной свертываемости крови. Во всех этих случаях предпочтительно употреблять напитки на основе янтарной кислоты [3].

В области ветеринарии были разработаны следующие препараты янтарной кислоты: «Янтарос», «Янтарос плюс». Которые прошли клинические испытания в скотоводстве, свиноводстве, птицеводстве в пушном звероводстве.

Так, М. С. Найденский [6] в эксперименте на стельных коровах установили, что применение янтарной кислоты стельным животным в период интенсивного развития плода позволяет повысить живую массу телят при рождении на 15%, а применение препарата телятам профилактического периода снижает их заболеваемость в 1,5 – 2 раза и повышает привесы на 10 – 12%.

Применение с кормом дойным коровам янтарной кислоты в дозе 50 мг/кг живой массы способствовало повышению удоя на 24% [9].

Такое широкое воздействие янтарной кислоты на организм животных и человека достигается благодаря своим свойствам:

- улучшает работу органов и систем организма;
- препятствует возникновению опухолей и тормозит рост уже возникших;

- повышает иммунитет;
- нормализует обмен веществ;
- оказывает антиоксидантное действие;
- усиливает действие лекарственных препаратов;
- повышает микроциркуляцию в органах и тканях;
- активирует ряд важнейших ферментов;
- повышает усвоение питательных веществ.

За счёт перечисленных свойств янтарная кислота существенно продлевает жизнь, защищает от многих заболеваний, а некоторые вылечивает. Всё это доказано в многочисленных экспериментах и поэтому янтарную кислоту называют целебной силой 21 века [5]. Не случайно ведущие учёные России В. Н. Анисимов и М. В. Соловьев в книге “Эволюция концепций в геронтологии” среди всего нескольких средств, серьёзно способствующих продлению жизни, упоминают именно янтарную кислоту.

Заключение. Таким образом, включение в рацион животных янтарной кислоты и ее производных оказывает положительное влияние на гемопоэз, обмен веществ, способствует повышению продуктивности животных и сохранности молодняка. И в итоге тем самым позволит повысить доходность животноводческих предприятий. Кроме того, янтарная кислота перспективна с точки зрения получения востребованных рынком эффективных коммерциализуемых продуктов.

Литература

- [1] Бутин В. С., Ветеринария, №6 (1990).
- [2] Кондрашева М. Н., Терапевтическое действие янтарной кислоты, Пушкино, (1976).
- [3] Кондрашева М. Н., Норма – пресс, 9 (1991).
- [4] Кузнецов С. Г., Ветеринария, 8 (1994).
- [5] Литвинова Т. М., Янтарная кислота — целебная сила 21 века, Книжный двор, Москва, (2002).
- [6] Найденский М. С. Комбикормовая промышленность 3 (1996).
- [7] Николаев В. Н. Материалы международной конференции «Использование природных цеолитов в народном хозяйстве, Новосибирск, (1990).
- [8] Папуниди К. Х., Иванов А. В., Зухрабов М. Г. Труды второго съезда ветеринарных врачей Республики Татарстан, Казань, (2001).
- [9] Папуниди К. Х., Иванов А. В. Материалы международной научной конференции, посвященной 125-летию КГАВМ им. Н. Э. Баумана, Казань (1998).
- [10] Папуниди К. Х., Иванов А. В., Нуртдинов М. Г. Материалы международного симпозиума «Научные основы обеспечения защиты животных от экотоксикантов, радионуклидов и возбудителей опасных инфекционных заболеваний», Казань (2005).
- [11] Шадрин А. М. Материалы международной конференции ветеринарных терапевтов и диагностов, посвященной 70-летию Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова, Улан – Удэ, (2001).
- [12] Yoshida M., Hoshii H. Biol. Chem. A 12 (1971) 201.

IV. ДОКЛАДЫ ПО ПРОГРАММЕ "У.М.Н.И.К" **«ФОНД СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ МАЛЫХ ФОРМ** **ПРЕДПРИЯТИЙ В НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКОЙ СФЕРЕ»**

Третья международная школа «Наука и инновации–2008»
Мероприятие №260

Приоритетное направление: Медицина и фармакология

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ У БОРОВКОВ В БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЧУВАШСКОГО ЦЕНТРА С НАЗНАЧЕНИЕМ БИОГЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

М. Н. Архипова

*Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева,
428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38
E-mail: merinotchek@rambler.ru*

1. Идея проекта. Коммерциализуемая идея заключается в создании тиражируемой технологии разведения сельскохозяйственных животных, учитывающей местные биогеохимические особенности территории, сказывающиеся на микронутриентном составе пищевых рационов. Для реализации этой идеи предлагается изучение возможностей практического применения цеолитов, обладающих катионно-анионными обменными свойствами для коррекции микронутриентного состава кормов сельскохозяйственных животных. Предполагается, что коррекция микронутриентного состава рационов положительно скажется на состоянии физиологических систем сельскохозяйственных животных, в том числе иммунной, а также показателях набора массы тела и качества мясной продукции при меньших затратах на содержание.

В условиях современного животноводства невозможно обеспечить получение жизнеспособного приплода и выращивание высокорезистентного молодняка сельскохозяйственных животных без учета факторов окружающей среды и особенностей реакции организма на них. Поэтому важным инструментом для управления процессом природопользования, регулирования антропогенного прессинга на среду обитания и влияния ее на здоровье живых организмов является экологическое районирование отдельных территорий. В естественнонаучном плане экологическое нормирование представляет собой сопоставление величин допустимых антропогенных нагрузок с рамками естественных региональных колебаний отдельных звеньев биогеохимического круговорота элементов с тем, чтобы избежать их вывода из пищевой цепи.

В условиях все более продолжающегося техногенного и антропогенного загрязнения окружающей природной среды одним из факторов, снижающих экологическую нагрузку на организм человека и животных, служат естественные цеолиты. Они обладают уникальным сочетанием адсорбционных, ионообменных, каталитических, детоксикационных, дезодорирующих и пролонгирующих свойств. Данные свойства цеолитовых туфов позволяют использовать их с высокой эффективностью во многих отраслях народного хозяйства, в том числе, как компоненты восполнения дефицита минеральной недостаточности, в общем балансе местных кормовых ресурсов. Применение цеолитов в животноводстве с учетом природного районирования территорий способствует снижению степени экологического риска проявления эколого–географических предпосылок заболеваемости человека и животных.

В последние годы значительный интерес проявляется к использованию цеолитов Алатырского месторождения Чувашской Республики, катионный состав которых значительно отличается от известных и хорошо изученных месторождений вулканического и вулканогенного типа.

2. Срок получения конечного продукта. Разработка и реализация решений представляемого проекта будут осуществляться в течение 2008 – 2015 гг. В случае получения гранта первые 2 – 3 года будут проводиться дополнительные НИР, подтверждающие правильность научной идеи. Следующие 3 – 4 года планируется при поддержке программы «Старт» проводить разработку конечного продукта и работы, связанные с продвижением его на рынок. В качестве рыночного продукта, предназначенного для коммерческой реализации, будут предложены сбалансированные рационы питания, БАДы и премиксы, сконструированные с учетом региональных биогеохимических условий содержания сельскохозяйственных животных.

3. Аналоги и их критика. В настоящее время существует значительное количество препаратов, способных стимулировать защитные силы организма и тем самым повышать его сопротивляемость к неблагоприятным факторам среды.

Вместе с тем, в доступной нам литературе, сведений об особенностях морфофизиологического состояния организма свиней, содержащихся в разных экологических субрегионах Чувашской Республики с применением препаратов «Трепел», «Сувар» и «Полистим», практически нет. Поэтому изучение совершенствования и развития функциональных систем у боровков при использовании этих биогенных соединений с учетом биогеохимических особенностей Чувашского Центра представляет большой научный и практический интерес.

4. Научный задел и технический уровень. В процессе предварительного изучения проблемы апробированы препараты «Трепел», «Сувар» и «Полистим», показавшие себя как достаточно эффективные средства, регулирующие адаптацию животных к условиям их содержания. Получены положительные эффекты. Создано лабораторное производство для их получения.

5. Предлагаемый проект. В ракурсе изложенного выше, целью предлагаемого проекта на примере Чувашской Республики является выявление особенностей становления и развития функциональных систем у боровков, содержащихся в биогеохимических условиях Чувашского Центра (Ибресинский район с прилегающими территориями) с назначением препаратов «Трепел», «Сувар» и «Полистим».

Исходя из поставленной цели исследований, для решения выдвигаются следующие задачи:

1) изучить воздействие «Трепела», «Суvara» и «Полистима» на клинико-физиологическое состояние, рост, развитие и качество мяса боровков в биогеохимических условиях Чувашского Центра.

2) установить характер изменений гематологического, биохимического и иммунологического профилей.

3) определить динамику морфометрии вилочковой, щитовидной желез и надпочечников.

4) рассчитать экономическую эффективность комбинированного использования животным испытуемых биогенных соединений.

Планируется проведение двух серий научно – хозяйственных опытов и лабораторных экспериментов с использованием 48 боровков – отъемышей на свино – товарной ферме сельскохозяйственного предприятия «Возрождение» Аlikовского района Чувашской Республики и в научно – исследовательской лаборатории экспериментальной биологии ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева».

В обеих сериях боровки первой группы (контроль) с 60– до 300–дневного возраста (продолжительность наблюдений) будут содержаться на основном рационе (ОР). В первой серии опытов животным второй и третьей групп на фоне ОР ежедневно будут скармливать «Трепел» в дозе 1,25 г/кг массы тела (м.т.), третьей группы дополнительно — «Сувар» в дозе

25 – 50 мг/кг м.т. в течение каждых 20 дней с 10–дневными интервалами до 240–дневного возраста. Во второй серии боровкам второй и третьей групп на фоне ОР ежедневно будут скармливать «Трепел», второй дополнительно — «Сувар» в указанных выше дозах. Животным третьей группы в 60–, 180– и 240–дневном возрасте дополнительно внутримышечно будет вводиться «Полистим» в дозе соответственно 0,1, 0,03 и 0,03 мг/кг м.т. (схема).

В обеих сериях опытов у подопытных боровков будут изучены клинико–физиологическое состояние, рост тела, гематологический, биохимический и иммунологический профили организма, а у декапитированных в 60–, 210– и 300–дневном возрасте животных — весовые и морфометрические показатели структур вилочковой, щитовидной желез и надпочечников.

6. Значимость и эффективность проекта. В результате исследования будут разработаны физиологически обоснованные и экономически оправданные схемы комбинированного применения препаратов «Трепел» с «Суваром» и «Трепел» с «Полистимом» у боровков с учетом биогеохимических особенностей Чувашского Центра, которые будут способствовать более полной реализации наследственно – обусловленного потенциала неспецифической резистентности и продуктивности организма, а также производства экологически чистой мясной продукции.

Рынок предполагаемого продукта — сельскохозяйственные предприятия разных типов и форм собственности Чувашской Республики и других субъектов Российской Федерации.

Применение разрабатываемой схемы комбинированного применения препаратов «Трепел» с «Суваром» и «Трепел» с «Полистимом» позволит без изменения поголовья скота увеличить производства мясной продукции на 7 – 15%, кроме того, предполагается улучшение потребительских качеств мяса (как вкуса, так и элементного состава). Последний фактор может привести к снижению болезненности и заболеваемости населения, которое будет систематически потреблять мясные продукты, выработанные из мяса животных, содержащихся на рационе разрабатываемой технологии.

7. Заключение. На основании полученных результатов исследований по данному проекту будут разработаны методические рекомендации по совершенствованию технологии выращивания, дорастивания и откорма разных половозрастных групп свиней с применением препаратов «Трепел» с «Суваром» и «Трепел» с «Полистимом». Налажено производство испытуемых биогенных соединений для разных биогеохимических провинций, типов и форм собственности Волго – Вятской зоны. Будет опубликовано не менее 10 научных работ, из них 3 в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК России, 1 монография.

Будет разработана технология адаптации разрабатываемой методики к местным биогеохимическим, экономическим и социальным условиям регионов России, созданы дополнительные рабочие места в сопутствующих отраслях производства.

Третья международная школа «Наука и инновации–2008»
Мероприятие №260

Приоритетное направление: Медицина и фармакология

**БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ
КОНЦЕНТРАЦИИ САХАРА В КРОВИ ЧЕЛОВЕКА**

Т. Л. Балдина

ООО «Орол» РМЭ г. Йошкар – Ола, ул. Рябинина 17

E-mail: belochka-1102@mail.ru

1. Идея проекта

Применение биологически активных веществ злаковых растений подавляющих активность α -амилазы слюны и поджелудочной железы для снижения гидролиза крахмала в желудочно – кишечном тракте, что приводит к снижению содержания сахара в крови.

Эта идея предложена впервые и превосходит все существующие аналоги.

Данная идея направлена на решение важной медицинской проблемы: уменьшение плазменных концентраций сахара плазмы у больных сахарным диабетом.

Рост числа случаев сахарного диабета, в частности, обусловлен изменением состава суточного рациона за счет увеличения потребления легко усваиваемых углеводов (до 60% рациона по калоражу). Что приводит к увеличению поглощения энергетически богатых веществ и, как следствие, увеличению массы тела и повышению нагрузки на инсулиновый механизм регулирования сахара в крови. У людей, генетический аппарат содержит гены, экспрессия которых приводит к развитию сахарного диабета, эта дополнительная стимуляция запускает раннее развитие болезни, либо является провоцирующим фактором, когда сахарного диабета могло бы и не быть.

В более раннем историческом периоде человек потреблял каши из дробленого зерна, в котором содержались естественные ингибиторы α -амилаз. Но в настоящее время, глубокая переработка зерна приводит к потере этих веществ с отрубями. Поэтому возврат в рацион питания блокаторов α -амилаз растительного происхождения может профилактировать дальнейший заболеваемости сахарным диабетом [1].

2. Срок получения конечного продукта составляет 5 – 6 лет. В случае получения гранта первые два года будут проводиться дополнительные НИР, подтверждающие правильность научной идеи, которые позволят идентифицировать эту группу веществ. А также позволит разработать стратегию поиска более эффективных аналогов растительных ингибиторов α -амилаз. Следующие 3 – 4 года планируется при поддержке программы «Старт» проводить разработку самого конечного продукта и работы, связанные с продвижением его на рынок. В качестве рыночного продукта, предназначенного для коммерческой реализации, будет предложен биологический препарат, получаемый из отходов производства зерна, выпускаемый в виде сухого порошка.

3. Научный задел и технический уровень. Проведены исследования влияния биологически активных веществ, выделенных из отрубей злаковых культур, на панкреатическую амилазу животных.

Для проверки рабочей гипотезы на животных была подобрана группа морских свинок из 6-ти особей. После 7-дневного кормления всех животных раствором крахмала, морские свинки были разделены на две подгруппы. Критерием для деления на подгруппы служил исходный уровень сахара в крови: животные с нормальной концентрацией сахара плазмы, ме-

нее 4,5 ммоль/л, составили первую подгруппу. Во вторую подгруппу попали животные с повышенным содержанием сахара в крови — более 5,5 ммоль/л.

Уровень сахара в крови морских свинок определяли инструментально, с помощью индивидуального клинического сахариметра «Аку – Чек».

Крахмал определяли, используя метод Х. Починока.

Результат опыта: при введении препарата в рацион второй подгруппы (с повышенным содержанием сахара в крови) увеличивалась доля крахмала в фекалиях на 80% ($p < 0,01$).

Достоверность различий оценивали по критерию t Стьюдента, различия считались достоверными при $p < 0,01$.

Вывод. Препараты, снижающие активность ферментов, разлагающих углеводы, возможно, вводить с пищей в рацион питания человека.

Предложенный препарат обладает новым качеством, заключающимся в том, что может служить для профилактики сахарного диабета у людей из группы риска по сахарному диабету (наследственное отягощение, избыточная масса тела, наличие гипертонической болезни).

Общепризнанными продуктами рациона человека, снижающими поступление в кровь легко усваиваемых углеводов, являются злаки, фрукты и овощи. Традиционно объясняется это тем, что они содержат большое количество клетчатки. Предположительно, злаковые, фрукты и овощи, кроме клетчатки, содержат биологически активные вещества (БАВ), положительно воздействующие на пищеварение и блокирующие гидролиз крахмала до глюкозы [2]. Несмотря на наличие во фруктах и овощах таких веществ, их регулирующее воздействие на процесс поступления в кровоток легко усваиваемых углеводов не рассматривался. Идея заключается в том, что БАВ играют первостепенную роль, в регулировании процессов усвоения углеводов. Такие БАВ можно выделять не только из овощей и фруктов, но из более доступных, дешевых источников пищевого сырья, таких как отходы производства зерна [3].

Кроме того, в условиях пониженного поступления углеводов из желудочно-кишечного тракта, в целях поддержания уровня сахара в крови, должен активироваться липолиз. В условиях наличия избыточной массы тела это должно сопровождаться уменьшением массы за счет «жирной» составляющей.

Для реализации этих целей, выработанный препарат предлагается вводить в рацион питания в виде пищевых добавок, вырабатываемых из оболочек зерна, содержащих блокаторы α -амилаз. Эти БАВ можно применять во время выпечки хлеба и отдельно, как самостоятельный продукт.

Результаты НИР, выполненной при поддержке программы «У.М.Н.И.К.», будут содержать элементы НОУ – ХАУ на этапе получения препарата и предмет для патентования в части его применения.

4. Масштаб реализации конечного продукта охватывает мировую экономику, поскольку препарат безвреден для здоровья и не имеет аналогов в мире. В то же время, проблема профилактики диабета и борьба с лишним весом являются актуальными для всех стран мира. Препарат на основе биологически активных веществ не служат лечебным препаратом, а используется для профилактики заболевания.

При нормальном содержании сахара в крови человек чувствует себя абсолютно здоровым [4]. Следовательно, основные правила жизни людей должны быть направлены на поддержание нормального уровня сахара в крови, в этом и помогает препарат на основе БАВ, ингибирующих α -амилазы.

Возможно, его применение у людей, испытывающих недостаток в рационе питания овощей и фруктов (в первую очередь, жители северных регионов, люди, проходящие воинскую службу в экстремальных условиях).

5. Ожидается получение высокого экономического эффекта, поскольку средства, тратящиеся на профилактику и лечение сахарного диабета, измеряются миллиардами долларов. Наличие огромного запаса дешевого сырья и малозатратного производства, совмещающиеся с отсутствием затрат на специальные условия хранения, малый объем и транспортабель-

ность, открывают большие перспективы для получения высокого социального и экономического результата. Поэтому производство и реализация, предлагаемого препарата позволяет создать хорошо оплачиваемые рабочие места для всех членов команды по разработке данного бизнеса с высоким экономическим эффектом.

Данный препарат, созданный из растительного сырья не имеет побочных эффектов, его могут включить в свой рацион здоровые люди, как биологическую добавку, что расширяет сферу его применения.

Литература

- [1] Темирбекова С. К. *О проблеме энзимо – микозного истощения семян в растениеводстве*, Россельхозакадемия, Москва (2000).
- [2] Кефели В. И. *Природные ингибиторы роста и фитогормоны*, Наука, Москва (1974).
- [3] Шарапов Э. М., Апаева Н. Н., Балдина Т. Л., Свечников А. К. *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Материалы регион. научн.–практ. конф. В VI Й–Ола* (2007) 317.
- [4] Макрушев Я. М. *Внутренние болезни*, Минздрав и соцразвития РФ, ГОУ ВПО Ижевская государственная медицинская академия, Ижевск (2005).

Третья международная школа «Наука и инновации–2008» Мероприятие №260

Приоритетное направление: **Медицина и фармакология**

ЭКСПРЕСС – МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СМЕСИ ДИОКСИНОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ, ПОЧВЕ И ВОДЕ

Е. М. Васина

*ГОУ ВПО Марийский государственный университет
424001, г. Йошкар–Ола, пл. Ленина, 1
E-mail: vasinaem@mail.ru*

Предлагаемая идея заключается в возможности экспресс – анализа диоксиноподобных веществ в пищевых продуктах, почве и воде за счет свечения рекомбинантных бактерий при их взаимодействии с токсинами.

Данная идея является новой, поскольку аналоги, позволяющие определять диоксиноподобных веществ подобным образом отсутствуют.

1. Введение. Полигалогенированные дибензо-*n*-диоксины и родственные им соединения принадлежат к категории супертоксикантов, особо опасных загрязнителей, и обладают устойчивостью к химической, биологической и фотолитической деструкции. Не отличаясь по острой токсичности от веществ 1-го класса опасности, диоксины при снижении концентрации действующего на организм вещества не становятся безвредными. Даже при снижении концентрации в 1000 раз от летальной дозы диоксины и родственные им соединения вызывают целую гамму токсических эффектов, видимыми из которых являются резкое снижение веса тела и тяжелое поражение кожи — хлоракне [2].

Диоксиды и родственные им соединения оказывают неблагоприятные эффекты на все формы живой материи — от бактерий, до теплокровных. Эти ксенобиотики проявляют целую гамму токсических эффектов, реализующихся по разнообразным механизмам [2]. Они не подвергаются естественной деградации в среде обитания человека и в нем самом, аккумуля-

лируются в тканях (в основном в жировых) живых организмов, накапливаясь и поднимаясь вверх по цепи питания. На самом верху этой цепи находится человек, и около 90% диоксинов поступает к нему с животной пищей. Стоит однажды попасть диоксину в организм человека, и он остается в нем навсегда и начинает свое долговременное вредное воздействие. Диоксины вызывают целый ряд серьезных заболеваний, среди которых образование злокачественных опухолей, психические расстройства, нарушение обучаемости, снижение иммунитета, сокращение содержания мужского гормона, диабет, импотенция, эндометрит.

2. Инструкция. В настоящее время в России имеется лишь две лаборатории, способные проводить достоверный анализ на уровнях, достаточных для определения диоксинов в биологических объектах, пищевых продуктах и объектах окружающей среды. Качественное и количественное определение диоксинов в этих лабораториях целиком проводится с использованием хромато–масс–спектрометрии высокого разрешения, способной определить следовые концентрации супертоксикантов. Однако высокая стоимость лабораторного оборудования и сложность анализа ничтожно малых концентраций химических соединений привели к появлению новых методик, основанных на биосенсорах.

С развитием техники измерения очень слабых световых потоков стало возможным применение хемилюминесценции. Слабое свечение сопровождает по существу все химические реакции, идущие с участием свободных радикалов. Собственное свечение животных клеток и тканей обусловлено преимущественно реакциями цепного окисления липидов и реакциями, сопровождающими взаимодействие окиси азота и супероксидного радикала.

Видимое простым глазом свечение некоторых организмов, например светляка, которое называют биолуминесценцией, также нашло широкое применение в клинических анализах и медико – биологических научных исследованиях. Ген – люциферазы светляков встраивают в геном бактериальных клеток, после чего рекомбинантные клетки бактерий способны люминесцировать в присутствии токсинов.

Светящиеся бактерии весьма чувствительны к примесям вредных веществ в воде, и измерение биолуминесценции можно использовать для оценки загрязнения воды токсическими соединениями.

К числу светящихся относится немного видов бактерий. Хемилюминесцентная реакция катализируется ферментом — бактериальной люциферазой и включает в себя процессы окисления восстановленного флавиномононуклеотида ФМН–H₂ до ФМН и одновременно — алифатического (C¹⁴) альдегида до миристиновой (C¹⁴) кислоты. В последние годы получают все большее распространение биохимические анализы, в которых в качестве тест – объекта используют целые бактериальные клетки (в суспензии), экстракты светящихся бактерий, изолированный фермент — люциферазу.

В качестве биосенсоров используют бактерии *E. coli*, содержащие специально сконструированные гибридные плазмиды. В плазмиду входят два участка — узнающий токсин (промоутер с белком репрессором), и сигнализирующий, который свечением определяет присутствие токсина (гены – репортеры, кодирующие люциферазу и питательный субстрат для нее). Если токсина нет, репрессор блокирует работу промотора, который включает работу генов люциферазы (клетка не светится). При появлении токсина бактериальная клетка начинает светиться: токсин связывается с репрессором, и они освобождают промоутер. Промотор включает гены – репортеры, которые запускают в дальнейшем процесс синтеза люциферазы.

Детектирование химических соединений типа диоксинов с помощью репортер – гена люциферазы позволяет проводить быстрые полуколичественные определения. Испускание света у бактерий можно измерять без лизиса клеток на основе измерения экспрессии гена *in vivo*. Определение диоксиноподобных веществ с помощью люциферазы более чувствительное, чем с помощью хроматомасспектрометрии, время детектирования становится короче и проще [1, 3].

Таким образом, использование рекомбинантных бактериальных клеток с геном – люциферазы светляков позволяет определить наличие диоксиноподобных соединений в пи-

щевых продуктах и воде. Этот метод является наиболее удобным, дешевым, чувствительным и эффективным по сравнению с другими методами определения диоксинов, который может найти широкое применение.

Для получения конечного продукта требуется 5 – 6 лет. Первые два года будут проводиться НИР, подтверждающие возможность реализации предложенной идеи, включающие разработку специальных методик и применение их на образцах пищевых продуктов, почвы и воды, на что будут направлены финансовые средства, полученные по программе «У.М.Н.И.К.». На создание и продвижение на рынок конечного продукта в виде услуг по определению диоксиноподобных соединений в пищевых продуктах, почве и воде потребуется 3 – 4 года при выполнении работ по программе «Старт».

Технический уровень идеи отражает отсутствие аналогов по экспресс – определению диоксинов в выше указанных средах.

Проблема быстрого определения диоксинов в выше указанных средах является мировой, потому и масштабы рынка предлагаемых услуг соответствуют мировой экономике.

Данная услуга пользуется массовым спросом во всем мире, потому ожидается высокий экономический эффект от реализации предлагаемой идеи.

Литература

- [1] Zhang Zhiren, Xu Shunqing, Zhou Yikai, Ren Shu, Liu Zhiwei, Детектирование химических соединений типа диоксинов с помощью репортер – гена люциферазы, Fenxi huaxue Anal. Chem. **29(7)** (2001) 825–827.
- [2] Ившин В. П., Полушин Р. В. Диоксины и диоксиноподобные соединения: пути образования, свойства, способы деструкции, Мар. гос. ун–т; Йошкар – Ола (2005) 320.
- [3] Boylan M., Pelletier J., Meighen E. A. Fused bacterial luciferase subunits catalyze light emission in eukaryotes» and prokaryotes, J. Biol. Chem. **264** (1989) 1915–1918.

Третья международная школа «Наука и инновации–2008» Мероприятие №260

Приоритетное направление: **Машиностроение, электроника, приборостроение**

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ КАК МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА СЕТЕВОЙ ВОДЫ

Н. В. Глушков, И. Р. Изилиев

*ГОУ ВПО Марийский государственный университет
424001, Г. Йошкар–Ола, пл. Ленина, 1*

Работа посвящена разработке метода диагностирования качества сетевой воды водогрейных котлов системы теплоснабжения. Для этих целей предложено использовать диэлектрические спектры воды и водных растворов хлоридов натрия и кальция. Объектом контроля были выбраны структуры воды и водных растворов этих химических соединений. Метод получения первичной информации основывался на диэлектрической спектроскопии водных растворов. Исследовались резонансы осцилляторных систем структуры воды в диапазоне от 1 до 10 МГц. Информативным признаком, определяющим уровень качества сетевой воды водогрейных котлов системы теплоснабжения являлась добротность различных типов осцилляторов в элементах структуры растворов. Эта добротность определялась по амплитудно – частотной зависимости диэлектрической проницаемости от

вида растворяемого вещества и его концентрации в растворе. Установлена взаимосвязь добротности осцилляторных систем с параметрами раствора.

Решение проблемы непрерывного диагностирования качества сетевой воды водогрейных котлов системы теплоснабжения в процессе ее работы решает ряд задач, связанных с оценкой засоренности отопительной системы жилых домов и производственных помещений, ее теплоотдачи. В основу получения первичной информации положен анализ снимаемых диэлектрических спектров водных растворов. В этом случае устраняется зависимость счетчиков теплоотдачи, основанных на измерении температуры воды на входе и выходе отапливаемого объекта, от загрязнения воды во время прохождения ею отопительной системы здания. Для достижения выше названного эффекта предложено использовать диэлектрические спектры воды и водных растворов хлоридов натрия и кальция. Объектом контроля были выбраны структуры воды и водных растворов этих химических соединений. Метод получения первичной информации основывался на диэлектрической спектроскопии водных растворов. Исследовались резонансы осцилляторных систем структуры воды в диапазоне от 1 до 10 МГц. Информативным признаком, определяющим уровень качества сетевой воды водогрейных котлов системы теплоснабжения являлась добротность различных типов осцилляторов в элементах структуры растворов. Эта добротность определялась по амплитудно – частотной зависимости диэлектрической проницаемости от вида растворяемого вещества и его концентрации в растворе.

Методы диэлектрической спектроскопии широко применяются для исследования диэлектрических спектров пленок [1], льда [2], нефти [3] и др. Для изучения переходных процессов в водном растворе хлорида натрия использовались методы диэлектрического эха [4]. В данной работе исследуются диэлектрические спектры сетевой воды, свободной от примесей, и растворов в ней хлоридов натрия и кальция от частоты возбуждающего электрического поля и зависимость добротности осциллирующих элементов модельных растворов от вида и концентрации растворенного в воде вещества. Исследуется возможность применения диэлектрических спектров воды и водных растворов хлоридов натрия и кальция для диагностирования качества сетевой воды водогрейных котлов системы теплоснабжения.

Экспериментальная установка состояла из блока возбуждения электромеханических колебаний, резонансной среды и системы регистрации диэлектрической проницаемости резонансной среды. Блок возбуждения электромеханических колебаний включал генератор стандартных сигналов (ГСС) с диапазоном перестройки частоты от 10 Гц до 10 МГц, сигнал с которого подавался на параллельно расположенные металлические пластины. При этом между пластинами создавалось однородное электрическое поле, амплитуда которого менялась периодически с частотой сигнала, поступающего с ГСС. В это электрическое поле помещался стеклянный сосуд с плоскими стенками, заполненный резонансной средой в виде дистиллированной воды или растворенных в ней хлоридов натрия или кальция, содержащихся в сетевой воде водогрейных котлов системы теплоснабжения. В направлении ортогональном однородному электрическому полю регистрировалась диэлектрическая проницаемость резонансной среды. Это обеспечивалось с помощью пары параллельных металлических пластин регистрирующего конденсатора, прикрепленных к наружным стенкам стеклянного сосуда. Сосуд располагался в возбуждающем поле таким образом, чтобы пластины блока возбуждения электромеханических колебаний и регистрирующего конденсатора располагались ортогонально по отношению друг к другу. Выводы от регистрирующего конденсатора подавались на вход микропроцессорного измерителя емкости, работающего в импульсном режиме с тактовой частотой 1 Гц.

Методика исследований заключалась в снятии амплитуды емкости регистрирующего конденсатора, изменяющегося в зависимости от частоты электрического поля возбуждения электромеханических колебаний осцилляторов в растворе. Конструктивные параметры регистрирующего конденсатора не менялись, потому изменение его емкости отражало изменение диэлектрической проницаемости резонансной среды в зависимости от частоты

приложенного к среде электрического поля. Снятие диэлектрических спектров исследуемых растворов проводилось при фиксированных температурах. Была разработана методика определения порогового напряжения, выше которого наблюдались резонансные процессы на осцилляторах растворов. Амплитуда напряжения переменного электрического поля, подаваемого на возбуждающие пластины, устанавливалась выше порогового значения. При этом учитывалось падение напряжения на участках электрической цепи, в которую входили электрические параметры осциллирующих элементов структуры исследуемых сред. С ростом частоты это падение напряжения возрастало, а напряжение возбуждения, прикладываемой к резонансной среде уменьшалось, но не достигало значений ниже порогового. В качестве исследуемых модельных сред были выбраны водные растворы солей NaCl , CaCl_2 . Порядок проведения и результаты исследований включают следующее. Внешние параметры (температура, давление) оставались неизменными для всех исследуемых растворов. На рис. 1 приведена полученная амплитудно – частотная зависимость емкости регистрирующего конденсатора, исследуемой средой являлась дистиллированная вода.

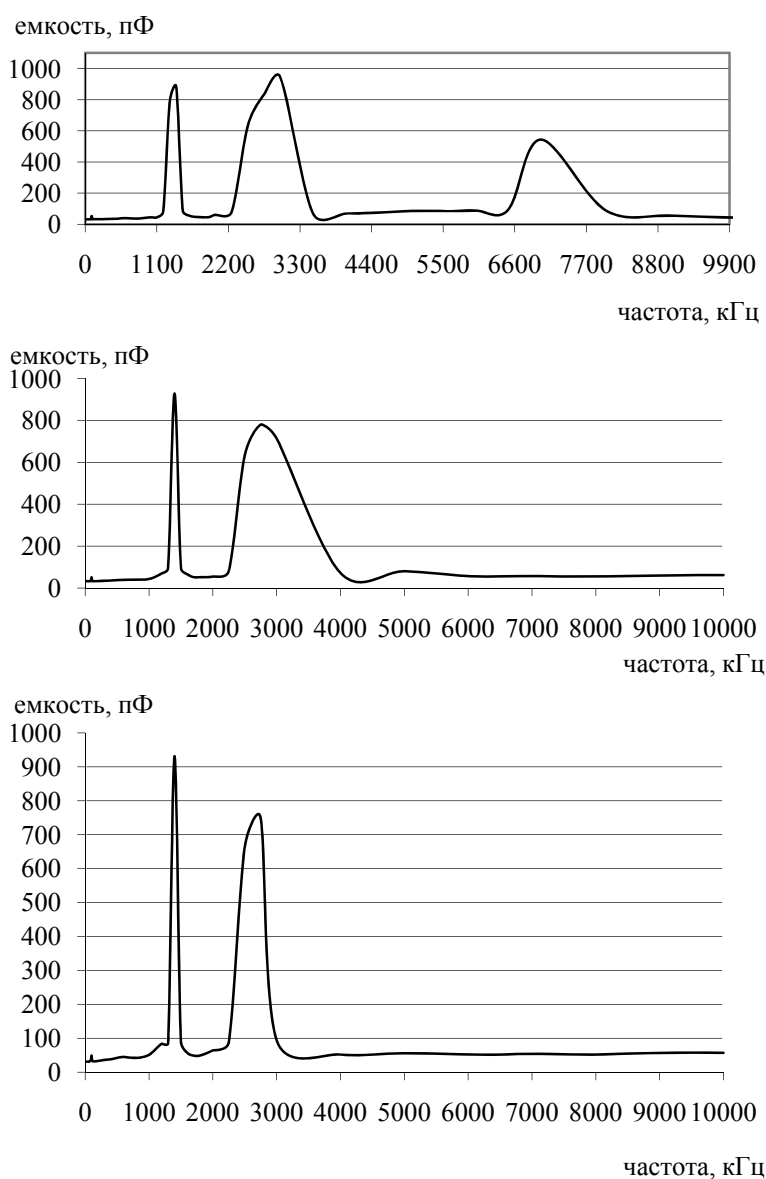


Рис. 1. Диэлектрические спектры дистиллированной воды.

Как описано выше, во время эксперимента конструкционные параметры регистрирующего конденсатора не менялись, поэтому меняющиеся значения емкости конденсатора можно интерпретировать как изменение диэлектрической проницаемости жидкости, находящейся между его обкладками. Таким образом, приведенный график представляет собой диэлектрические спектры дистиллированной воды. На рис. 2 показаны диэлектрические спектры для водного раствора NaCl при концентрациях 0,05 моль/л (а) и 0,43 моль/л (б).

Рис. 2. Диэлектрические спектры раст-вора NaCl при концентрации 0,05 моль/л (а), при концентрации 0,43 моль/л (б).

Из анализа рисунков следует, что с ростом концентрации соли в водном растворе первый пик диэлектрической проницаемости возрастал, спектральная ширина резонансных колебаний осцилляторов сужалась. В целом это сви-

детельствует о возрастании добротности первого вида осцилляторов по мере роста содержания соли в растворе. В то же время добротность второго и третьего вида осцилляторов снижалась по мере роста концентрации соли в растворе.

Снятые диэлектрические спектры водного раствора CaCl_2 также фиксируют изменения концентрации соли. С ростом концентрации химических элементов добротность каждой из трех исследуемых осцилляторных систем изменялась специфично в зависимости от вида растворенного в воде вещества. Таким образом, предложенный метод диэлектрической спектроскопии сетевой воды на входе и выходе системы отопления зданий может быть использован для разработки методов непрерывной диагностики сетевой воды. При этом может быть получена информация как о степени засоренности системы отопления зданий, так и об эффективности ее теплоотдачи.

Литература

- [1] Гейвандов А. Р., Юдин С. Г., Фридкин В. М., Дюшарм С. // ФТТ. **47(8)** (2005) 1528.
- [2] Бордонский Г. С., Крылов С. Д. // Журнал физ. химии. **75(5)** (2001)
- [3] Сараев Д. В., Лунёв И. В., Юсупова Т. Н. и соавт. // Нефтегазовое дело (2005)
- [4] Попов И. И., Козлов В. А., Нигматуллина В. Т., Гладышев А. М. Диэлектрическое эхо и модель его формирования в 0,84% растворе NaCl // Материалы Второй международной научной школы «Наука и инновации — 2007» ISS «SI-2007» / Под ред. И. И. Попова, В. А. Козлова, А. П. Сухорукова, В. В. Самарцева, В. Г. Зинова, В. Г. Яшина. — Йошкар-Ола, МарГУ (2007) 129–133.

**Третья международная школа «Наука и инновации–2008»
Мероприятие №260**

Приоритетное направление: **Машиностроение, электроника, приборостроение**

ГИБРИДНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ИЗ ГИДРАТОВ МЕТАНА И СЕРОВОДОРОДА

Д. А. Ионова

*Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева,
428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, д. 38
E-mail: pooh12@yandex.ru*

1. Идея проекта. Коммерциализуемая идея заключается в создании плавающей гибридной энергетической установки, позволяющей получать электроэнергию из растворенного в морской воде метана, путем окисления метана и сероводорода на твердотельном топливном элементе, погружаемом непосредственно до содержащего метан слоя воды. Предлагаемое решение является новым и не имеет технологических аналогов.

2. Актуальность темы. Актуальность темы обусловлена двумя аспектами. Первый аспект связан с уменьшением запасов нефти, что диктует необходимость внедрения технологий создания альтернативных возобновляемых источников топлива, равноценных продуктам переработки нефти. Второй аспект обусловлен естественным биологическим и техногенным загрязнением закрытых водоемов, таких как Аральское и Черное море, в толще которых, на глубинах более 200 м, происходит экологическая катастрофа, вызванная накоплением сероводорода и метана. Оба вещества накапливаются в виде газогидрата и обладают значительной энергоемкостью. Не смотря на внешнюю простоту и привлекательность этой не новой идеи, реализовать ее в экономически приемлемом виде до сих пор не удалось никому.

Метан в водах Черного моря присутствует в нескольких формах:

1) метан, растворенный в воде на глубинах около двухсот метров. Это метан биологического происхождения. В его образовании участвуют метан продуцирующие бактерии. Слой его составляет 100 – 150 м;

2) растворенный в воде придонный метан, слой которого может достигать 300 – 400 м. Это метан также биологического происхождения, вероятно, образуется в результате заноса из вышеописанного слоя. В этом слое естественные биологические процессы не возможны, поскольку здесь высока концентрация сероводорода;

3) газогидрат метана, существующий в виде отдельных кусков и находящийся в донном иле на глубинах более двухсот метров [1].

3. Срок получения реализуемого продукта. Поскольку готовые технологические элементы для реализации этой идеи по отдельности разработаны, то возможно его внедрение в виде экспериментальной энергетической установки в течение 5–6 лет. Из них — два года требуется на осуществление НИР, проведение которой обусловлено необходимостью изучения поведения топливных элементов в морской воде в условиях высокого давления и изучение параметров индукционного нагрева воды при высоких давлениях. Один – два года потребуется на проведение НИОКР и два – три года на ввод проекта в эксплуатацию.

4. Научный задел и технический уровень. Проведен анализ литературных данных по проблеме изучения содержания метана в водах Черного моря и крупных рек территории России [1, 2, 3]. Изучены технологические основы конструирования топливных элементов [4]. На основе этих данных осуществлены теоретические расчеты экономической эффективности прямого получения электроэнергии из растворенных в воде метана и метанола на основе использования твердотельных топливных элементов, минуя стадии получения водорода.

5. Аналоги и их критика. Известен ряд проектов, направленных на использование газогидратов метана и/или сероводорода Черного моря для получения электроэнергии. Например, предлагается содержащую метан и сероводород воду поднимать на поверхность с глубин не менее двухсот метров. Далее эта вода подвергается «электрическому шоку» в результате которого, по замыслу автора, вода должна терять метан и сероводород, которые необходимо улавливать и сжимать газокompрессорной установкой. Очевидно, что такая технология невероятно затратна и не будет реализована никогда [0].

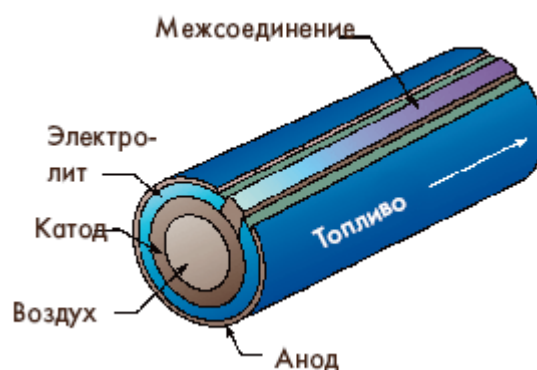
Предлагаются проекты по дегазации воды непосредственно в море. Для этого необходимо осуществить окисление сероводорода до воды и серы, которую автор собирается накапливать в специальных коллекторах и затем поднимать на берег для получения серной кислоты. Растворенный метан при этом, в результате нагрева воды, обусловленного окислением сероводорода, должен подниматься на поверхность. Его также необходимо собирать под газовым колпаком и сжимать газовым компрессором. Энергия, выделяемая при сжигании серы, должна пойти на вторичное производство электроэнергии. Очевидно, что проект не технологичен [0].

Следующая группа проектов связана с разработкой придонных месторождений газогидрата метана. При этом газогидрат также предлагается поднимать на поверхность. Разработка этого проекта встретила со значительными трудностями, поскольку разведанных месторождений газогидрата в Черном море нет. А для производства этих работ требуется дорогостоящее бурение морского дна.

5. Предлагаемый проект. Согласно приведенным выше работам, Черное море является источником возобновляемых запасов метана и сероводорода, которые в отдаленной перспективе могут представлять собой опасность в виде газовых выбросов. Кроме того уже в настоящее время эти два газа уничтожают биологическое разнообразие Черного моря — на его дне никто и ничто не живет. Содержание метана в водах Черного моря составляет до 0,16 – 0,18 л/м³ на глубинах 1500–2500 м [0]. Содержание сероводорода до 2,2 г/м³ [5]. Очевидно, что подъем воды с растворенным в ней метаном для последующей дегазации и компрессии метана не выгоден. Кроме того, морская вода содержит значительное количество различных примесей органического и неорганического происхождения.

С нашей точки зрения, все эти противоречия могут быть разрешены при использовании твердотельного оксидного топливного элемента трубчатой топологии, позволяющего работать с относительно «грязными источниками водородного топлива» и при высоких давлениях. Схема такого топливного элемента (производства компании «Siemens Westinghouse Power Corporation») показана на рис.

Рис. Твердотельный оксидный топливный элемент трубчатой топологии



Монтаж аналогичных топливных элементов в трубах, смонтированных на плавучих платформах, и опускаемых даже до глубин 2000 – 2500 м не представляет технических трудностей. Поскольку в таких топливных элементах необходим разогрев носителя топлива (воды) до 700 °С, нагретая вода будет самотеком подниматься вверх с глубин 2000 – 1500 м, как в результате теплового расширения, так и в результате градиента давления, и ее можно использовать для вращения газовой турбины с целью получения дополнительной электроэнергии. Нагрев воды предполагается осуществлять индукционным способом.

Полученную электроэнергию на берег можно подавать по силовому кабелю, что также является технологически решенной задачей. Закачка атмосферного воздуха в трубу и топливный элемент на глубину до 2000–1500 м также не представляет технологических трудностей, поскольку является решенной ранее. Нагрев воды в топливном элементе предполагается осуществлять индукционным способом.

Твердотельные оксидные топливные элементы трубчатой топологии зарекомендовали себя как самые надежные устройства в этом типе энергетических установок. Длительность эксплуатации его может составлять до 1,5 лет, а мощность одного топливного элемента составляет от 250 КВт до 5 МВт и варьируется конструкционно, в зависимости от назначения.

Кроме того, поскольку в такой установке будет происходить попутное разложение сероводорода на водород и серу, то возможно сопутствующее получение восстановленной серы для производства серной кислоты и дополнительного количества электроэнергии на берегу. Предлагаемое решение, не смотря на внешнее наличие признака «новое сочетание известных решений с получением новых потребительских функций», является технологически новым и не имеет аналогов.

6. Значимость и эффективность проекта. Масштаб идеи — мировая экономика. Предлагаемая идея — создание плавающей гибридной энергетической установки, позволяющей получать электроэнергию из растворенного в морской воде метана, не имеет аналогов в мировой практике. Ожидаемый экономический эффект от реализации технологии получения электроэнергии в результате прямого окисления метана на твердотельном топливном элементе непосредственно под водой — **высокий**.

Введение в эксплуатацию предлагаемой нами гибридной энергетической установки обеспечит:

- ✓ создание дополнительных рабочих мест в энергетическом комплексе и сопутствующих производствах;
- ✓ возможность прямого получения относительно дешевой электроэнергии из возобновляемых источников энергии без дополнительных выбросов углекислоты в атмосферу;
- ✓ получение пресной воды, являющейся технологическим отходом работы топливных элементов в связи с их нагревом до 600–700 °С во время работы;
- ✓ получение сырья для производства серной кислоты;

✓ улучшение экологического состояния Черного моря.

7. Ожидается получение высокого экономического эффекта, поскольку гибридная энергетическая установка твердотельных топливных элементов, работающая на растворенном в морской воде метане и сероводороде, многофункциональна, и одновременно является поставщиком нескольких видов сырья для химической промышленности. Кроме того, по мере необходимости и развертывания проекта, на ней могут быть смонтированы дополнительные устройства для получения водорода.

Литература

- [1] Гальченко В. Ф. *Метанотрофные бактерии*. – М. : ГЕОС (2001).
- [2] Гольцева Л. И., Юткин А. Л., «Ай, Черное море, хорошее море» // *Изобретатель и рационализатор*. – №2 (1996).
- [3] Кашия В. Г. Экологически чистые методы освоения водородсодержащих компонентов Черного моря // *ISJAEЕ*. – № 2(10) (2004) 10.
- [4] Макашкин Л. Л., Пармон В. Н. Водородная энергетика: прошлое, настоящее, виды на будущее // *Российский Химический Журнал*. Том L, № 6 (2006) 5-19.
- [5] Беляев В. И., Совга Е. Е. Сероводород в Черном море не взорвется // *Вестник АН СССР* №10 (1991) 47–57.

Третья международная школа «Наука и инновации–2008» Мероприятие №260

Приоритетное направление: **Машиностроение, электроника, приборостроение**

МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО МАСЛА ПО ЕГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СПЕКТРАМ

Д. А. Князев

ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»
E-mail: Kdarus@mail.ru

Проект посвящен идее реализации непрерывного индикаторного контроля состояния автомобильного масла по параметрам его диэлектрических спектров. Эта идея является новой, до сих пор на практике срок работоспособности масла определяется в основном либо по километражу, пройденному автомобилем, либо по истечению какого-то времени. Но при этом не учитывается, ни начальное качество масла, ни его условия эксплуатации. Имеется итальянский аналог непрерывного индикаторного контроля состояния автомобильного масла. В основе этого метода лежит сравнительный показатель отклонения показаний тока в центральном проводе коаксиального кабеля, помещенного в диагностируемое масло, под воздействием внешнего постоянного магнитного поля относительно показаний, полученных для эталонного масла. Этот аналог обладает очень низкой точностью определения регистрируемой величины и высокой ценой (порядка 3500 руб.). Предлагаемый непрерывный контроль позволит с большей точностью определять момент утраты работоспособности автомобильного масла при меньших на порядок затратах, что увеличит его технические и экономические показатели.

В данной работе рассматривается разработка метода непрерывного индикаторного контроля состояния масла в автомобиле на основе регистрации добротности системы осцилляторов из надмолекулярных структур масла, находящихся в состоянии

электроmechanического резонанса. Наличие дополнительных включений в масле и повышение его температуры приводили к снижению добротности резонирующей системы. Путем снятия диэлектрических спектров предлагается регистрировать добротность электроmechanического резонатора в масле, а по ее значению и форме диэлектрических спектров проводить непрерывную диагностику состояние масла.

Экспериментальная установка [1] позволяла снимать диэлектрические спектры различных жидких сред. В данном случае, при исследовании автомобильного масла она состояла из блока возбуждения электроmechanических колебаний, резонансной среды (автомобильного масла) и системы регистрации диэлектрической проницаемости резонансной среды. Блок возбуждения электроmechanических колебаний включал генератор стандартных сигналов (ГСС) с диапазоном перестройки частоты от 10 Гц до 10 МГц, сигнал с которого подавался на параллельно расположенные металлические пластины. При этом, между пластинами создавалось однородное электрическое поле, амплитуда которого менялась периодически с частой сигнала, поступающего с ГСС. В это электрическое поле помещался стеклянный сосуд с плоскими стенками, заполненный автомобильным маслом. В направлении ортогональном однородному электрическому полю регистрировалась диэлектрическая проницаемость резонансной среды. Это обеспечивалось с помощью пары параллельных металлических пластин регистрирующего конденсатора, прикрепленных к наружным стенкам стеклянного сосуда. Сосуд располагался в возбуждающем поле таким образом, чтобы пластины блока возбуждения электроmechanических колебаний и регистрирующего конденсатора располагались ортогонально по отношению друг к другу. Выводы от регистрирующего конденсатора подавались на вход микропроцессорного измерителя емкости, работающего в импульсном режиме с тактовой частотой 1 Гц.

Методика исследований заключалась в регистрации действительной части диэлектрической проницаемости среды ϵ' , возбуждаемой высокочастотным электрическим полем, путем измерения емкости регистрирующего конденсатора, заполненного этой исследуемой средой. При этом регистрируемая емкость изменялась в зависимости от частоты электрического поля, возбуждающего электроmechanические колебания осцилляторов в растворе. Конструктивные параметры регистрирующего конденсатора не менялись, потому изменение его емкости отражало изменение диэлектрической проницаемости резонансной среды в зависимости от частоты приложенного к среде электрического поля. Снятие диэлектрических спектров исследуемых растворов проводилось при фиксированных температурах. Была разработана методика определения порогового напряжения, выше которого наблюдались резонансные процессы в автомобильном масле. Амплитуда напряжения переменного электрического поля, подаваемого на возбуждающие пластины, устанавливалась выше порогового значения, равного 5 В. При этом учитывалось падение напряжения на участках электрической цепи, в которую входили электрические параметры осциллирующих элементов структуры исследуемых проб автомобильного масла. С ростом частоты это падение напряжения возрастало, а напряжение возбуждения, прикладываемой к резонансной среде уменьшалось, но не достигало значений ниже порогового.

В качестве исследуемых сред было использовано две пробы автомобильного масла. В первом случае измерения велись на автомобильном масле, бывшем в употреблении, то есть взятом из длительно работавшего автомобиля. Во втором случае использовалось новое масло той же марки, не использовавшееся для работы. На рис. приведены амплитудно-частотные зависимости емкости регистрирующего конденсатора, по сути своей являющиеся диэлектрическими спектрами проб масла.

Из анализа рис. следует, что в новом масле добротность электроmechanического резонатора выше, чем в масле, бывшем в употреблении. Это следует из увеличения в два раза полосы частот резонансных кривых исследуемых проб автомобильного масла. При

изменении температуры, также имело место изменение формы контура снимаемой резонансной кривой.

Таким образом, путем снятия диэлектрических спектров проб автомобильного масла, показана возможность реализации индикаторного непрерывного контроля состояния масла.

Для реализации идеи построения индикаторного контроля состояния масла, необходимо провести дополнительные научные исследовательские работы. Они будут включать расчеты и результаты экспериментальных измерений добротности систем осцилляторов из надмолекулярных структур масла, находящихся в состоянии электромеханического резонанса в зависимости от марки масла, от температуры, от километража автомобиля, от срока эксплуатации. На предварительные НИР потребуется два года в рамках выполнения работ по программе «У.М.Н.И.К.» и три года для создания и продвижения на рынок конечного продукта, реализуемого в рамках программы «Старт». С учётом не предвиденных обстоятельств, срок выполнения работ по проекту может увеличиться на один год. Поэтому, срок получения конечного продукта составит 5–6 лет.

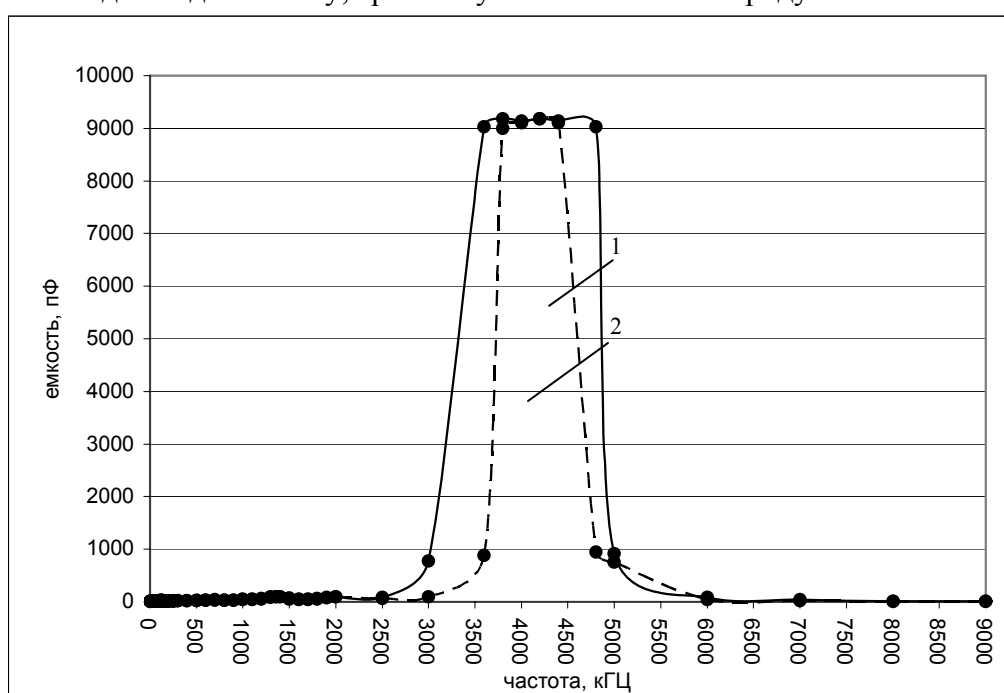


Рис. Диэлектрические спектры автомобильного масла: 1 — резонансная кривая для автомобильного масла, бывшего в употреблении; 2 — резонансная кривая для автомобильного масла, неиспользовавшегося.

Идея индикаторного контроля состояния автомобильного масла по точности регистрации и цене значительно превосходит имеющиеся аналоги.

Рынок реализации конечного продукта распространяется на весь мировой автомобильный рынок.

В случае выхода датчика на весь автомобильный рынок, при его цене 300 рублей и себестоимости 150 рублей, экономический эффект может достичь миллиардов рублей, т.е. ожидается высокий экономический эффект от реализации предложенной идеи.

Защита интеллектуальной собственности: подан патента РФ на изобретение «Способ индикаторного контроля качества автомобильного масла». Алгоритм обработки результатов измерений будет записываться в ПЗУ микропроцессора и охраняться в режиме НОУ–ХАУ.

Литература

[1] Попов И. И., Козлов В. А., Нигматуллина В. Т., Гладышев А. М., *Материалы Второй международной научной школы «Наука и инновации — 2007» ISS «SI-2007»* / Под ред. И. И. Попова, В. А. Козлова, А. П. Сухорукова, В. В. Самарцева, В. Г. Зинова, В. Г. Яшина, Йошкар–Ола, МарГУ, (2007), 129.

**Третья международная школа «Наука и инновации–2008»
Мероприятие №260**

Приоритетное направление: **Информационные технологии**

**РАЗРАБОТКА АППАРАТНО – ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ
ИНФОРМАЦИИ ПО ГИДРОАКУСТИЧЕСКОМУ КАНАЛУ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ
ШУМОПОДОБНЫХ СИГНАЛОВ**

Л. Г. Корнилова

*ГОУ ВПО Марийский государственный технический университет,
(424000, г. Йошкар – Ола, пл. Ленина, 3)
E-mail: code@marstu.net*

Гидроакустические системы передачи информации занимают особое место среди других коммуникационных продуктов, от них во многом зависит контроль и безопасность подводников, а также скрытность передаваемой информации. В настоящее время существуют подводные системы гидроакустической связи, принцип действия которых основан на применении аналоговых сигналов. Принципиальным недостатком таких систем является низкая устойчивость к шумам в канале связи, низкая скорость передачи информации и ограниченная дальность действия.

В настоящей работе мы предлагаем принципиально новый способ передачи информации по гидроакустическому каналу связи. Он основан на применение шумоподобных фазокодированных дискретных последовательностей и позволяет избавиться от всех вышеупомянутых недостатков. Более того, он позволяет обеспечить скрытность передаваемой информации. В работах [1, 2] были разработаны регулярные методы синтеза ФКП с нулевым уровнем боковых лепестков циклической автокорреляционной функции (АКФ), которые образуют алфавит квазиортогональных ФКП, обладающих равномерной циклической взаимной корреляционной функцией (ВКФ) с уровнем модулей отсчетов равным $1/\sqrt{N}$. Применение алфавита квазиортогональных ФКП позволяет передавать цифровую информацию в параллельном коде, выделяя для каждого канала (значащего бита) свою ФКП. Достоинство применения сложных сигналов состоит в том, что для передачи информации не требуется синхронизации между приемной и передающей стороной, т.к. на приемной стороне обнаружение выполняется по максимальному отклику коррелятора. В работе [3] были предложены методы передачи шумоподобных сигналов в широкополосных системах связи, основанные на применении квазиортогональных алфавитов ФКП, каждая из которых обладает нулевым уровнем боковых лепестков циклической АКФ. Рассмотрим структурную схему предлагаемой беспроводной широкополосной гидроакустической системы связи. Структурная схема передатчика, генерирующего и излучающего акустический сигнал, представлена на рис. 1. Генератор тактовых импульсов (ГТИ) вырабатывает короткие импульсы с частотой дискретизации f_{∂} . С выхода генератора несущей частоты (ГНЧ) на модулятор (М) поступает гармони-

ческий сигнал с несущей частотой f_n . Диапазон изменения частоты несущей $f_n = 50 \dots 10^4$ Гц. В модуляторе происходит модуляция фазы колебания несущей частоты по закону ФКП специального вида, синтезируемой генератором фазокодированных последовательностей (ГФКП) размерностью N .

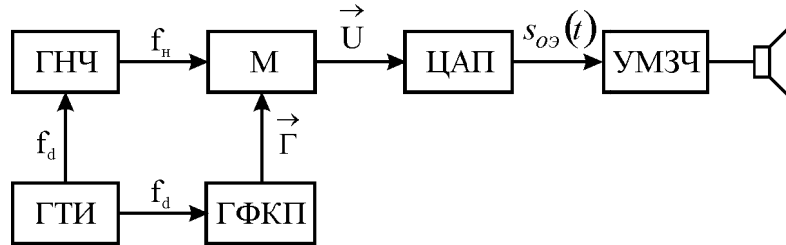


Рис. 1. Структурная схема передатчика широкополосной гидроакустической системы связи

В модуляторе задается число отсчетов K на один кодовый интервал в составе ФКП, длительность кодового интервала $\tau_{ки}$ и число периодов на один кодовый интервал r . Длительность кодового интервала определяется как:

$$\tau_{ки} = K / f_{\partial} . \quad (1)$$

Общая длительность излучаемого акустического сигнала:

$$L = N \cdot K \text{ (отсчетов)}, t_c = N \cdot \tau_{ки} \text{ (с)}. \quad (2)$$

Число периодов на одном кодовом интервале должно быть целым числом:

$$r = f_n \cdot \tau_{ки} . \quad (3)$$

Для передачи информации в модуляторе формируется групповой сигнал специального вида, представляющий собой сумму P — квазиортогональных ФКП в смысле свойств взаимно-корреляционных функций (ВКФ) [7], и M — образованных на их основе циклическими сдвигами ФКП с одноуровневой АКФ [7].

$$\mathbf{U} = \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^J \mathbf{U}_j^{(p)} , \quad (4)$$

общее количество сигналов в групповом сигнале должно удовлетворять условию: $P \cdot J \leq N$.

Шумоподобный дискретный сигнал преобразуется в аналоговый электрический сигнал $s_{оз}(t)$ в цифроаналоговом преобразователе (ЦАП) и через усилитель мощности звуковой частоты (УМЗЧ) подается на излучатель акустического сигнала.

Шумоподобный акустический сигнал распространяется по гидроакустическому каналу связи и поступает на вход приемника гидроакустической системы связи. Структурная схема приемника акустического сигнала, представлена на рис. 2. В микрофоне принятый акустический сигнал $s_a(t)$ преобразуется в электрический $s_э(t)$, затем в аналого — цифровом преобразователе (АЦП) преобразуется в дискретный сигнал $\mathbf{S}$. Далее дискретный сигнал можно обработать непосредственно на несущей частоте f_n , при этом дискретный сигнал подается на вход согласованного фильтра (СФ₁). Согласованный фильтр СФ₁ представляет собой набор из P согласованных фильтров (каждый из которых согласован с определенной квазиортогональной кодовой последовательностью), импульсная характеристика (ИХ) каждого из которых содержит $L = N \cdot K$ отсчетов:

$$U_l^{(p)} = \sin(2\pi \cdot f_n \cdot t_d \cdot l + \varphi_n^{(p)}), \quad (5)$$

$p = 1 \dots P$ — номер одной из ФКП, образующих квазиортогональный алфавит, $l = 0 \dots L - 1$ — номер отсчета импульсной характеристики, $n = 0 \dots N - 1$ — номер кодового интервала ФКП, инкрементируется каждый раз как только выполняется условие $l \pmod{K} \equiv 0$.

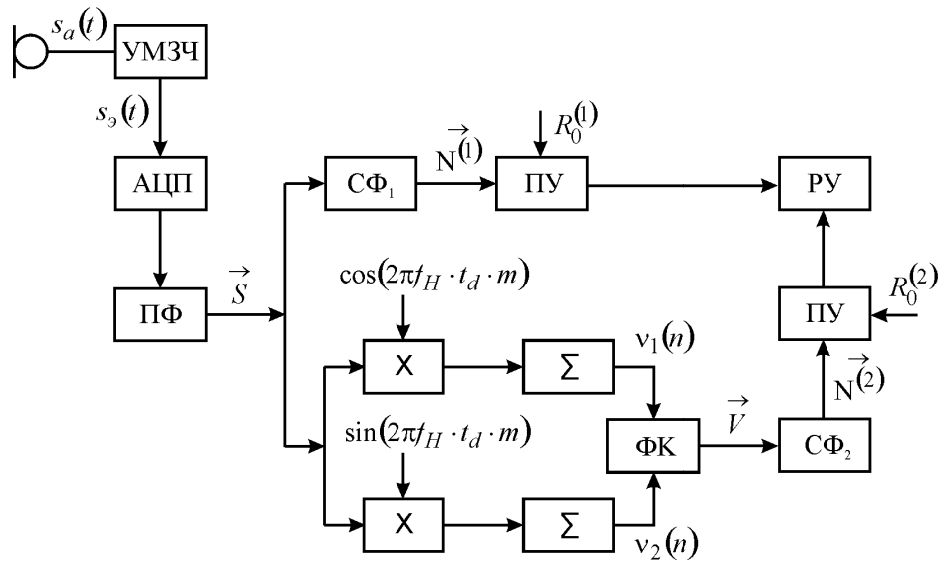


Рис. 2. Структурная схема приёмника широкополосной гидроакустической системы связи

На выходе каждого p согласованного фильтра формируется $N_p^{(i)}$ сигнал, представляющий собой свертку группового сигнала с импульсной характеристикой соответствующего фильтра. Обнаружитель сигналов содержит пороговое устройство (ПУ). Значение порога $R_0^{(1)}$ для построения оптимального обнаружителя формируется по критерию Неймана – Пирсона для группового сигнала на фоне шума с гауссовым законом распределения. Решение об обнаружении сигнала принимается решающим устройством (РУ).

Также дискретный сигнал можно обработать, применив детекторную обработку. При этом дискретный сигнал подается на вход амплитудно – фазового детектора, имеющего квадратурный и синфазный каналы с опорными колебаниями $\cos(2\pi \cdot f_n \cdot t_d \cdot m)$ и $\sin(2\pi \cdot f_n \cdot t_d \cdot m)$ соответственно. Формирователь кода (ФК) формирует принятую ФКП V . Согласованный фильтр CF_2 представляет собой набор из P согласованных фильтров, импульсная характеристика каждого из которых содержит N отсчетов:

$$\Gamma^{(p)} = \exp(-i\varphi_n^{(p)}), \quad (6)$$

$p = 1 \dots P$ — номер одной из ФКП, образующих квазиортогональный, $n = 0 \dots N - 1$ — номер отсчета ИХ. На основе предложенного метода были проведены экспериментальные исследования распространения в водной среде акустических сигналов специального вида, модулируемых по фазе шумоподобными фазокодированными последовательностями с одноуровневой циклической автокорреляционной функцией размерности $N = 2038$ с несущей частотой $f_n \approx 1000$ Гц. Заданная скорость передачи информации в воде составляла $c = 4$ бум/с на расстояние 500 м. Потенциально достижимая скорость передачи информации для выбранных параметров излучения сигналов $c_{pot} = 220$ бум/с.

Литература

- [1] Tyukaev A. Yu., Leukhin A. N., Pattern recognition and image analysis: New information technologies. 2 (2007) 163
- [2] Tyukaev A. Yu., Leukhin A. N., Pattern recognition and image analysis: New information technologies. 2 (2007) 159

[3] Тюкаев А. Ю., Корнилова Л. Г., Леухин А. Н., Труды XI Всероссийской школы-семинара “Волновые явления в неоднородных средах”, часть 5, “Спектроскопия. Томография. Передача и приём информации” МГУ (2008) 78.

Третья международная школа «Наука и инновации–2008»

Мероприятие №260

Приоритетное направление: **Машиностроение, электроника, приборостроение**

ФЕМТОСЕКУНДНЫЙ ВРЕМЯ – РАЗРЕШЕННЫЙ БИФОТОННЫЙ РЕЛАКСОМЕТР

И. З. Латыпов

Казанский физико-технический институт им. Е. К. Завойского КазНЦ РАН

1. Область применения. Данная методика может применяться в релаксометрии кристаллов и стекол. Кроме того, данным устройством при помощи слабых световых полей при комнатной температуре возможно осуществление детектирования раковых клеток, так как они обладают измененным временем фазовой релаксации по отношению к здоровым клетками. Исследование изменения формы импульса однофотонного волнового пакета, прошедшего через оптоволокно с помощью предлагаемого метода делает возможным поиск оптимальных режимов передачи оптической информации по волоконным линиям связи, для дальнейшего использования слабых световых полей в квантовых вычислениях, квантовой криптографии и телепортации квантовых состояний.

2. Физические основы метода измерений. В основе предлагаемого метода лежит наблюдение двухфотонной квантовой интерференции бифотонных полей на полупрозрачном светоделителе и ее регистрация в схеме интерферометра Хонга – Уо – Манделя. В качестве источника двухфотонных волновых полей используется явление спонтанного параметрического рассеяния света (СПР), в результате которого в анизотропном кристалле высокочастотный фотон лазерной накачки уничтожается одновременно с рождением двух низкочастотных фотонов, называемых сигнальным и холостым. С помощью параметрического рассеяния можно получать поляризационно – перепутанные пары фотонов, скоррелированные по моменту их рождения. При определенных условиях, важнейшим из которых является выравнивание сигнального и холостого фотона по времени к моменту их прихода на светоделитель (для наблюдения интерференции необходимо добиться того, чтобы разница во времени их прихода была меньше времени когерентности фотонов), можно наблюдать эффект антикорреляции фотонов, называемый также «провалом Манделя», который характеризуется резким спадом в числе совпадений при неизменном счете в каждом канале.

Далее, если в один из каналов интерферометра поместить образец (резонансную среду), то она будет вносить дополнительную задержку между фотонами. При этом часть фотонов будет проходить через резонансную среду без изменения, а часть фотонов будет поглощаться. Время, за которое поглощенный фотон переизлучится, характеризуется временем фазовой релаксации T_2 . Данное значение времени релаксации можно вычислить, если построить зависимость числа совпадений фотоотсчетов от времени задержки между сигнальным и холостым фотонами. Полученная картина будет иметь вид интенсивного пика (соответствующего совпадением по времени прихода фотонов прошедших без поглощения через резонансную среду и фотонами в «холостом» канале) и, следующего за ним, экспоненциального спада (соответствующего совпадением по времени фотонов, переизлученных с характерным временем

T_2 и фотонами в «холостом» канале). Таким образом, характерное время фазовой релаксации будет определяться с помощью внесения временной задержки между сигнальным и холостым фотоном.

3. Принципиальная схема предлагаемого прибора. Принципиальная схема релаксометра представлена на рис. Непрерывное излучение лазерной накачки возбуждает нелинейный кристалл ВВО, где происходит генерация поляризационно–перепутанных состояний пар фотонов, распространяющихся коллинеарно друг относительно друга в направлении лазерного излучения. Холостой и сигнальный фотон имеют ортогональные друг относительно друга линейные поляризации, а, следовательно, разные показатели преломления (обыкновенный и необыкновенный), поэтому, к моменту выхода их из кристалла, между ними набегают временная задержка, обусловленная разницей соответствующих групповых скоростей.

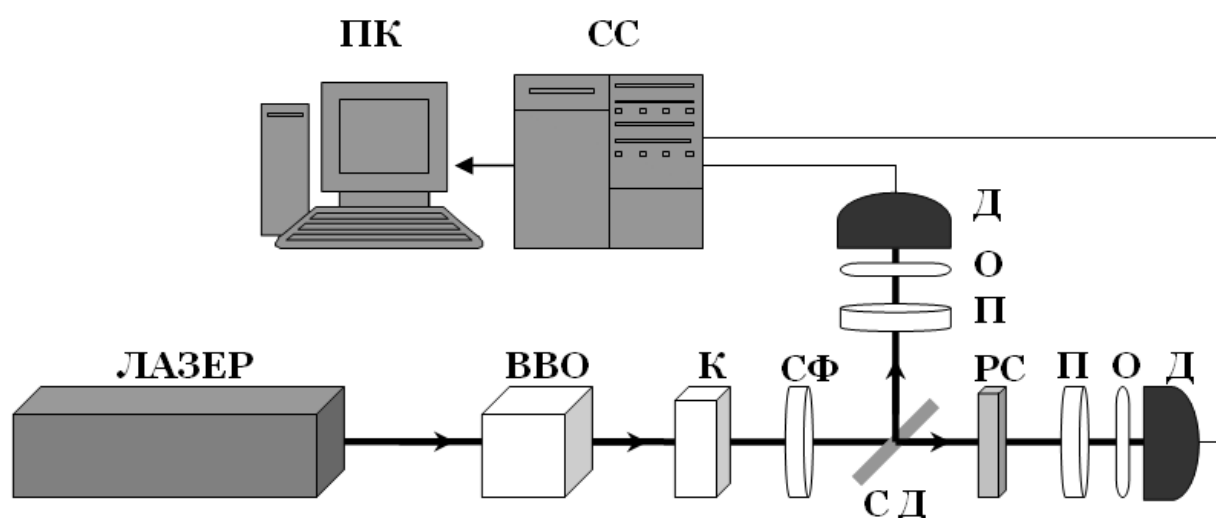


Рис. Принципиальная схема фемтосекундного время – разрешенного релаксометра
Лазер — лазер непрерывного действия; ВВО — нелинейный кристалл, генерирующий бифотонное поле, например, кристалл β -бората бария (ВВО); К — компенсирующий нелинейный кристалл (набор кристаллов); СФ — отсекающий излучение лазерной накачки светофильтр (набор светофильтров); СД — полупрозрачный неполяризационный светоделитель; РС — резонансная среда (исследуемый образец); П — поляризаторы (может включать в себя фазовую $\lambda/2$ пластинку и поляризационную призму Глана); О — объективы (фокусирующие линзы); Д — фотодетекторы (лавинные фотодиоды); СС — электрическая схема совпадений; ПК — персональный компьютер.

Данная временная задержка управляется введением компенсирующего нелинейного кристалла или набора кристаллов, ориентированных соответствующим образом. Набор отсекающих светофильтров отсекает излучение накачки. Далее, фотоны смешиваются на полупрозрачном неполяризационном светоделителе и разделяются на два канала, причем в один канал помещается исследуемый образец. Поляризатор выставлен так, чтобы вероятность пройти сквозь него для вертикально и горизонтально поляризованных фотонов была одинакова. Объективы фокусируют излучение в окно фотодетектора. Далее, сигналы обрабатываются в схеме совпадений и выводятся на экран персонального компьютера. Измерения проводятся управлением временной задержкой между фотонами (изменением толщины компенсирующего кристалла) в интервале, соответствующим характерному времени спада, и подсчетом соответствующего уровня совпадений фотоотсчетов, при этом, когда вносимая компенсатором задержка будет соответствовать задержке резонансной среды, мы будем наблюдать максимальное падение числа совпадений (до уровня случайных совпадений), т.е. наблюдать двухфотонную квантовую интерференцию.

4. Особенности метода и предлагаемого прибора. Предлагаемый метод обладает следующими особенностями:

- временное разрешение данного прибора определяется точностью управления временной задержки между фотонами, которая лежит в фемтосекундном диапазоне и меняется простым изменением эффективной толщины компенсирующего кристалла (меняющего оптические длины пути сигнального и холостого фотона). Таким образом, фемтосекундное разрешение достигается без использования дорогостоящей фемтосекундной лазерной техники.
- исследование резонансных сред осуществляется с помощью крайне слабых по интенсивности однофотонных световых полей, детектирование которых осуществляется в режиме счета одиночных фотонов. Данная особенность очень важна для исследования материалов с очень низким порогом разрушения, в т.ч. и для биологических клеток.
- возможность применения данного метода в широком диапазоне длин волн, поскольку спектр СПР варьируется от длины волны накачки до области дальнего ИК.

**Третья международная школа «Наука и инновации–2008»
Мероприятие № 260**

Приоритетное направление: **Медицина, фармакология**

**ХИТИНСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ ИЗ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ
ВЫСШИХ ГРИБОВ ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В РЕГИОНАХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Т. В. Морозова

*ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»
E-mail: organic@marsu.ru*

Проект посвящен технологии выделения из природного сырья ценных хитинсодержащих продуктов. Одним из важнейших достижений мирового научно–технического прогресса в области изыскания новых перспективных веществ и материалов за последние тридцать лет стало изучение, создание и внедрение в практику технологий получения хитина, хитозана и их производных. Хитин обладает превосходными свойствами, такими как биосовместимость, биodeградируемость, нетоксичность и адсорбционность. К числу основных направлений использования хитинсодержащего материала нужно отнести медицину, фармакологию, косметологию, пищевую промышленность и сельское хозяйство. Большая часть получаемого в настоящее время в нашей стране хитина используется для производства D–глюкозамина — субстанции лекарственного препарата для лечения болезней суставов. Производное хитина хитозан называют материалом XXI века, потому что он обеспечивает у тканей прочность, несминаемость с одновременным целебным эффектом.

Основным сырьем для получения хитина является панцирь промысловых ракообразных, промышленное производство хитина и хитозана основано преимущественно в Японии (2500 тонн хитина и хитозана в год по данным 2000 года). Отечественная промышленность начала осваивать производство хитина хитозана с 1970 годов и к настоящему времени общий объем их выпуска не превышает 80 тонн в год. Существенным недостатком отечественных продуктов особенно D–глюкозамина является наличие минеральных примесей, обусловленных технологией переработки ракообразных. Альтернативным сырьем для получения D–глюкозамина, хитина и хитозана могут служить плодовые тела высших грибов непродовольственного назначения, произрастающие в регионах среднего Поволжья. Подобные рабо-

ты известны на примерах использования пищевых грибов, выращиваемых в культуре (вешенка, шампиньон, белый гриб), но они не представляются перспективными вследствие дороговизны и ограничения пищевых ресурсов.

В предложенном проекте используются грибы непромыслового типа, а грибы, произрастающие в естественных условиях, грибы паразиты, как отходы лесоперерабатывающих предприятий.

Для реализации проекта выбраны и обоснованы рациональные параметры процесса выделения хитин – глюканового комплекса из биомассы грибов *Armillariella mellea* и *Morchella esculenta*, относящихся классам *Basidiomycetes* и *Ascomycetes* соответственно. Исследованы влияния различных факторов на процессы депротеинирования, деминерализации, депигментации, деглюканизации биомассы плодовых тел высших грибов в мягких условиях. Выделен и проанализирован ХтГК по нами разработанной методики, идентифицирован в сравнении с хитином ракообразных *Arthropoda*, изучен их химический состав и некоторые физико – химические свойства. Полученные данные свидетельствуют о том, что указанные объекты могут являться потенциальным сырьем для получения хитина. Выход основного продукта из биомассы не меньше подобного при обработке панцирьсодержащего сырья.

Полученные дифрактограммы образцов ХтГК гриба вида *Armillariella mellea*, полученных по нами разработанной универсальной методике и хитин ракообразных *Arthropoda*, приведенны на рис. 1, 2 показывают, что по основным характеристическим пикам и интенсивности основных хитиновых рефлексов подтверждается полная идентичность ХтГК высших грибов с хитином ракообразных. Рентгенодифрактометрия ХтГК *Armillariella mellea*, *Arthropoda* показала, что дифракционные картины данных веществ содержат ряд интенсивных кристаллических рефлексов, отвечающих структуре хитина ракообразных в области отражения при $2\theta = 6 - 15^\circ, 19 - 20^\circ, 25 - 26^\circ$.

Проведенные рентгенографические исследования извлеченных и очищенных от сопутствующих веществ образцы хитина высших грибов показало, что в основном и большинство ХтГК данных грибов являются высококристаллическими веществами и на их рентгенограммах имеются большое число рефлексов разной интенсивности. ХтГК грибов класса *Basidiomycetes* практически не отличается и характеризуется рядом рефлексов, типичных для структуры хитина из ракообразных. В то же время, например, на дифрактограмме ХтГК гриба вида *Morchella esculenta* (*Ascomycetes*) присутствует дополнительный четкий кристаллический рефлекс в малых углах (1,339 нм), что свидетельствует об изменении упаковки цепей макромолекул. Возможно, данный факт связан и вызван с различной упаковкой и разной конформацией цепей макромолекул (подобные явления имеют место для ацетилированного хитозана). На рис. 3, 4 представлены ИК–Фурье спектры образцов ХтГК гриба вида *Armillariella mellea*, выделенных в одинаковых условиях и хитина ракообразных. При рассмотрении ИК–спектров, выделенных образцов ХтГК, выявлены и идентифицируются полосы поглощения, связанные с валентными и деформационными колебаниями групп, входящими в молекулу хитина. Наглядно видно, что ИК–Фурье спектры ХтГК гриба вида *Armillariella mellea*, хитина ракообразных *Arthropoda* по основным характеристическим полосам поглощения полностью идентичны, что очередной раз показывает о высокой степени чистоты выделенного продукта по нами разработанной универсальной методике. При изучении колебательных спектров ХтГК, во всех ИК–спектрах вышеприведенных образцов были обнаружены и выделены наиболее характерные для хитина полосы поглощения при 3442, 3250, 3105, 2959, 2925, 1658, 1558, 1430, 1417, 1378, 1315, 1261, 1204, 1158, 1075, 1027, 950, 890 см^{-1} .

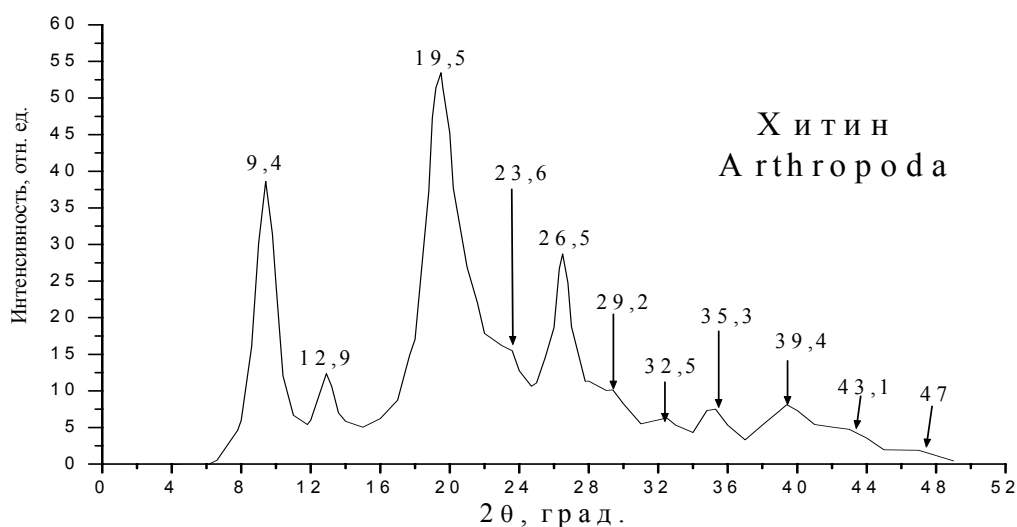


Рис. 2. Дифрактограмма хитина ракообразных Arthropoda

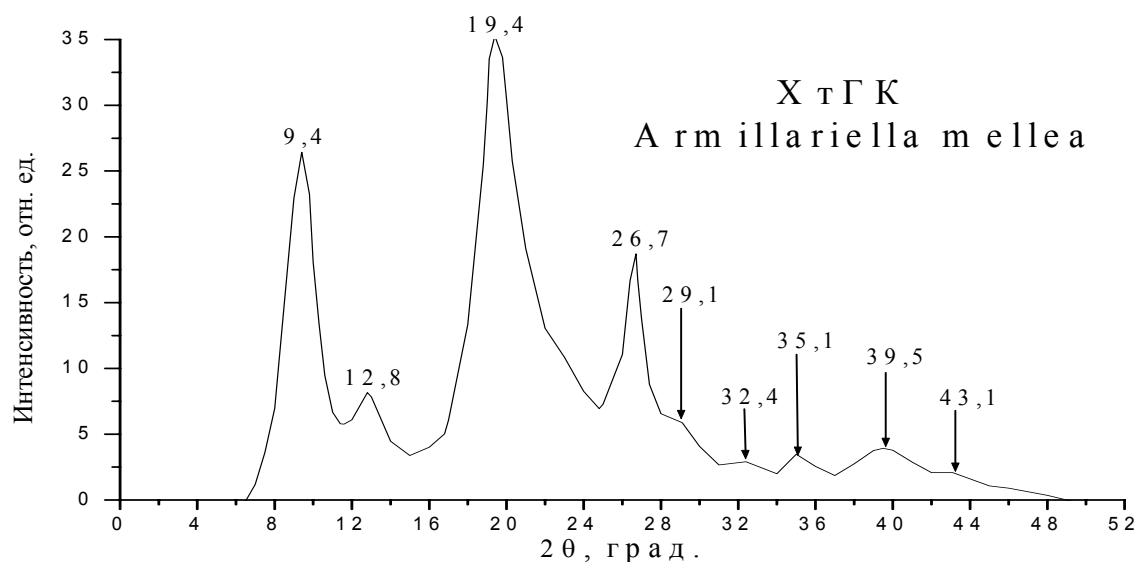
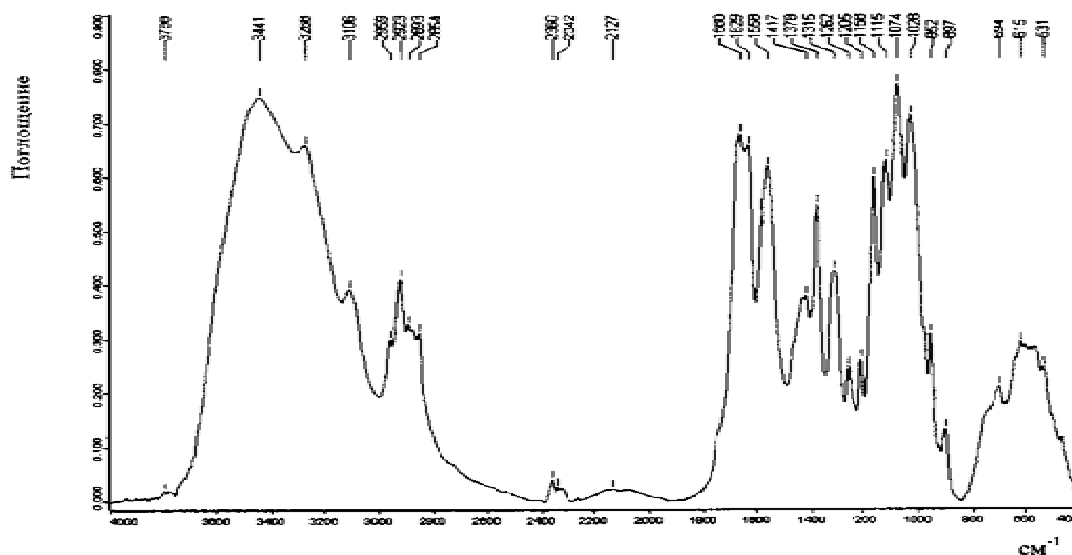
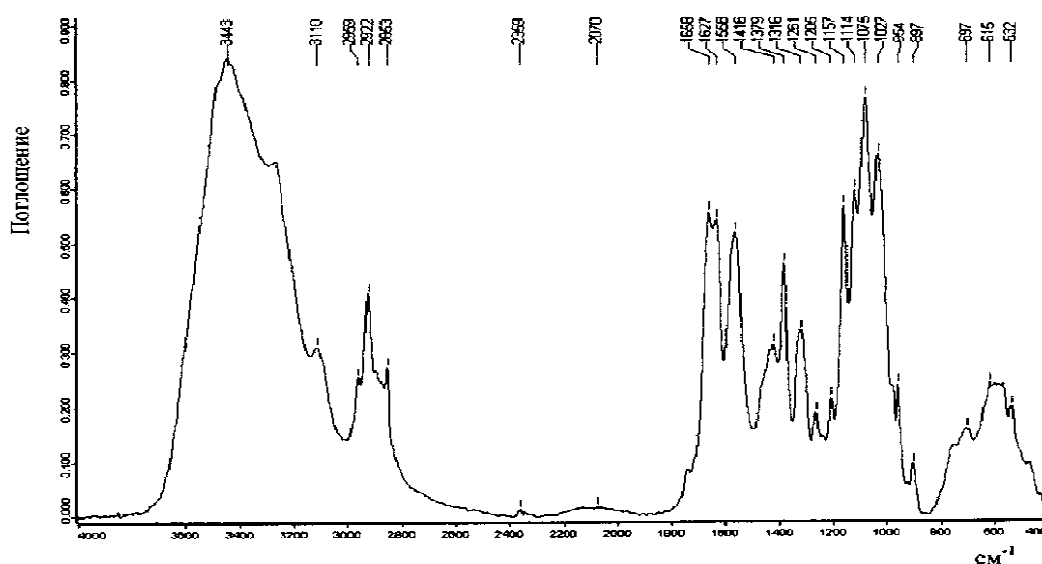


Рис. 2. Дифрактограмма ХтГК гриба Armillariella mellea

ИК–спектры исследованных образцов ХтГК двух видов высших грибов отличаются друг от друга только интенсивностями основных полос, что связано с различным содержанием хитина в образце, и практически все образцы идентичны ИК–спектру хитина животного происхождения. Проведена идентификация по элементному анализу, D–глюкозамину, пирограммам, дифрактограммам и по ИК–спектрам ХтГК двух видов грибов в сравнении со стандартами хитина ракообразных Arthropoda. Приведен полный количественный анализ с использованием экспериментов (общий азот, элементный анализ, зольность, влажность, D–глюкозамин, СА, СК и. т. д) и расчетов. Предложены основные способы и формулы расчета для некоторых параметров образцов.

Рис. 3. ИК–Фурье спектры ХтГК гриба вида *Armillariella mellea*Рис. 4. ИК–Фурье спектры хитина ракообразных *Arthropoda*

Реализация проекта может обеспечить производство и продажу:

- химреактивов и лекарственных субстанций D–глюкозамина, ценного полупродукта органического синтеза и компонента лекарственных композиций высокой степени чистоты по более низкой цене;
- эффективных сорбентов;
- компонентов косметических составов;
- сырья для изготовления изделий медицинского назначения.

Выделение хитина из грибов производится в более мягких условиях, чем из ракообразных, при значительно меньших затратах химикатов. Популяция высших грибов в Республике Марий Эл обильна, имеется возможность выращивания грибов в культуре, как это делается на примере шампиньонов, вешенки и др. Защита интеллектуальной собственности: подана заявка на патент РФ на изобретение “Способ выделения хитинсодержащих материалов из плодовых тел высших грибов”. Детальная схема получения материалов будет охраняться в режиме НОУ – ХАУ.

Литература

Артамонова С. Д., Ившин В. П., Шарнина Ф. Ф., Грунин Ю. Б. Методы выделения хитинглюкановых комплексов из нативной биомассы высших грибов // Журн. Высокомолекулярные соединения **12** (2007) 215–222

**Третья международная школа «Наука и инновации–2008»
Мероприятие №260**

Приоритетное направление: **Информационные технологии**

**ВИРТУАЛЬНЫЙ
ИННОВАЦИОННО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР**

И. М. Рычкова

*Государственное учреждение Республики Марий Эл «Информсреда»
(424001, г. Йошкар-Ола, пр-т Ленина, 29, к.101)
E-mail: irina@gov.mari.ru*

1. Введение

Для уверенного продвижения России по пути инновационного развития необходимо обеспечить режим наибольшего благоприятствования для превращения каждой перспективной инновационной идеи в полноценный коммерческий продукт. Создание такого режима требует развития не только специального правового обеспечения, но и определенной технологической инфраструктуры инновационной сферы, важными элементами которой выступают инновационные центры (инкубаторы или инновационные бизнес инкубаторы).

Чтобы инновационные центры успешно выполняли свою миссию, в их структуру должны входить подразделения, отвечающие за услуги (сервисы):

- аудита проектов;
- управления проектами;
- коммерциализации проектов;
- трансфера технологий;
- привлечения инвестиций;
- маркетинга;
- юридические и др.

Очевидно, что собрать коллектив высоко профессиональных специалистов, обеспечивающих указанные услуги, является непростой задачей. Именно поэтому большое число инновационных центров создается при университетах.

Однако, лишь такие университеты как МГУ (Москва), СПбГУ (Санкт – Петербург), НГУ (Новосибирск), ТГУ (Томск) и некоторые другие способны обеспечить первоклассными кадрами указанные сервисы. В региональных вузах, чтобы обеспечить высокий уровень оказания инновационных услуг, как правило, приходится ограничивать сферу рассматриваемых проектов теми предметными областями, в которых сильны специалисты вуза. Подобные ограничения уменьшают инновационные риски, но одновременно значительно сужают инновационный потенциал региональных экономик.

Цель предлагаемого проекта «Виртуальный инновационно – технологический центр» (далее Центр) состоит в преодолении указанной ограниченности поддержки и развития инновационной деятельности в регионах путем создания с помощью информационно коммуникационных технологий (ИКТ) возможностей для совместной работы квалифицированных

специалистов над предложенными к услугам центра инновационными проектами независимо от места проживания и работы этих специалистов.

Для достижения цели предполагается создать программный комплекс для поддержки инновационной деятельности, позволяющий в режиме он – лайн аккумулировать коммерциализируемые идеи, доводить их до реализуемых на рынке товаров и затем обеспечивать их рыночные продажи.

2. Прикладные задачи программного комплекса

В качестве реализуемого на рынке продукта инновационной деятельности может выступать адаптированная к потребностям рынка предложенная идея, модифицированный вариант начальной идеи, интеллектуальная собственность, инновационный проект, малое инновационное предприятие.

Программный комплекс регистрирует входящие предложения по реализации на рынке инновационных продуктов, назначает экспертов для проведения формальной начальной экспертизы и сообщает заявителю решение экспертов «заявка принята», «заявка нуждается в доработке» или «заявка отклонена».

В случае положительного решения на первом шаге, согласовывается схема получения заявителем дохода от реализации инновационного продукта на рынке.

Программный комплекс обеспечивает диалог заявителя с членами и экспертами «Клуба профессорской мысли», в процессе которого выполняется технологический аудит научного предложения, формируется содержание рыночного инновационного продукта, возможная форма его коммерциализации, анализ объемов и темпов развития рынка, экономическая эффективность проекта предлагаемого для коммерциализации.

Далее поступившее от заявителя предложение формализуется в виде выставляемого на продажу продукта, оформляются договоры между субъектами инновационной деятельности, согласно ранее принятой схеме коммерциализации, продукт заносится в каталог реализуемой продукции с начальной ценой.

Моменту продажи предшествует диалог покупателя с менеджером и разработчиками проекта. В результате этого диалога происходит корректировка параметров и возможностей проекта, а также цены.

3. Технологические задачи программного комплекса

Для решения указанных прикладных задач программный комплекс должен решать специфические технологические задачи, которые можно классифицировать по следующим направлениям:

1) задачи создания и поддержки хранилища документов Центра и стандартных интерфейсов доступа к электронным библиотекам: авторизация пользователей, создание и удаление документов, поиск документов и информации (по реквизитам документов и полнотекстовый), получение копий документов, создание внутри хранилища персональных библиотек из размещенных в хранилище документов, резервное копирование документов и настроек хранилища и др.

2) задачи управления контентом web – сайта Центра: определение и модификация общей структуры контента, распределение ролей работников Центра по обеспечению актуализации и релевантности контента для различных целевых групп пользователей, персонализация представления контента web – сайта Центра по критериям пользователя.

3) задачи создания рабочих зон web – сервера, обслуживающих совместную работу над инновационными проектами членов проектных рабочих групп.

4) задачи управления потоками проектных, маркетинговых и внедренческих работ, а также задачи юридически значимого документирования этих работ.

5) задачи хранения и обработки структурированной проектной информации (паспорт проекта, картотека проектов, картотека заявителей и т.п.).

6) задачи распределения информации: рассылки внутренним и внешним подписчикам.

7) задачи подсистемы обработки платежей.

8) задачи защиты информации от несанкционированного доступа.

4. Предварительная архитектура программного комплекса

На рис. представлена предварительная архитектура программного комплекса проекта «Виртуальный инновационно–технологический центр».

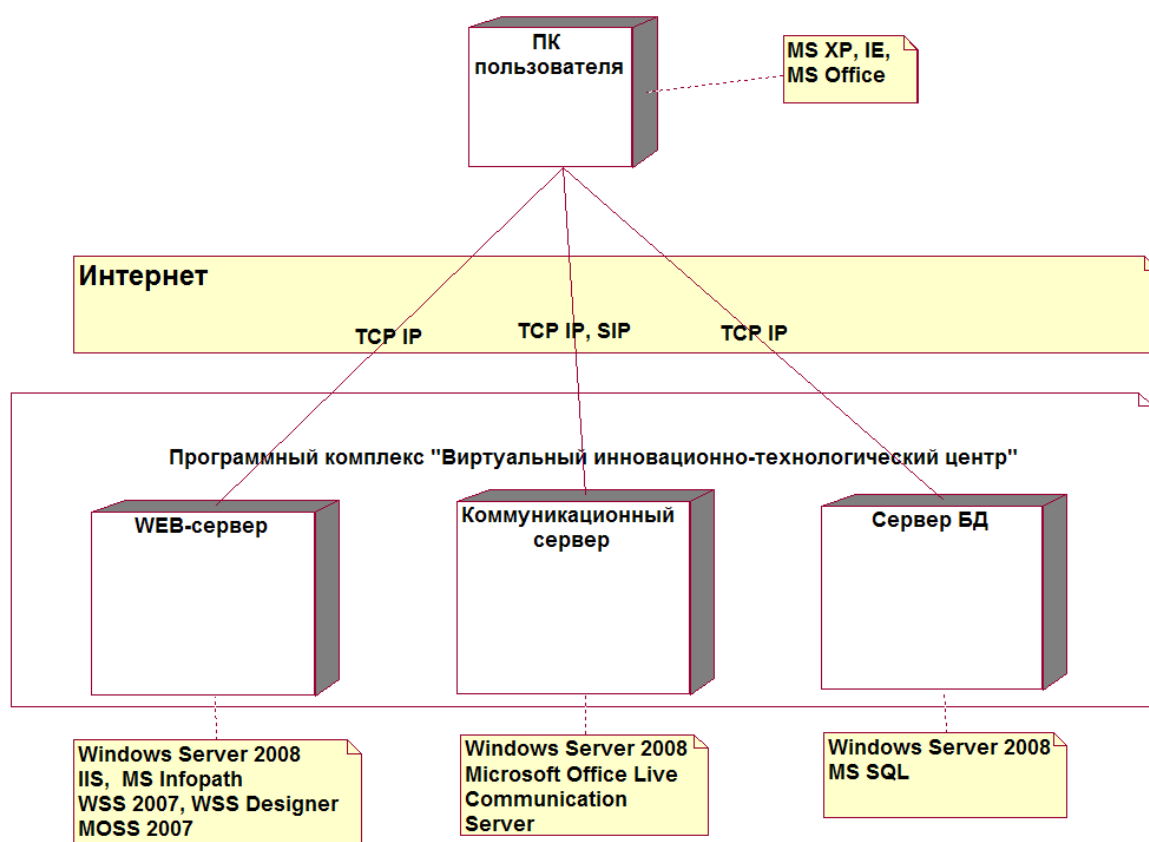


Рис. Архитектура программного комплекса

Данная архитектура основана на наборе серверных продуктов компании Microsoft, образующих технологическую платформу разрабатываемого программного комплекса.

5. Новизна, сроки и эффективность проекта. Идея виртуальных бизнес инкубаторов, совмещающих прием предложений от идей до инновационных проектов с доработкой и реализацией инновационного продукта, является новой. Хотя в сети Интернет можно найти немало сайтов, на которых предлагаются отдельные услуги для реализуемых инновационных проектов типа хостинга сайта проекта, оформления презентаций для доклада по проекту и т.п. В США распространены виртуальные венчурные фирмы, основной задачей которых является поиск инвесторов для инновационных проектов, проработанных до стадии создания опытного образца. Проведенные исследования показали, что виртуальные венчурные предприятия наиболее часто используются компаниями, входящими в список Fortune 500, для проверки рыночной ценности имеющихся у них непрофильных инноваций. Как показано в п. 2, предлагаемый проект предполагает создание таких программных средств и организационного обеспечения, которые позволят охватить весь инновационный цикл от идеи до разработки и реализации продукта. Таким образом, предлагаемый проект по комплексности услуг не имеет прямых аналогов.

Проект рассчитан на 5 лет. Первые два года — разработка структуры контента для рабочей версии программного обеспечения Центра и опытная эксплуатация. На второй стадии развития Центра (третий год реализации проекта) планируется работа по привлечению заявителей и наполнению портфеля предложений, а также работа по апробированию функций обслуживания рабочих групп, созданных из носителей знаний по необходимому для анализа

портфеля предложений спектру инновационных услуг: членов и экспертов «Клуба профессорской мысли», представителей венчурных фондов и систем микрофинансирования и т.п. На третьей стадии развития Центра (четвертый и пятый годы реализации проекта) для отобранных на второй стадии предложений реализуется весь инновационный цикл с выводом на рынок готовых инновационных продуктов.

Использование разработанного программного комплекса должно создать комфортные условия работы всех звеньев инновационного конвейера и обеспечить высокий экономический эффект в масштабе национальной экономики.

**Третья международная школа «Наука и инновации–2008»
Мероприятие №260**

Приоритетное направление: **Медицина и фармакология**

**ПОДАВЛЕНИЕ СТАФИЛОКОККОВЫХ БОЛЕЗНЕЙ
С ПОМОЩЬЮ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПШЕНИЧНЫХ ЗЕРЕН**

А. К. Свечников

*ООО «Орол» 424003, г. Йошкар–Ола, ул. Рябинина, д. 17
E-mail: popov@marsu.ru*

Идея: Борьба против стафилококковых болезней биологически активными веществами, выделенные из зерен пшеницы за счет подавления активности фермента амилазы, гидролизующая крахмал до глюкозы.

Проблема. В родильных домах стоит мировая проблема по борьбе со стафилококковыми болезнями (обычно их возбудителями являются различные штаммы золотистого стрептококка (*Streptococcus aureus* Koch.)). Взрослое население также заболевает возбудителем заболеваний.

Основные проявления стафилококковой инфекции — гнойные заболевания кожи и подкожной клетчатки, стафилококковый сепсис, синдром токсического шока, пневмонии, ангины, энтероколит, отравление стафилококковым энтеротоксином и поражение центральной нервной системы.

Стафилококки являются частью нормальной микрофлоры кожных покровов, слизистых оболочек и нижнего отдела кишечника. Здоровое носительство золотистого стафилококка в нижних носовых ходах наблюдается у 70 – 90% населения. Золотистый стафилококк может выделяться с кожных покровов и из влагалища (у 10% менструирующих женщин). Сапрофитный стафилококк можно обнаружить в уретре (у 5%). Стафилококк может передаваться воздушно–капельным путем, однако основное значение имеет передача инфекции через загрязненные руки (медицинского персонала). В отдельных случаях стафилококковое заболевание может возникнуть за счет эндогенной инфекции, при ослаблении защитных сил микроорганизма или при дисбактериозе. Так, при лечении антибиотиками широкого спектра действия возможны тяжелые стафилококковые энтероколиты. Однако, как показывает опыт хирургических стационаров, родильных домов и других лечебных учреждений, большое значение имеет экзогенная инфекция. Особую опасность представляют медицинские работники, больные стафилококковыми заболеваниями или носители патогенных стафилококков. Возможна передача инфекции с инструментами, перевязочным материалом, предметами ухода, а

также пищевыми продуктами. К имеющимся сейчас препаратам также имеются штаммы с повышенной устойчивостью к ним.

Проектируемый препарат на основе биологически активных веществ зёрен пшеницы (то есть выделенный из повседневно потребляемых продуктов человека) должен не провоцировать дисбактериоз кишечника и вызывает других побочных эффектов.

В качестве научного задела имеется предварительный эксперимент по изучению биологически активных веществ (БАВ) пшеницы позволил установить подавление жизнедеятельности бактерий *St. aureus* Koch.

Так, можно утверждать, что технический уровень идеи высокий, она является новой и не имеет аналогов в мире, поэтому такой препарат можно производить в мировом масштабе.

Предложенная идея требует дополнительных исследований, на которые будут направлены финансовые средства, полученные по программе “У.М.Н.И.К.”. Прежде всего, необходимо установить оптимальную концентрацию БАВ зёрен пшеницы для полного уничтожения *St. aureus* Koch. в культурах бактерий. Нужно провести лабораторные исследования проектируемого препарата на влияние жизнедеятельности культур других микроорганизмов для того, чтобы удостовериться о безвредности препарата на полезную микрофлору. Следует найти и испытать удобные и эффективные препаративные формы лекарств на основе БАВ пшеничных зёрен, провести исследования по необходимой очистке действующих веществ БАВа и добавления различных компонентов к ним. Наконец нужно провести испытания препаратов по изучению тех же рассмотренных свойств на основе БАВа пшеничных зёрен на морских свинках и группе людей.

Предлагаемая идея. Для проведения всех исследований и получения конечного продукта требуется 5–6 лет. Рынок предлагаемого биологического препарата определяется количеством родильных домов, хирургических стационаров и других лечебных заведений, эпидемий заболеваний, снижающих иммунитет, сезона года, его рекламирования, создания конкурентами новых аналогичных медицинских препаратов на основе БАВ других растений, политика стран. Поскольку препарат по эффективности и экологической безопасности превосходит аналоги, то значительная часть рынка препарата позволяет рассчитывать на высокий экономический эффект от внедрения предлагаемой идеи как для автора, так и для всей команды, которая будет работать на (стартовом) этапе реализации проекта.

Заключение.

Проектируемый препарат на основе БАВ, выделенных из пшеничных зёрен имеет широкие перспективы для эффективного применения в странах Земли в качестве экологически чистого лекарства по борьбе со стафилококковыми болезнями.

Литература

- [1] Шарапов Э. М., Апаева Н. Н., Балдина Т. Л., Свечников А. К. Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Материалы регион. научн.–практ. конф., В. Х., Йошкар – Ола (2008)
- [2] Большая медицинская энциклопедия. М. (1972)

**Третья международная школа «Наука и инновации–2008»
Мероприятие №260**

Приоритетное направление: **Машиностроение, электроника, приборостроение**

**МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА
ПО ЕГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СПЕКТРАМ**

М. А. Смирнов, С. И. Кузьминых

ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»

Данная работа посвящена разработке метода непрерывного индикаторного контроля состояния масла в работающем маслonaполненном трансформаторе на основе регистрации добротности системы осцилляторов из надмолекулярных структур масла, находящихся в состоянии электромеханического резонанса. Наличие дополнительных включений в масле и повышение его температуры приводили к снижению добротности резонирующей системы.

Путем снятия диэлектрических спектров предлагается регистрировать добротность электромеханического резонатора в масле, а по ее значению и форме диэлектрических спектров проводить непрерывную диагностику состояние масла.

Надежность электроснабжения потребителей во многом зависит от состояния жидкой изоляции электрических установок. Анализ состояния эксплуатируемого трансформаторного масла осуществляется в основном путем лабораторных испытаний отбираемых проб масла из контролируемых трансформаторов [1]. Такой контроль трансформаторного масла трудоемок и связан со значительными его транспортными перевозками. При отборе проб трансформаторного масла и их перевозке могут иметь место эффекты старения масла, что может привести к отклонению значений показателей проб масла, анализируемого, от масла, эксплуатируемого в трансформаторах. С учетом выработки значительной части ресурса маслonaполненных трансформаторов, периодический контроль состояния масла не может обеспечить эффективную надежность электрооборудования. В этом случае необходим систематический контроль состояния масла в работающих маслonaполненных трансформаторах.

В настоящее время известны оптические методы непрерывного индикаторного контроля показателей качества масла в работающих маслonaполненных трансформаторах, использующие зависимость спектра поглощения света, проходящего через масло, от цвета масла, соответственно от его качества [2]. Известны научные работы, в которых состояние трансформаторного масла оценивалось по коэффициенту преломления света, проходящего через масло [3]. Электрофизические методы, использовавшиеся для этих целей, основывались на регистрации емкости между обкладками регистрирующего конденсатора, между которыми находилось контролируемое масло [4]. Во всех этих случаях, измеренные результаты показателей качества масла не отражали влияние температуры масла.

Данная работа посвящена разработке метода непрерывного индикаторного контроля состояния масла в работающем маслonaполненном трансформаторе на основе регистрации добротности системы осцилляторов из надмолекулярных структур масла, находящихся в состоянии электромеханического резонанса. Наличие дополнительных включений в масле и повышение его температуры приводили к снижению добротности резонирующей системы.

Путем снятия диэлектрических спектров предлагается регистрировать добротность электромеханического резонатора в масле, а по ее значению и форме диэлектрических спектров проводить непрерывную диагностику состояние масла.

Экспериментальная установка [5] позволяла снимать диэлектрические спектры различных жидких сред. В данном случае, при исследовании трансформаторного масла она состояла из блока возбуждения электромеханических колебаний, резонансной среды (трансформаторного масла) и системы регистрации диэлектрической проницаемости резонансной среды. Блок возбуждения электромеханических колебаний включал генератор стандартных сигналов (ГСС) с диапазоном перестройки частоты от 10 Гц до 10 МГц, сигнал с которого подавался на параллельно расположенные металлические пластины. При этом, между пластинами создавалось однородное электрическое поле, амплитуда которого менялась периодически с частотой сигнала, поступающего с ГСС. В это электрическое поле помещался стеклянный сосуд с плоскими стенками, заполненный трансформаторным маслом. В направлении ортогональном однородному электрическому полю регистрировалась диэлектрическая проницаемость резонансной среды. Это обеспечивалось с помощью пары параллельных металлических пластин регистрирующего конденсатора, прикрепленных к наружным стенкам стеклянного сосуда. Сосуд располагался в возбуждающем поле таким образом, чтобы пластины блока возбуждения электромеханических колебаний и регистрирующего конденсатора располагались ортогонально по отношению друг к другу. Выводы от регистрирующего конденсатора подавались на вход микропроцессорного измерителя емкости, работающего в импульсном режиме с тактовой частотой 1 Гц.

Методика исследований заключалась в снятии амплитуды емкости регистрирующего конденсатора, изменяющегося в зависимости от частоты электрического поля возбуждения электромеханических колебаний осцилляторов в растворе. Конструктивные параметры регистрирующего конденсатора не менялись, потому изменение его емкости отражало изменение диэлектрической проницаемости резонансной среды в зависимости от частоты приложенного к среде электрического поля. Снятие диэлектрических спектров исследуемых растворов проводилось при фиксированных температурах. Была разработана методика определения порогового напряжения, выше которого наблюдались резонансные процессы в трансформаторном масле. Амплитуда напряжения переменного электрического поля, подаваемого на возбуждающие пластины, устанавливалась выше порогового значения. При этом учитывалось падение напряжения на участках электрической цепи, в которую входили электрические параметры осциллирующих элементов структуры исследуемых проб трансформаторного масла. С ростом частоты это падение напряжения возрастало, а напряжение возбуждения, прикладываемой к резонансной среде уменьшалось, но не достигало значений ниже порогового.

В качестве исследуемых сред было использовано две пробы трансформаторного масла. В первом случае измерения велись на трансформаторном масле, бывшем в употреблении, то есть взятом из длительно работавшего маслонеполненного трансформатора. Во втором случае использовалась новая масло той же марки, не использовавшееся для работы в трансформаторе. Из проведенных исследований следует, что в новом масле добротность электромеханического резонатора выше, чем в масле, бывшем в употреблении. Это следует из увеличения в два раза полосы частот резонансных кривых исследуемых проб трансформаторного масла. При изменении температуры, также имело место изменение формы контура снимаемой резонансной кривой.

Таким образом, путем снятия диэлектрических спектров проб трансформаторного масла, показана возможность реализации индикаторного непрерывного контроля состояния масла.

Литература

[1] Объем и нормы испытаний электрооборудования: РД 34.45–51.300–97 / Под ред. Л. Б. Герцвольфа. – М. : «Изд-во НЦ ЭНАС» (2001)

- [2] Митрофанов Г. А., Гарифуллин М. Ш., Козлов В. К. Применение спектроскопии в видимой и ближней ИК-области спектра для анализа изоляционных масел // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики **9–10** (2001) 133–135
- [3] Митрофанов Г. А., Александров В. П., Альмянов А. А., Ведерников Е. И., Милютин В. В., Петров В. И., Шатов В. А., Контроль показателя преломления жидкости // Заводская лаборатория **62(5)** (1996) 31–32
- [4] Митрофанов Г. А., Стрельников М. Ю. Контроль электрофизических показателей жидких диэлектриков // Заводская лаборатория **66(12)** (2000) 29–31
- [5] Попов И. И., Козлов В. А., Нигматуллина В. Т., Гладышев А. М. Диэлектрическое эхо и модель его формирования в 0,84% растворе NaCl // Материалы Второй международной научной школы «Наука и инновации — 2007» ISS «SI-2007» / Под ред. И. И. Попова, В. А. Козлова, А. П. Сухорукова, В. В. Самарцева, В. Г. Зинова, В. Г. Яшина. — Йошкар-Ола, МарГУ (2007) 129–133.

**Третья международная школа «Наука и инновации–2008»
Мероприятие №260**

Приоритетное направление: **Медицина и фармакология**

**ПРОФИЛАКТИКА ЖЕЛЕЗОДЕФИЦИТНОЙ АНЕМИИ ПОРОСЯТ С ПОМОЩЬЮ
СУКЦИНАТА ЖЕЛЕЗА**

С. Ю. Смоленцев

ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»

Предлагаемая научная идея заключается в создании инновационного продукта в виде способа профилактики железодефицитной анемии поросят, который причиняет значительный экономический ущерб животноводческим хозяйствам.

На практике при лечении и профилактики железодефицитной анемии широко применяются желездекстрановые препараты, вводимые парентерально, а также пероральное применение животным препаратов железа, но оба эти способа имеют свои недостатки. Так, например, профилактика анемии желездекстрановыми препаратами в виде инъекции болезненна, вызывает у животных стресс, требует больших затрат времени и не удобна в промышленных условиях.

Более практичным в промышленном животноводстве является пероральный способ профилактики болезней, вызванных недостаточностью того или иного элемента. Традиционно принято компенсировать недостаток железа в рационе введением его в премикс в составе сульфатов, карбонатов, хлоридов которые мало усваиваются желудочно-кишечном тракте.

В этой связи большое практическое значение приобретает изыскание возможности создания наиболее простого, эффективного и более удобного способа профилактики железодефицитной анемии поросят, который будет востребован на потребительском рынке.

За последние годы отечественными учеными установлено, что применение железа в виде хелатных комплексов с различными органическими соединениями эффективно влияет на различные физиолого-биохимические процессы, и, прежде всего, на гемопоэз [2]. Одним из таких хелатных соединений является янтарная кислота.

Соли янтарной кислоты — сукцинаты также обладают высокой биологической активностью. В этом плане хорошо изучены сукцинат цинка, меди и кобальта [1]. Однако, некоторые из них, как, например сукцинат железа изучены недостаточно и отсутствуют какие — ли-

бо сведения о применении его в качестве лечебно – профилактического средства при железодефицитной анемии поросят.

На первоначальном этапе нами была определена острая и субхроническая токсичность препарата по общепринятой методике на белых мышах и крысах. В результате проведенных экспериментов по определению острой токсичности сукцината железа было установлено, что ЛД₅₀ для белых мышей составляет $1666,466 \pm 190,08$ мг/кг, что соответствует 4 классу токсичности, т.е. классу малотоксичных препаратов. Эксперименты по определению субхронической токсичности сукцината железа, проведенные на белых крысах, показали, что ЛД₅₀ субхроническая составляет 23566,29 мг/кг.

Поэтому изучение токсикологических свойств сукцината железа, его влияния на гемопоэз, обмен веществ и продуктивные качества свиней является актуальной задачей, а также с точки зрения создания конкурентоспособного на потребительском рынке продукта.

Этим исследованиям будут посвящены два года работы по проекту «УМНИК», на них будут потрачены средства Фонда. Последующие этапы продвижения предлагаемой идеи на рынок будут выполняться при финансовой поддержке программы «Старт» и инвестора инновационного проекта, в итоге потребуется 5 – 6 лет для получения конечного продукта.

Сукцинат железа легко синтезируемый, эффективный, дешевый препарат будет иметь большой рынок, как в России, так и за рубежом. Поэтому ожидаемый экономический эффект позволит отстоять экономические интересы всей команды, работавшей над продвижением предлагаемой идеи на рынок.

Литература:

- [1] Гасанов А. С., Малов Д. В., Материалы Международной научно – произв. конф. по вопросам ветеринарии и животноводства, Казань (2001) 123
- [2] Хазипов Н. З., Логинов Г. П., Труды I съезда ветеринарных врачей Республики Татарстан, (1995) 218

ФОТОХРОНИКА ТРЕТЬЕЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ «НАУКА И ИННОВАЦИИ — 2008»



Прибытие председателя научной школы
д.ф.-м.н., профессора И. И. Попова



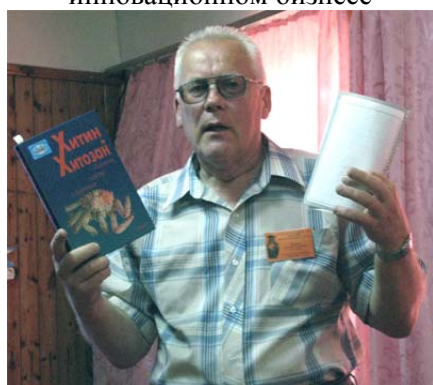
Сразу же по прибытии председатель школы
приступил к работе



Декан ФИТБ АНХ при Правительстве РФ д.э.н.,
профессор В. Г. Зинов рассказывает о венчурном
инновационном бизнесе



Д.ф.-м.н., профессор А.И. Фишман
рассказывает об инновационном
интерактивном учебнике физики

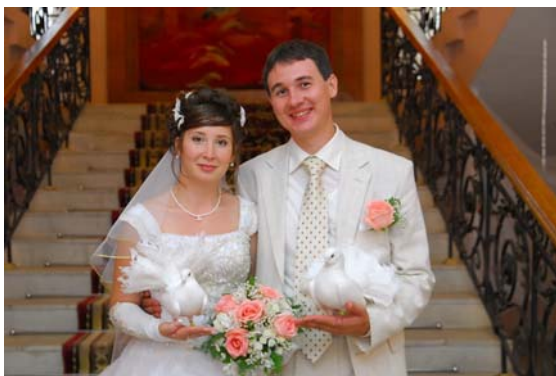


Д.б.н., зав. кафедрой органической
химии профессор В. П. Ившин сообщает
о технологии получения хитина и хитозана
из биомассы лесных грибов



Сообщение ученого секретаря школы «Наука и
инновации 2008», д.б.н., к.м.н., профессор ЧГПУ
В. А. Козлова о выделенном из отрубей
блокаторе α -амилазы





Номинант конкурса У.М.Н.И.К. 2007
К. Р. Каримуллин сочетался браком за день до
проведения школы



Коллеги поздравили новобрачных
на вечернем заседании



Профессор А.И. Фишман подарил новобрачным
мультимедийную притчу



Поздравительное напутствие новобрачным дает
Э. М. Шарапов



Д. В. Николаев провел аппаратное медицинское
обследование участников школы. Обсуждение
результатов биоимпедансного исследования
состава тела



О личном опыте формирования и сохранения
научных коллективов рассказывает куратор
программы «У.М.Н.И.К.» по приоритетному
направлению "Информационные технологии"
Л.В. Нестеренко



Д.б.н., профессор Н. В. Готов рассказывает
об актуальных проблемах биологии



Директор НИЦКАДРЫ ФИТБ АНХ при
Правительстве РФ, к.т.н., В. Г. Яшин проводит
бизнес – школу для молодых ученых



П.П. Баскевич: региональный представитель фонда по программе "У.М.Н.И.К." инструктирует членов жюри



Полемика между докладчиком, номинантом конкурса У.М.Н.И.К. 2008, аспирантом Т. В. Морозовой и оппонентом, членом жюри программы У.М.Н.И.К., к.б.н., профессором И. П. Зелди



Докладывает номинант конкурса У.М.Н.И.К. 2008, аспирант М. Н. Арихипова



Номинант конкурса У.М.Н.И.К. 2008, студентка первого курса ЧГПУ им. И. Я. Яковлева Дарья Ионова представляет проект альтернативной энергетики



Оценку выступлений конкурсантов дает член жюри, зав. кафедрой физики МарГТУ академик РАЕН, д.х.н., профессор Ю. Б. Грунин



Ученый секретарь школы «Наука и инновации 2008», д.б.н., к.м.н., профессор ЧГПУ В. А. Козлов подводит итоги работы школы



Фотохронику школы создавали С. А. Туйкин и В. А. Козлов

ПЕРВОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ СООБЩЕНИЕ

**Наука и инновации
ISS «SI-2009»**

*Золото России — не в рудниках,
Золото России — в умах!*



Йошкар–Ола 2009

**Четвертая международная научная школа
«Наука и инновации — 2009»:**

С 28 июля по 3 августа 2009 года в г. Йошкар – Ола, на базе ГОУ ВПО «Марийский государственный университет» в санатории «Кленовая гора» проводится Четвертая международная научная школа «Наука и инновации 2009».

Организаторы Школы:

- ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»;
- ГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова»;
- Фонд «Международный инкубатор технологий» АНХ при Правительстве Российской Федерации (г. Москва)
- Фонд (федеральный) содействия развитию малых форм предприятий в научно – технической сфере;
- ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет» им. И. Я. Яковлева
- Университет Хельсинки, Финляндия;
- Фонд «Международный инкубатор технологий» (г. Москва);
- Некоммерческая организация «Военно – спортивный фонд» (г. Москва);
- Российская Академия Естественных Наук;
- Программный комитет XII Всероссийской школы – семинара «Волны – 2009»;
- ООО «Орол» (г. Йошкар – Ола).

Почтовый адрес и контакты Оргкомитета:

424001, Республика Марий Эл, г. Йошкар – Ола, пл. Ленина, 1; тел.: (8362)425594; (8362)425540, E:mail: popov@marsu.ru;
Информация о подготовке и проведении Школы <http://www.marsu.ru/>

Программа научной школы включает:

Четвертый международный научный семинар «Фундаментальные исследования и инновации – 2009»:

Секция 1. Инноватика.

Секция 2. Особенности выполнения инновационно – ориентированных фундаментальных НИР в области физики в составе единого инновационного цикла.

Секция 3. Особенности выполнения инновационно – ориентированных фундаментальных НИР в области биологии и медицины в составе единого инновационного цикла.

Секция 4. Стендовые доклады.

Сателлитный симпозиум «Физика резонансных явлений и ее инновационные аспекты»

Секция 1. Особенности выполнения инновационно – ориентированных прикладных НИР в области физики в составе единого инновационного цикла.

Секция 2. Стендовые доклады.

Сателлитный симпозиум «Живые системы и их инновационная привлекательность»

Секция 1. Особенности выполнения инновационно – ориентированных прикладных НИР в области биологии и медицины в составе единого инновационного цикла.

Секция 2. Стендовые доклады.

Сателлитный симпозиум «Социальные проблемы и инновационные пути их решения»

Секция 1. Научно – теоретические основы индустрии «Этнического туризма».

Секция 2. Элементы индустрии «языческого туризма» и методы их разработки.

Секция 3. Стендовые доклады.

Четвертый Всероссийский молодежный научный семинар «Наука и инновации – 2009»

«Клуб профессорской мысли» Межвузовский междисциплинарный инновационно – ориентированный научный семинар.

**Заседания Жюри по программе "УМНИК" Фонда
(федерального) содействия развитию малых форм
предприятий в научно – технической сфере.**

Научное издание

**МАТЕРИАЛЫ
ТРЕТЬЕЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ
«НАУКА И ИННОВАЦИИ — 2008»
ISS «SI–2008»**

Ответственный за выпуск
Вадим Авенирович Козлов

Дизайн и компьютерная верстка В. А. Козлова

Тем. план 2008 г. № 139
Подписано в печать 17.09.2008. Формат 60×84/8.
Усл. печ. л. 17,69. Уч. – изд. л. 9,38. Тираж 500 экз. Заказ № 3123

Оригинал – макет подготовлен к печати в РИО и отпечатан ООП
ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»
424001, г. Йошкар – Ола, пл. Ленина, 1

ООО «Орол»

Заявки о заключении договоров о поставках препаратов принимаются:

РМЭ 424003 г. Йошкар-Ола, ул. Рябина 17

Тел.: (8362) 42-55-94, 89177128484, 89093686849

e-mail: popov@marsu.ru



Т. Л. Балдина, Руководитель предприятия.
Технолог – менеджер

Научный руководитель проекта,
зам. директора по науке д.ф.-м.н.,
профессор МарГУ **И. И. Попов**



Э. М. Шарапов, Автор коммерциализуемой
идеи, гл. технолог предприятия,
отв. исполнитель, с.н.с. МарГУ

Науч. консультант проекта д.с.-х.н.,
профессор, зав. каф. ЗР МарГУ **Г.С. Марьин**



В.А. Козлов, Научный консультант проекта
д.б.н., к.м.н., профессор ЧГПУ

Апаева Н.Н.
Ответственный исполнитель
к.с.-х.н., доцент МарГУ



Гладышев А.М. – к.т.н., ведущий инженер; Нигматуллина В.Т. – старший инженер

Рыбакова А.Е. – главный бухгалтер

Малое инновационное предприятие ООО «Орол»

начинает опытные поставки новейших биологических препаратов серии «Орол»,
не имеющих аналогов в мировой практике. ООО «Орол» предлагают 5 модификаций: «Орол-1М»,
«Орол-2М», «Орол-3М»,
«Орол-4М» и «Орол-5М»

Стадия развития продукта:

- получение опытно-производственной партии препаратов «Орол-1М» и «Орол-2М».
- проведении лабораторных испытаний препаратов «Орол-3М», «Орол-4М»,
«Орол-5М» (на стадии НИОКР).

Препараты выпускаются в виде сухого порошка или водного раствора в зависимости от цели применения.

Основные функции препаратов:

- 1) «Орол-1М» – продление сохранности влажного зерна (способного к быстрому вступлению в процесс самосогревания) на токах сроком до 1 месяца с сохранением его семенных и продовольственных качеств (при увеличении концентрации препарата, связанного с удорожанием в полтора раза процесса обработки зерна, возможно увеличение срока сохранности до 2 месяцев);
- 2) «Орол-2М» – увеличение числа падения ржаной муки и зерна, а также пшеничной муки из специально пророщенного зерна;
- 3) «Орол-3М» – сохранение качества зерна пшеницы в колосе во время его созревания и уборки от ЭМИС и ферментативного воздействия выделений клопа – черепашки.

Патент на изобретение РФ

Шарапов Э.М., Попов И.И., Козлов В.А., Макаров В.И., Марьин Г.С.,

Вафин Р.Н. Вафин И.Н. Способ увеличения числа падения муки и зерна.

Положительное решение о выдаче патента на изобретение РФ

от 19 марта 2008 (заявка № 2007103374/13(003636) от 30.01.2007)