

06  
С 379  
КР

Симферопольский государственный университет

**УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ**  
**СИМФЕРОПОЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО**  
**УНИВЕРСИТЕТА**

Симферополь

1995

**УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ**  
**СИМФЕРОПОЛЬСКОГО**  
**ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**№1 (40):**

*Экономика. География. История. Филология.*

**№2 (41):**

*Математика. Физика. Химия. Биология.*

*Физическая культура.*

**Симферопольский государственный университет.**

**Ученые записки Симферопольского государственного университета № 1, 2 (40, 41).**

**№ 1. Экономика. География. История. Филология.**

**№ 2. Математика. Физика. Химия. Биология. Физическая культура.**

Регистрационный № КМ-238 от 31 января 1996 года.  
Публикуется в авторской редакции.

ГКП «Евпаторийский информационно-рекламный издательский центр им. 50-летия Победы», г. Евпатория.  
Технический редактор Н. А. Евдокимова. Оформление компьютерного набора и верстка А. С. Литвиненко.

Отпечатано с готовых диапозитивов.  
Подписано в печать 13.02.96. Формат 60 × 84 1/8.  
Усл. печ. л. 27,9. Тираж 500 экз. Заказ № 28.

Издательство и типография «Таврида».  
333700, г. Симферополь, ул. Генерала Васильева, 44.

## УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ № 1 (40)

СИМФЕРОПОЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Экономика. География. История. Филология.

### НАУЧНАЯ ТРИБУНА УНИВЕРСИТЕТА

В. Г. Сидякин, доктор биологических наук, профессор

В 1993 году Симферопольский государственный университет отметил свое 75-летие. Вышла в свет монография, посвящённая истории нашего вуза. В дни юбилея неоднократно звучали предложения о воссоздании своего вузовского научного журнала — "Известий", "Записок", "Бюллетеня", или "Трудов". И вот это желание осуществилось: перед нами первый номер новой серии университетского периодического научного издания — "Известия Симферопольского государственного университета".

Для того, чтобы оптимально спрогнозировать ближайшее будущее журнала, целесообразно обратиться к истории печатного слова в нашем вузе. Кто и когда создал это коллективное творение?

А. М. Горький писал, что "Две силы наиболее успешно содействуют воспитанию культурного человека: искусство и наука. Обе эти силы соединены в книге". Это хорошо понимали учёные-творцы Таврического университета, прадеда нынешнего СГУ: первые ректоры вуза — Роман Иванович Гельвиг (ректор в 1918—1920 гг.), Владимир Иванович Вернадский (1920—1921 гг.) и Александр Александрович Байков (1921—1923 гг.). Именно тогда были заложены первые творческие камни в фундамент научных изданий университета.

Несмотря на сложности и трудности исторической эпохи в период рождения университета, уже в 1919 и 1920 годах вышли в свет первые два тома "Известий Таврического университета". В основном они были посвящены открытию 14 октября 1918 г. первого в Крыму высшего учебного заведения (А. И. Маркевич "Краткий исторический очерк возникновения Таврического университета", выступления ректора, профессоров, представителей научных и общественных организаций Крыма и др.). Ректор университета профессор Р. И. Гельвиг в своём выступлении, в частности, подчеркнул, что "Наука имеет свою историю... Главная задача науки установить факты, найти законы фактов и явлений. Она стремится найти истину и облечь её в определённые формы, простые и понятные. В этой задаче наука интернациональна. Научная истина всегда объективна, а в вопросах жизни человека всегда гуманитарна" ("Изв. Тавр. ун-та", 1919, N1, с. 5).

До 1922 г. было издано три тома "Известий Таврического университета". На страницах журнала публиковались статьи известных учёных с мировым авторитетом, которые тогда работали в вузе. Большинство научных статей касались Крыма: его природы, археологии, истории, этнографии, филологии. Они и сегодня представляют значительный научный интерес.

К сожалению, преобразование университета в Крымский педагогический институт (1925 г.) на несколько лет прервало издание вузовских "Известий". И только в 1927 году появилась первая книга "Известий Крымского педагогического института" (Симферополь, 152 с., тираж 600 экз.). В состав редакционной комиссии вошли профессора с мировым именем А. Н. Деревницкий, В. В. Лункевич, М. Л. Франк. Первые выпуски по содержанию были многопрофильными. В 1-м томе, например, помещено 15 статей, в том числе: М. Л. Франк "Геометрия Лобачевского и её значение для современной науки. К столетию

юбилею неевклидовой геометрии"; О. Акчокраклы "Татарские тамги в Крыму"; Е. В. Петухов "Крым и русская литература"; В. В. Лункевич "По пути искания. Новая теория строения живого вещества"; П. М. Петров "О роли 'психологического профиля' в психодиагностике" и др.

Период регулярного издания "Известий Крымского педагогического института" продолжался почти 15 лет, вплоть до начала Великой Отечественной войны. За это время вышло в свет 11 томов "Известий", в которых опубликовано более 150 разных материалов, отражавших научную деятельность преподавателей вуза, вплоть до 1941 г., когда институт был эвакуирован в Дагестан. Более шести лет институт не издавал своих "Известий". Однако научный багаж вузовских преподавателей с каждым годом возрастал, возникла острая потребность в возобновлении периодического научного издания.

В 1947 году публикация "Известий" возобновилась: вышел в свет 12-й том, в котором по-прежнему преобладала комбинированная тематика. В этом выпуске были помещены статьи Я. Я. Цееба "Хозяйственное значение стоячих водоёмов Крыма с биологической точки зрения", А. У. Мамина "Минералы и горные породы Крыма, пригодные для изготовления эмалей и глазурей", Е. В. Петухова "Грибоедов в Крыму" и др. В последующее время "Известия" выходили ежегодно и даже по несколько номеров в год. Они комплектовались по сериям наук или представляли собой комплексные научные издания.

В 1959 году вышел в свет 34-й том "Известий" Крымского педагогического института им. М. В. Фрунзе (Симферополь, 132 с.). В состав его редколлегии входили профессора С. Л. Делямуре, П. Т. Данильченко, Я. Д. Козин (главный редактор), В. Н. Мигирин и др. Тематика этого выпуска "Известий" отражала исследования кафедр естественных наук: географии, биологии, химии, математики. В этом томе были опубликованы работы Э. А. Гюннера "К вопросу об исследовании взаимодействия в двойных системах по плотности", И. Г. Губанова "К палеогеографии северной группы железорудных мульд Керченского полуострова", К. П. Попова "Итоги критического изучения крымских видов рябины", А. С. Скрыбина "Новые виды гельминтов от морских млекопитающих Тихого океана и дальневосточных морей", О. Н. Колесникова "О классификации плоских кривых четвёртого порядка" и другие. В 1960 году вышел из печати специальный выпуск "Известий КПИ", в котором Ф. С. Загородских, В. Л. Зайцев и С. А. Секиринский изложили историю Крымского педагогического института (Симферополь, 128 с.).

Последний — 36-й том "Известий" издан в 1961 году. Он был посвящён исследованиям по общественным наукам. Общий объём вышедших в свет вузовских "Известий" за все годы составил более 500 п.л. — целая энциклопедия. Анализ содержания опубликованных "Известий" позволяет проследить, как в разные исторические отрезки времени формировалась и изменялась проблемная ориентация публикаций, как, наряду со статьями, характеризующими детальные, узкоспециальные исследования, появлялись обобщающие и обзорные работы, освещающие состояние основных отраслей научной и учебной деятельности нашего вуза, как эволюционировал состав научных кадров, как крепло и развивалось важное кредо исследований — крымоведение. Научная летопись вуза, а с нею и его научный межрегиональный и международный имидж формировались многими поколениями учёных вуза.

Для исследователей-читателей представляют значительный интерес даже простой перечень тематики публикаций, имена учёных — авторов статей, составы редакционных коллегий (мы привели только отдельные примеры), ибо всё это даёт представление о значительности и направленности исследований, возможность проследить этапы становления вуза и его научных школ.

В 60-е годы вместо "Известий" в Крымском педагогическом институте публиковались тезисы докладов итоговых научных конференций профессорско-преподавательского состава

вуза (ежегодно к очередной итоговой научной конференции педсостава). Объем каждого такого издания составлял 8—16 п.л. и вмещал 60—100 кратких конспектов докладов. Однако такие тезисные издания ни в коем случае не могли восполнить потерю фундаментальных "Известий".

В 70—80-е годы постоянных изданий вуз не имел.

С преобразованием в 1972 году Крымского педагогического института в Симферопольский государственный университет, вуз хотя своих "Известий" и не издавал, но время от времени публиковал тематические, специальные издания. Первым изданием Симферопольского университета, вышедшим с международным авторским знаком ©, был тематический географический сборник материалов "Научного симпозиума комиссии по использованию земель Международного географического союза". Этот симпозиум был проведен на базе СГУ в 1976 году в рамках XXIII Международного Географического конгресса (Симферополь, 1976. — 188 с. на русском и английском языках. Организаторы симпозиума и члены редколлегии В. Г. Ена, А. Ф. Переход, И. Т. Твердохлебов).

На факультете естественных наук, начиная с 1980 г. в течение ряда лет издавались тематические сборники научных работ экологической, природоохранной направленности (редакторы Б. П. Колесииков, Л. Г. Апостолов, В. Г. Мишнев, В. В. Трещев). Например, выпуск 1980г. назывался "Охрана и рациональное использование природных ресурсов" (Симферополь, 172 с., 28 статей); выпуск 1986г. — "Природоохранные исследования экосистем горного Крыма" (Симферополь, 160 с., 30 статей); выпуск 1991 г. — "Экологические аспекты охраны природы Крыма" (Киев, 136 с., 26 статей).

На математическом факультете СГУ уже многие годы (начиная с 80-х гг.) издаётся межведомственный сборник научных трудов "Динамические системы" (вышло в свет 13 выпусков, редактор Ю. А. Шевляков).

Под грифом СГУ учёные историки издают "Материалы по археологии, истории и этнографии Крыма": книга 1, Симферополь, 1990. — 272 с., книга 2, Симферополь, 1991. — 288 с.; книга 3, Симферополь, 1993. — 426 с. (редактор-составитель А. И. Айбабин). Отдельные издания с грифом СГУ в последние годы появились также на факультетах филологическом, физического воспитания, некоторых кафедрах.

Крупным научным изданием к 75-летию нашего вуза стали "Очерки истории Симферопольского государственного университета" (Симферополь, 1993. — 416 с.), авторами которых являются П. И. Гарчев, Н. Е. Дементьев, Н. Ф. Дундук, Л. Л. Кузьмина, А. Ф. Переход, С. Г. Кащенко, В. Ф. Шарапа, В. Г. Ена, Н. А. Грошенко, В. Г. Сидякин. В 1994 году опубликован "Библиографический справочник о преподавателях СГУ" (Симферополь, 1994. — 160 с.), к 60-летию географического факультета (Симферополь, 1994), авторы Н. В. Багров, В. А. Боков, Ю. Ф. Безруков, И. Г. Губанов, В. Н. Дублянский, В. Г. Ена, В. Б. Кудрявцев, А. Г. Кузнецов. В 1993 году был издан сборник научных работ сотрудников университета "Движение к ноосфере: теоретические и региональные проблемы" (Редакционная коллегия: В. Г. Сидякин, Е. А. Позаченюк, В. А. Боков, А. А. Прималенный, А. П. Трощеиовский).

К 50-летию Победы в Великой Отечественной войне вузом издана "Памятная книга" о преподавателях и сотрудниках — ветеранах войны: участниках боевых действий и тружениках тыла. Это важное и благородное дело: никто не забыт и ничто не забыто! Воздание почестей ветеранам войны и труда — один из самых достойных способов сохранения верности великой духовности, нетленным гуманистическим традициям нашего народа.

Как видно, даже в трудных экономических условиях ректорат, факультеты и кафедры ищут возможности для публикации своих трудов. Возобновление периодического науч-

ного издания университета, создание постоянной научной трибуны вуза поможет систематизировать, сделать более регулярными и оперативными публикации профессорско-преподавательского состава. Хочется надеяться, что наш журнал будет находиться в авангард научной и педагогической мысли, станет содействовать систематическому повышению эффективности научных исследований в канун XXI столетия.

На плечи редакционной коллегии новой серии вузовского научного периодического издания возложена большая ответственность по созданию своеобразного печатного зеркала нашей научной деятельности. Предстоит серьезная работа по выработке перспективной Программы издания (финансирование, частота выхода в свет "Известий", система депонирования, обсуждения, рецензирования, аннотирования и т. д.).

В заключение — несколько слов о роли, значении и перспективах развития университетского образования и науки, что должно быть постоянно представляемо на страницах новой серии наших "Известий".

Роль университетов как региональных, научных, педагогических, культурных центров в современном обществе чрезвычайно велика. Испокон веков уровень университетского образования, научных исследований, публикаций, а также их музеи, материальная база в целом определяли степень цивилизованности общества. Наука, культура, интеллект — это внешнецивилизационные категории. Поэтому при любых политических коллизиях университеты оставались каналами, через которые проходило интернациональное общение.

Симферопольский государственный университет в настоящее время является членом ассоциации международных университетов, принадлежность к которым означает признание его образовательного, научно-исследовательского и социального предназначения. Университет участвуя в различных программах, способствует их реализации с помощью внутренних ресурсов и, таким образом, интегрируется в международное сообщество. В организационном плане это приводит к федеративности опыта. Федеративность не означает обезличивание, а представляет собой кооперацию между партнерами, имеющими общие интересы. Речь идет о том, чтобы исходя из имеющихся возможностей, развивать добровольное сотрудничество, которое постепенно охватит всю систему международных отношений.

Иначе говоря, университеты становятся тем инструментом, с помощью которого может быть разрушена стена отчуждения, отделявшая нашу экономику и общество от современной цивилизации.

В будущем эта функция университета будет возрастать. Подтверждением этого является расширяющееся сотрудничество с университетами США, Германии, Греции, Франции и др.

В будущем Симферопольский государственный университет — это научный, образовательный, культурный и просветительский центр республики Крым, осуществляющий многосторонние связи с курортными, промышленными, сельскохозяйственными, культурными и общественными организациями, издательствами, школами, лицеями, гимназиями региона, университетами и другими учебными заведениями зарубежных стран. Полагаю, что всё это должно найти отражение на страницах нашего издания.

## МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОСТОЯНИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА КРЫМА. ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ КРИЗИСА

А. Т. Потеев, кандидат экономических наук, доцент, член-корр. КАН

Современное состояние экономики Крыма однозначно может быть охарактеризовано как кризисное в его небывало острой форме. Спад производства, гиперинфляция, возрастающие объемы явной и особенно скрытой безработицы в сопровождении шлейфа социальных пороков, среди которых "прижимает к земле" оглушающими взрывами преступность, — вот далеко не полный портрет печальных сторон нашей нынешней жизни. Темпы сокращения объемов производства катастрофически нарастают. Так, за последние три года объем промышленной продукции сократился: в 1992 году на 18,5 %, в 1993 г. — 10,0 %, 1994 г. — 26,9 % по сравнению с предшествующими годами. В 1994 г. в среднем инфляция достигла 848 %. Производительность общественного труда сократилась на 19,1 %. Резко ухудшилось материальное положение большинства крымчан. Если еще в 1990 г. оплата труда составляла 79 % национального дохода, то в 1992 г. она снизилась до 56,6 %, а в 1993 г. составила всего лишь 38 %.

Классические теории экономических кризисов К. Маркса, Д. Кейнса и современные воззрения на него обстоятельно раскрывают природу и причины кризисов как форму разрешения противоречия между производством и потреблением. Экономический кризис, т. е. длительное сокращение объемов общественного производства, традиционно представлялся как форма восстановления нарушенного макроэкономического равновесия. Равновесие нарушалось в сторону продолжительного и устойчивого превышения производства (предложения) над потреблением (спросом). Кризис стихийно возвращал экономику в равновесное состояние.<sup>1</sup> Вкратце, это кризисный механизм насыщенной экономики. Но каковы же причины резкого спада общественного производства в хронически дефицитной экономике? В том, что советская экономика была дефицитной и десятилетиями в ней предложение отставало от спроса, никто не сомневается, и тем не менее производство в последние годы стало резко сокращаться. Экономический кризис приобрел комплексный, многофакторный, т. е. структурный характер.

*1* Анализ состояния экономики Крыма в начале 90-х годов позволяет выявить сложнейшее переплетение доперестроечных и современных причин углубляющегося кризиса.

Ряд факторов, негативно воздействующих на народное хозяйство, сложился еще в 70–80-е годы, т. е. задолго до "перестройки". Уже в те годы наблюдалось постепенное ухудшение состояния производственных фондов, их обновление осуществлялось сокращающимся и крайне низкими темпами. Темпы прироста чистых инвестиций неуклонно падали: 1976–1980 гг. — 2,6 %, 1981–1985 гг. — 1,7 %, 1986–1990 гг. — 1,1 %. Тенденция набирала силу. Доля капиталовложений в производственные фонды в общем объеме инвестиций постоянно сокращалась. Судите сами, в 1981–1985 гг. эта доля была равна 69 %, 1986–1990 — 66 %, 1992 — 45 %, 1993 — 40 %, а в 1994 г. — 32,7 %. Следствием такой длительной инвестиционной политики явилось одряхлевшее состояние производственных мощностей предприятий Крыма. На многих предприятиях уровень износа промышленного оборудования приблизился к 50-ти процентной отметке, а в металлургии составил 54,7 %, в науке — 56,6 %, в торговле — 90,1 %, энергетике — 42,2 %. Экономика Крыма, как и народное хозяйство всей Украины, находилась в системе плотных интеграционных связей и взаимозависимостей от народнохозяйственного комплекса бывшего СССР и многих ныне самостоя-

<sup>1</sup> Здесь и далее по данным Государственного комитета по статистике республики Крым.



тельных республик. Удельный вес ввозимой и вывозимой товарной продукции в произведенном национальном доходе Украины к началу 90-х годов составлял, соответственно, 49 и 50 процентов. Глубокая интеграция — благо при нормальном состоянии экономики стран-партнеров и зло при ее развале. В 70-е и особенно в 80-е годы в экономике СССР усиливался структурный "перекос" в сторону ВПК и комплекса добывающих отраслей, ориентированного на экспорт. Остальные отрасли испытывали возрастающий дефицит, деградировали в научно-техническом прогрессе. В результате возрастали капиталоемкость общественного продукта, увеличивались затраты на 1 рубль товарной продукции.

Постепенно назревал кризис системы управления народным хозяйством. Хозяйственный механизм, базирующийся на единой государственной форме собственности, при гипертрофированной степени централизации управления, лишал руководителей предприятий какой-либо экономической самостоятельности. Предприятия не могли использовать резервы и исправлять наметившиеся негативные тенденции. Их убыточность увеличивалась, темпы роста объемов производства падали, снижалась трудовая дисциплина. Все в большей мере давала о себе знать скрытая форма инфляции. Об этом свидетельствовали усиливающийся дефицит потребительских товаров, опережающий рост номинальной заработной платы в сравнении с падающим темпом производительности труда, рост денежного отложенного спроса населения в сберегательные кассы, который по сумме достигал почти 50 % годового розничного товарооборота.

Однако несмотря на усиливающиеся экономические противоречия и недостатки хозяйствования 70—80-х годов, общество находилось в социально-политическом умиротворении. Сохранялись стабильные цены. Росла номинальная зарплата. Дефицит многих продовольственных и промышленных товаров народного потребления частично покрывался импортом, рассчитываться за который приходилось экспортом энерго-сырьевых ресурсов. Срабатывал мощный идеологический щит в виде "Долгосрочной продовольственной программы" и "Жилищной программы". Не было межпартийных разборок, поскольку существовала одна партия. Борьба за власть не затрагивала низы, ограничивалась размерами Старой площади. Фактор социально-политической стабильности был благоприятен для экономики и вуалировал многие экономические пороки.

Начало 90-х годов ознаменовалось коренными изменениями в обществе и в народном хозяйстве. К сожалению, происшедшие изменения не устранили старых болезней, но причинили новые беды. Развал СССР, становление независимости Украины привели к разрыву важнейших экономических связей, что, при отмеченной выше степени интеграции, обернулось таможенными барьерами, нарушением схем межреспубликанского разделения труда и, в конечном счете, простоем предприятий, снижением объемов производства. Если до 90-х годов наблюдалось снижение темпов роста, то в начале нового десятилетия — возрастающее сокращение производства. Допущено значительное сокращение важнейших видов промышленной продукции (см. табл. 1).

Из приведенной таблицы 1 видно, что кризис спада в значительной степени коснулся производства такой продукции, как электроэнергия — на 47,4 %, газ — 6,4 %, минеральные удобрения — 58,7 %, хлопчато-бумажные ткани — 44,8 %, мясо и мясопродукция — 87,4 %, масло животное — 53,9 %. В целом же объем произведенного национального дохода в сопоставимых ценах сократился на 46,9 %.

Если оценить воздействие фактора разрыва и ухудшения экономических связей вследствие распада единого народнохозяйственного комплекса по методу фактических простоев, то на долю этого фактора приходится 60 % общего сокращения объема производства в

90-е годы. Четыре из каждых пяти предприятий Крыма сократили производство. Производственные мощности промышленности используются на 40-60 %.

Таблица 1.

*Производство важнейших видов промышленной продукции в Крыму*

NN п/п	Показатели	Единица измерения	1990 г.	1994 г.	Прирост, снижение в 1994 г. к 1990 г. в % %
1	2	3	4	5	6
1.	Электроэнергия	млн. квт.	1065,6	561,0	-47,4
2.	Газ	млн. м. куб.	645,1	603,9	-6,4
3.	Нефть (вкл. газ. конден. )	тыс. тонн	18,1	35,7	+97,2
4.	Минеральные удобрения (на 100 % питательных веществ)	тыс. тонн	137,8	56,9	-58,7
5.	Кирпич строит. (услов. )	млн. шт.	125,0	49,2	-60,6
6.	Сборный железобетон	тыс. м. куб.	1280,9	203,4	-84,2
7.	Телевизоры	тыс. шт.	733,1	275,9	-62,4
8.	Хлопчатобумажн. ткани	тыс. м. кв.	1378	761	-44,8
9.	Чулочно-носочные изд.	млн. шт.	36,1	5,3	-85,3
10.	Обувь	млн. пар	3,7	0,46	-87,6
11.	Мясо, вкл. субпрод. 1 кат.	тыс. тонн	147,9	18,7	-87,4
12.	Масло животное	тыс. тонн	14,3	6,6	-53,9
13.	Масло растительное	тыс. тонн	13,8	3,7	-73,2
14.	Мука	тыс. тонн	305,0	245,4	-19,6
15.	Хлеб и хлебобулочные	тыс. тони	275,3	263,4	-4,4

Не улучшилась ситуация с инвестированием средств на расширение и обновление производственных фондов. Внедрение новых технологических процессов только за первое полугодие 1994 г. уменьшилось в 1,8 раза, а малоотходных, ресурсосберегающих технологий — в 2,7 раза.

В 1993 году введено в действие основных фондов всего лишь на сумму 370 млрд. крб., что составило 4 % от их балансовой стоимости. Коэффициент обновления составил 2,4 % против 4 % предыдущего года. Обновление техники ухудшилось во многих важнейших отраслях Крыма. За 1993г. коэффициент обновления основных фондов составил: в топливной промышленности — 6,6 % (против 10,2 % в 1992 г. ), в черной металлургии — 3,8 (против 9,4 %), в легкой промышленности — 3,5 % (против 6,2 %), в сельском хозяйстве — 2,1 %, в торговле — 1,9 %, в просвещении — 0,1 %. Коэффициент выбытия фондов опустился ниже 1 %.

Произошли существенные изменения в структуре и качестве совокупной рабочей силы. Тенденции наметившиеся здесь за последние годы, вызывают серьезную тревогу. Во-первых, происходит отток квалифицированной рабочей силы из сферы непосредственного производства в непромышленную сферу. За последние четыре года промышленно-производственный

персонал сократился на 10 %. Во-вторых, идет неуклонный процесс старения кадровых рабочих. Значительная часть молодежи предпочитает идти в сферу обслуживания и коммерции. Немало ее даже в криминальных структурах, снижается престижность инженерно-технических профессий. В-третьих, в связи с усилением безработицы и существенными различиями в оплате труда (различиями не в пользу крымских предприятий), наметилась тенденция текучести кадров за пределы Крыма. Текучесть происходит в различных формах: вахтовых работ, временного или сезонного трудоустройства, или выезда на постоянные работы. Отсутствует целенаправленная программа и реальная политика формирования высококвалифицированной, рационально структурированной подготовки молодой рабочей силы. Упущения в кадровой политике проявляются сейчас и будут отражаться на экономике в перспективе десятилетиями.

Разрушение централизованной плановой системы управления произошло революционным в кратчайший срок, без замещения сколько-нибудь действенным, продуманным и организованным хозяйственным механизмом. Полагали, что переход к рынку одновременно и автоматически включит рыночный механизм и его эффективные рычаги: конкуренцию, ценообразование, рыночный интерес, перелив капитала и т. д. По-существу, не один из этих рычагов использовать не удастся. В монополизированной экономике, при господстве единой государственной собственности, конкуренция в цивилизованных формах, как стимул к производству, не возможна. Ее просто не может быть. Ценообразование при острейшем дефиците товаров также не может служить стимулом к совершенствованию и расширению производства. Свободные цены в этих условиях лишь превращают скрытую инфляцию в явную, да еще и в ее экстремальных формах. Если в середине 1994 г. курс украинского крб. за 1\$ составлял 43—45 тыс. крб., то в декабре уже 140—150 тыс. крб. Годовой темп инфляции превысил 840 %. Интерес рыночников сводится к выживанию за счет "вздутия" цен. Перелив капитала осуществляется не в сторону выгодного производства, а в направлении из производства в сферы его быстрого оборота — в торговлю, в услуги, в собственно денежное обращение, а то и в заграничные банки. Т. о., рыночного управления производством не получается, а планово-централизованное разрушено. Налицо кризис управления в общегосударственном масштабе. Экономика руководствуется лишь общим законодательством разрозненным управлением директоратом предприятий и незначительным региональным регулированием. Нет единой экономической стратегии, есть лишь кратковременное, сиюминутное, экономическая тактика, продиктованная сегодняшними обстоятельствами.

И наконец, отметим еще одну причину современного экономического кризиса: социально-политическая нестабильность. Это фактор дополнил ряд экономических причин и усилил их негативный эффект. Борьба за передел власти, межнациональные конфликты, обострение противоречий столичных центров и периферийных регионов, разобщение социальных групп, слоев и классов, углубление матеральной дифференциации между гражданами с высокими доходами и бедствующими семьями, необузданная преступность — вот далеко не полный перечень явлений, взорвавших былую социально-политическую стабильность. В таких условиях нормально экономика развиваться не может. Разрешение социально-политических проблем становится первой задачей в деле стабилизации экономики.

II *Выявление прежних негативных тенденций и современных причин экономического кризиса дает возможность более четко сформулировать основные направления экономической политики государства и предприятий и приступить к разработке конкретных программ.*

1. Постепенная реструктуризация народного хозяйства Крыма и его приспособление к современным рыночным условиям. Структура экономики Крыма должна в максимальной сте-

пени учитывать природно-сырьевую, географическую и геополитическую специфику нашего региона, исходя из которой следует определить собственную экономическую "нишу" в украинском общегосударственном, СНГ и международном разделении труда.

2. Принятие неотложных мер по формированию нового инвестиционного климата, направленного на динамичное обновление производственных фондов в приоритетных сферах крымской экономики. Создание экономического, юридического и финансового механизма, стимулирующего всех субъектов хозяйственной деятельности осуществлять капиталовложения в указанные сферы. Важнейшим и наиболее реальным источником капитала являются денежные средства состоятельных граждан и предприятий Крыма.

3. Осуществление активной государственной политики в формировании нового качества совокупной рабочей силы, определенного потребностями меняющейся модели экономики и ее перспективных задач. При этом особого внимания заслуживает подготовка специалистов технического профиля для приоритетных сфер народного хозяйства Крыма, а также квалифицированной рабочей силы из молодежной сферы. К данному направлению следует отнести сохранение и совершенствование системы образования и придание ей управляемого характера во всех формах собственности и формах организации.

4. Активизация приватизационного процесса, ориентированного на создание многоукладной экономики и обеспечение экономической свободы для всех форм хозяйствования и предпринимательства.

5. Формирование более эффективного и действенного механизма управления экономическими процессами в Крыму. При этом более активно должны использоваться все методы управления: административные, экономические, финансовые и идейно-воспитательные. Максимальная часть управленческих функций должна быть рационально распределена среди таких субъектов управления как: правительство Крыма, директорат предприятий и учреждений. Влияние стихийного рыночного механизма на экономику на данном этапе должно быть минимизировано, хотя и не исключено в отдельных экономических процессах.

По нашему мнению, должно быть разработано три программы:

- а) программа стабилизации экономики Крыма,
- б) программа выхода из экономического кризиса,
- в) программа перспективного развития и адаптации народного хозяйства к рыночным условиям.

Они будут отличаться как целями, так и средствами их достижения. Причем реализация этих программ должна осуществляться не в приведенной последовательности, а одновременно и по ряду мер синхронно.

Каждая из трех программ должна содержать систему мер, обоснованных наличием материальных, энергетических, финансовых и трудовых ресурсов Крыма. Все факторы и причины, обуславливающие динамику макроэкономических процессов крымской экономики, следует учесть и определить меры по элиминированию их негативного воздействия. Общими принципиальными положениями, определяющими существо программ, должны стать:

- выбор приоритетных целей развития для каждого периода,
- техническое обновление производственных фондов в соответствии с требованиями НТП,
- оптимальное государственное регулирование социально-экономических процессов на всех уровнях региональной экономики в сочетании с вызревающим рыночным механизмом,
- изыскание и привлечение материальных, денежных и других ресурсов для обеспечения программных мероприятий,
- активизация экономических реформ и, в частности, процесса приватизации,

— рационализация структуры экономики Крыма и постепенное ее освобождение от низкорентабельных, экологически вредных видов производства с целью постепенной интеграции Крыма в рыночные структуры других регионов Украины и стран,

— осуществление активной кадровой политики, ориентированной на повышение качества совокупной рабочей силы, адекватной потребностям предприятий и учреждений Крыма.

В перспективной программе выбор приоритетных отраслей и производств будет ориентирован на достижение хозяйственной самостоятельности Крыма, при значительной интегрированности в мировое хозяйство. Такая ориентация позволит обеспечить развитие народного хозяйства в рыночных условиях, достичь приличного жизненного уровня крымчан, иметь здоровую социально-политическую атмосферу. Ограниченность водных, энергетических, земельных и других ресурсов побуждает нас идти на такое "самоограничение". Распылять их в условиях рынка, отсутствия гарантированного централизованного обеспечения стало непозволительной роскошью, граничащей с бездумным расточительством. Экономическими приоритетами Крыма должны стать:

- а) специализированный аграрный комплекс (садоводство и животноводство);
- б) перерабатывающая сельскохозяйственную продукцию промышленность (прежде всего виноделие);
- в) наукоемкое, основанное на высших технологиях, машиностроение;
- г) рекреационно-туристический комплекс.

Остальные отрасли и производства должны иметь лишь обслуживающее, жизнеобеспечивающее значение. Экологически вредное производство подлежит постепенному "вытеснению" из структуры экономики Крыма. Критериями приоритетности в программах стабилизации и выхода из кризиса могут служить темпы роста объемов продукции: увеличивающиеся темпы капиталоотдачи; наличие необходимых ресурсов и эффективность их использования; улучшение социально-политической обстановки (в том числе, например, повышение занятости граждан). Пути к достижению этих результатов лежат через привлечение и мобилизацию финансовых ресурсов в производственную сферу; преодоление кризиса управления; формирование новых видов собственности и эффективных форм хозяйствования; через техническое обновление производства. Таким образом, как цели, так и приоритетные направления хозяйственной, финансовой и социальной деятельности в трех программах будут различными.

## НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ КОНЦЕПЦИИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ НА ПЕРИОД ПО 2000 г.

**В. А. Подсолонко, доктор экономических наук, профессор, академик КАН,  
Л. П. Уточкина, А. И. Башта, кандидат экономических наук,  
доцент, член-корр. МАХН, Е. А. Подсолонко, И. В. Колбаненко**

### ВВЕДЕНИЕ

Данная работа состоит из четырех основных частей:

- постановка, включающая структурно-логический анализ объекта информатизации;
- методологические послылки информатизации развития Крыма;
- реализация работы.

Настоящее введение представляет собой руководство к структуре и содержанию работы. Материалы работы рассматривают отмеченные сферы исследования, каждая из которых определена как приоритетная для исследований в процессе реализации этой работы. Выбор сфер осуществлен на основе системного анализа, но их рассмотрение является постановочным и его необходимо расширить в программе реализации работы. Содержание работы позволяет увидеть содержательную часть процессов информатизации от постановки до реализации исследования. В ней должна прослеживаться основополагающая идея теории формирования решаемой задачи или исследуемых процессов. Прилагающиеся системы внедрены в отделах и министерствах Правительства Крыма и используются на данный момент. Данные системы позволяют увидеть всю полноту важности проблемы информатизации высшего звена руководства.

#### *Содержание постановки*

1. Информатизация как конкретизация цели работы
2. Объект информатизации и цели его развития
  - 2.1 Подход
  - 2.2 Цели развития
  - 2.3 Структура достижения целей
    - 2.3.1 Ориентация на благосостояние населения
    - 2.3.2 Использование человеческого потенциала
    - 2.3.3 Использование природных ресурсов Крыма
    - 2.3.4 Использование накопленного в Крыму производственного и финансового потенциала
  - 2.4 Социально-экономическое развитие Крыма как объект информатизации
3. Информационная поддержка управления социально экономическим развитием Крыма как главный фактор достижения целей его развития
  - 3.1 Поле управления
  - 3.2 Структура звеньев управления развитием Крыма
    - 3.2.1 Высший уровень комплексного управления
    - 3.2.2 Высший уровень территориального управления
    - 3.2.3 Высший уровень отраслевого управления
  - 3.3 Обеспечивающие условия информационной поддержки управления
4. Резюме постановки

## **1. КОНКРЕТИЗАЦИЯ ЦЕЛИ РАБОТЫ — ИНФОРМАТИЗАЦИЯ**

В основе информатизации лежит понятие информации и информационного ресурса. Информация об объекте — это приращение знаний и устранение неопределенности в них о его состоянии. Информация о развитии общества представляет собой его информационный ресурс.

Информатизация общества представляет собой решение задачи устранения неопределенности в знаниях о состоянии развития общества в интересах всего общества и каждого его члена. Решается эта задача на основе обработки информационных данных о состоянии этого развития на современных компьютерах с помощью специального математического обеспечения путем передачи по сетям связи любой необходимой пользователям информации. Этот процесс осуществляется в обществе во всех его звеньях, на предприятиях и в организациях, в органах местного самоуправления и отраслевого руководства, в высшем эшелоне власти. Главной мыслью работы явилось подчинение проблем информатизации основным задачам и главной цели социально-экономического развития общества. Эти же задачи и цели рассматриваются как главные цели управления социально-экономическим развитием Республики Крым, всех ее звеньев.

## **2. ОБЪЕКТ ИНФОРМАТИЗАЦИИ И ЦЕЛИ ЕГО РАЗВИТИЯ**

### **2.1 Подход**

В работе принят такой подход к объекту информатизации, который позволяет:

- видеть сложные процессы в доступной форме;
- рассматривать Крым как объект социально-экономического развития стандартной (с международных позиций) структуры;
- использовать обоснованную в работе структуру объекта как исходную позицию структурно-логического моделирования процессов развития объекта и управления им;
- подчинить цели развития Крыма потребностям населения, проживающего на его территории;
- подчинить цели информатизации целям развития Крыма и задачам управления процессами достижения этих целей развития.

### **2.2 Цели развития**

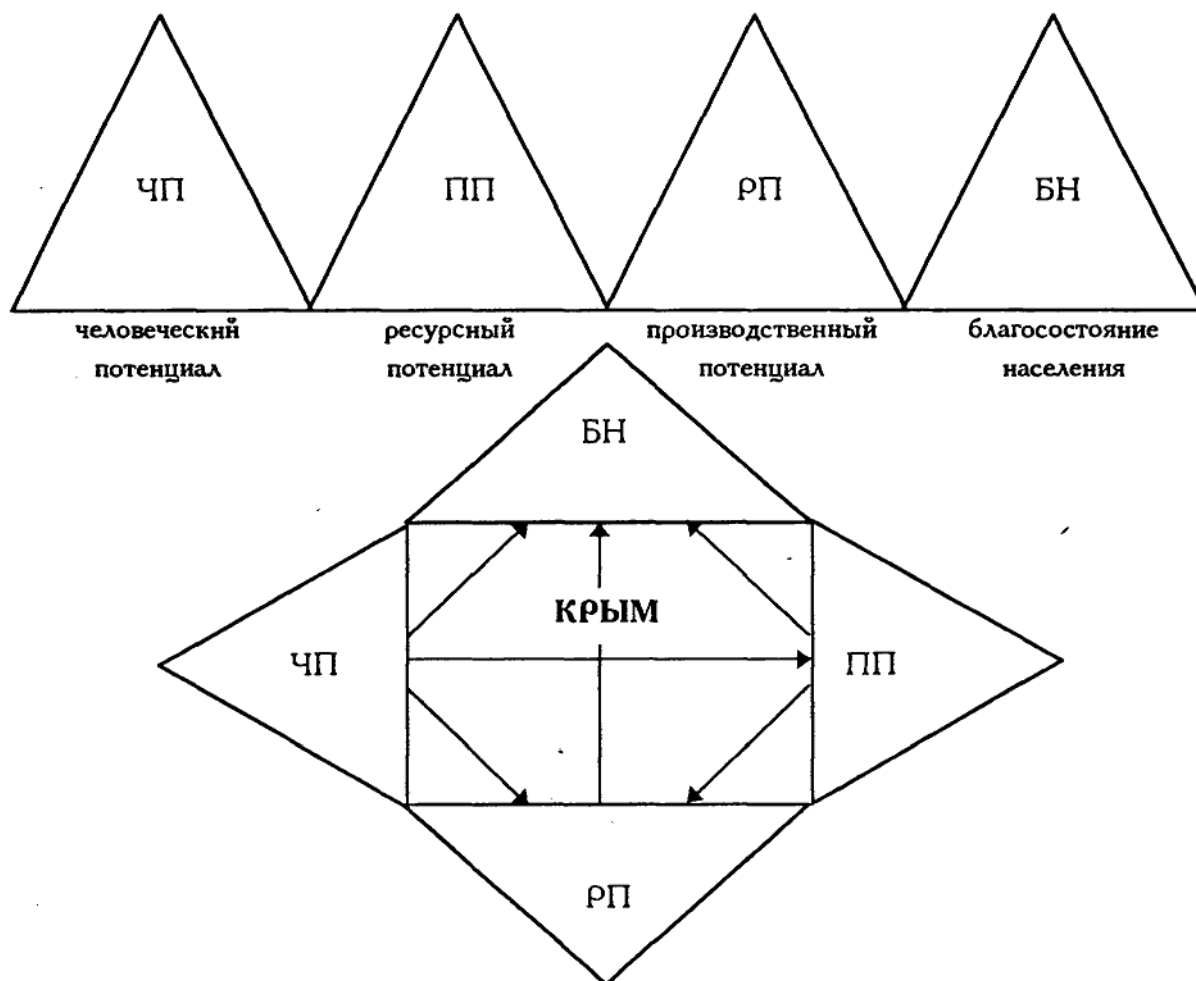
Во всех цивилизованных странах мира главной целью развития общества является обеспечение высокого уровня благосостояния населения своей страны. Этот уровень, как правило, формируется через удовлетворение потребностей населения. В состав этих потребностей входят как материальные, так и различные духовные потребности. Таким образом, целью социально-экономического развития общества служит последовательное удовлетворение постоянно обновляющихся потребностей населения. Для Республики Крым в качестве главной цели социально-экономического развития принимается обеспечение достойного уровня благосостояния населения соответствующего принятому на перспективу стандарту.

### **2.3 Структура достижения целей**

Для достижения главной цели развития Крыма требуется рассмотреть минимально необходимые составляющие этого процесса. Их всего три: возможности населения Крыма, так называемый человеческий капитал (человеческий потенциал); ресурсные условия в виде природных условий Крыма (ресурсный потенциал); производственные условия (накопленный производственный и финансовый потенциал Крыма). Совокупность этих трех видов потенциала, уровень их целенаправленного использования определяют степень достижения главной цели

развития Крыма — повышение благосостояния населения через специфичные ее составляющие, характеризующие потребности человека.

Графически укрупненно цель развития Крыма и структура по составляющим ее достижения представлены ниже.



### 2.3.1 Ориентация на благосостояние населения

В мировой науке известна разработанная А. Маслоу иерархия потребностей человека, представляющая своеобразную пирамиду возвышающихся потребностей. В этой пирамиде представлены пять видов потребностей человека, удовлетворяемых последовательно:

- физиологические;**
- самосохранения (безопасности);**
- социальные;**
- в уважении;**
- в самоутверждении;**



Деятельность каждого человека по реализации этих индивидуальных потребностей в обществе в итоге формируется в социально-экономическую деятельность всего общества, обеспечивающую его развитие. Представленные в пирамиде потребности человека зависят от географических, этнических и прочих особенностей каждой страны, региона. Поэтому, совпадая в своей основе, каждая из пяти составляющих потребностей человека для каждой страны,



для отдельных регионов может иметь специфические отличия. Конкретные данные о составе каждой из составляющих иерархии потребностей человека формируются в соответствующих программах по реализации этих потребностей и являются основой для выработки стандартов уровня благосостояния. В группе физиологических потребностей рассматриваются вопросы обеспечения населения жильем, социально-культурными учреждениями, продуктами питания и товарами повседневного спроса в соответствии с биологическими нормами. Рассмотрение ведется по группам населения с учетом их отличий по возрасту, полу, социальной, профессиональной и национальной принадлежности. Потребности безопасности охватывают вопросы охраны здоровья населения, правонарушений и охраны прав и законных интересов граждан, экологической безопасности. Сюда же относятся и вопросы достаточности и защищенности денежных доходов и сбережений населения, его трудовой деятельности, обучения, лечения, отдыха, старости. Социальные потребности, в дополнение к традиционно принятой информации по социальному развитию населения, включают данные о реализации потребности кому-либо принадлежать, состоять в дружеских отношениях, входить в какую-либо группу. Потребности в уважении рассматриваются через информацию о символах статуса, престижа, славы. Потребности самореализации населения рассматривают с позиции полноты развития своего потенциала каждым человеком. Здесь должны быть рассмотрены все слои населения и в особенности те его группы, от которых зависят прямо или косвенно результаты социально-экономического развития Крыма, степень достижения главной цели его развития.

### *2.3.2 Использование человеческого потенциала*

Мировая практика накопила достаточно примеров подтверждения определяющей роли человеческого потенциала (капитала) для получения высоких результатов социально-экономического развития государства. Здесь рассматривают степень отдачи человеческого потенциала по профессиям, группам должностей, уровням управления. Этот вопрос тесно взаимосвязан с последним из видов потребностей человека — его самореализацией. Методологически он решается весьма неоднородно как для отдельных групп населения, так и для видов реализации человеческого потенциала. Наиболее просто решаются вопросы контроля за занятостью населения, за показателями экстенсивности и интенсивности его труда. Наиболее сложно решать вопросы оценки степени отдачи духовного потенциала, использования интеллектуальных возможностей человека. Безусловно, что эти вопросы должны рассматриваться не только для групп населения как индивидуумов, но и с привязкой их к конкретным видам деятельности, к конкретным группам организаций и сферам применения этой деятельности. В последующем особенности такой "привязки" должны будут найти отражение в вопросах использования накопленного производственного потенциала. Проблемы использования и усиления отдачи человеческого потенциала являются определяющими в социально-экономическом развитии всего общества. Крым здесь не исключение. Поэтому, прежде чем пытаться поднять эффективность ресурсного и производственного потенциала, необходимо выявить ключевые звенья усиления отдачи человеческого потенциала и не в низовых звеньях, а прежде всего в высшем эшелоне власти, ответственном за развал экономики государства в первой половине 90-х годов. Необходимо создать условия для реализации трудовой активности и инициативы населения — включая создание максимально-льготных условий для предпринимательства, усиление личной ответственности за свою судьбу, предоставление возможности обеспечить свое существование за счет своей энергии и инициативы и т. п.

### *2.3.3 Использование природных ресурсов Крыма*

Природные ресурсы отдельных государств или регионов зачастую определяют уровень их социально-экономического развития и профиль специализации этого развития. Вместе с

тем, опыт, например, Японии, показал, что почти полное отсутствие собственных сырьевых ресурсов не помешало ей войти в число мировых лидеров по уровню социально-экономического развития и уровню благосостояния населения. Особенностью Крыма является наличие в нем богатейшего рекреационного ресурса, используемого в сравнении с мировыми (международными) стандартами крайне неудовлетворительно. Кроме того Крым располагает и другими видами ресурсов, имеющих потребительскую промышленную ценность. В их числе химическое сырье, горнорудные и нерудные материалы, строительные материалы. Добыча этих сырьевых ресурсов во многом не связана с потребностями региона. Особенно это относится к железнорудному сырью и известняку. Более того, добыча последних приводит к устойчивому разрушению уникального по своим характеристикам и хрупкого рекреационного потенциала Крыма. Разрушающе действуют на рекреационный потенциал и некоторые виды производственной и сельскохозяйственной деятельности, что будет рассмотрено в следующем параграфе.

Главным при рассмотрении вопросов использования природных ресурсов Крыма является выявление степени целесообразности их вовлечения в хозяйственный оборот с позиции влияния их на уровень благосостояния населения Крыма. При этом важно оценить динамику изменения этого влияния, увидеть его перспективу и обеспечить гармоничное сочетание использования природных ресурсов Крыма и его социально-экономического развития.

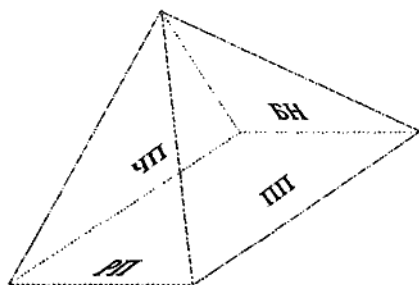
#### *2.3.4 Использование накопленного в Крыму производственного и финансового потенциала*

По оценке специалистов производственный и финансовый потенциал, накопленный в Крыму, позволяет осуществить социально-экономическое развитие Крыма в направлении обеспечения достаточного уровня благосостояния его населения. Вместе с тем, в Крыму имеется ряд предприятий, выпускающих продукцию не для удовлетворения потребностей населения Крыма, а для решения ведомственных задач отраслей, находящихся за пределами Крыма и даже Украины. Функционирование этих предприятий для населения Крыма, для его рекреационного потенциала приносит в основном отрицательные результаты. В их числе, кроме перечисленных горнорудного и нерудного производств, можно назвать промышленные комплексы Армянска и Красноперекопска. Условно отнеся военный потенциал, рассредоточенный в Крыму, к производственному потенциалу, следует подчеркнуть, что им выводятся из народнохозяйственного оборота также весьма значительные природные ресурсы. Все аналогичные предприятия и организации, расположенные в Крыму, их деятельность, должны рассматриваться с позиций оценки их вклада в уровень благосостояния населения Крыма. Такая целенаправленность позволит четко ставить вопрос перед руководством этих предприятий и организаций, перед их вышестоящими ведомственными звеньями управления о направлениях их развития, о социально-экономическом значении этого развития.

#### *2.4 Социально-экономическое развитие Крыма как объект информатизации*

Объектом информатизации является социально-экономическое развитие Крыма, а предметом информатизации — процессы достижения наивысшего уровня благосостояния населения через удовлетворение постоянно повышающихся его потребностей на основе высоко эффективного использования накопленного и имеющегося в Крыму человеческого, природного, производственного и финансового потенциала. Иначе говоря, предметом информатизации в Крыму служит целенаправленная деятельность человека (как человеческого ресурса) по преобразованию накопленного в Крыму производственного и финансового потенциала с использованием имеющихся в Крыму природных ресурсов (или приобретаемых на стороне ресурсов, отсут-

ствующих в Крыму за накапливаемые финансовые ресурсы) в потребительские ценности, формирующие благосостояние населения, до уровня, достойного современного человека. Составляющие структуры социально-экономического развития Крыма, образуют пирамиду целей этого развития.

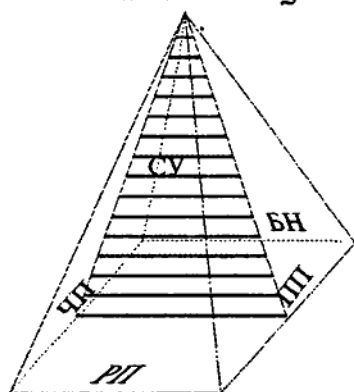


Уровень заполнения объема этой пирамиды, в основании которой находится Крым как объект развития, будет условно характеризовать уровни благосостояния населения Крыма и эффективности использования потребляемых для его достижения исходных человеческого, природного, производственного и финансового потенциалов.

### **3. УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ КРЫМА КАК ГЛАВНЫЙ ФАКТОР ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ ЕГО РАЗВИТИЯ**

#### **3.1 Поле управления**

Степень повышения уровня благосостояния населения Крыма (уровень наполнения объема сформированной в предыдущем параграфе пирамиды) зависит прежде всего от управляемости процессов социально-экономического развития. Для этого необходимо, чтобы система управления развитием Крыма пронизывала весь объем пирамиды социально-экономического развития. Условно изобразим срез по центру пирамиды через грани человеческого и производственного потенциала Крыма в виде треугольника управления (заштрихованная площадь). В состав системы управления (в принятом виде треугольника управления) входит ряд взаимосвязанных составляющих.



Приведенные в треугольнике управления его составляющие одновременно присущи всем составляющим структуры социально-экономического развития Крыма. Каждая из них пронизывает весь процесс достижения главной цели социально-экономического развития по всем ресурсным составляющим преобразования имеющегося в Крыму потенциала в потребительские ценности населения Крыма.

#### **3.2 Структура звеньев управления развитием Крыма**

##### **3.2.1 Высший уровень комплексного управления**

В условиях президентской структуры появляется реальная возможность в Крыму сосредоточить на высшем уровне комплексного управления его социально-экономическим развитием и реализовать пакет функций по воздействию на процесс достижения главной цели развития Крыма в целом.

Президент и его аппарат непосредственно работает с информацией, характеризующей в целом по Крыму процесс наполнения объема пирамиды социально-экономического развития. Иначе говоря, под контролем Президента находятся процессы изменения уровня благосостоя-

ния населения Крыма по составляющим потребностей человека и влияния на это изменение воздействия человеческого потенциала, производственного и финансового потенциала, а также уровня использования природных ресурсов Крыма.

Любая система управления требует наличия в ней обратной связи между субъектом и объектами управления. В данном случае эта связь должна охватывать два вида деятельности по управлению развитием Крыма. Одна из них — непосредственная координация территориального и отраслевого развития Крыма, а другая — обеспечение адекватности методов и функций комплексного управления социально-экономическим развитием всего Крыма и управления развитием территорий и отраслей, формирующих Крым и процессы его развития. Каждый из этих двух видов деятельности замыкается на информационное взаимодействие аппарата Президента с соответствующими звеньями, решающими отмеченные задачи территориального и отраслевого управления, а также с звеньями, осуществляющими информационную поддержку функций отмеченных трех видов управления — комплексного, территориального и отраслевого развития Крыма.

### *3.2.2 Высший уровень территориального управления — Правительство Крыма*

Территориальная структура Крыма, состоящая из его районов, городов и поселков, пронизана по каждой из этих составляющих всеми составляющими процесса достижения главной цели социально-экономического развития Крыма. Для каждой территории свойственны те же потребности человека, формирующие благосостояние населения, и степень использования человеческого, природного, производственного и финансового потенциала этой территории, влияющего на уровень этого благосостояния.

Информация о состоянии всех перечисленных характеристик социально-экономического развития этих территорий служит основой управления этим развитием. Каждая из этих территорий имеет свои органы самоуправления, использующие отмеченную информацию для принятия решения по обеспечению необходимого уровня благосостояния населения, проживающего на этих территориях. Несмотря на одинаковость составляющих социально-экономического развития всех отмеченных территорий, каждая из них имеет специфику по структуре человеческого, природного, производственного и финансового потенциала. Эта специфика определяет отличие в достигаемом уровне благосостояния населения, проживающего на этих территориях. Высший уровень территориального управления развитием Крыма призван решать задачи согласования развития территорий, его образующих, в направлении создания условий, обеспечивающих достижение высшего уровня благосостояния населения на всех территориях Крыма. Основой решения этой задачи служит координация органов местного самоуправления по наиболее эффективному использованию человеческого и природного потенциала всех территорий Крыма, а также накопленного на этих территориях финансового потенциала. Оставляя за местными органами самоуправления почти все функции оперативного и текущего управления развитием их территорий, высший уровень территориального управления замыкает на себе преимущественно функции и информацию для перспективного развития всех территорий Крыма.

### *3.2.3 Высший уровень отраслевого управления*

Социально-экономическое развитие Крыма — это прежде всего деятельность и развитие конкретных организаций и предприятий. Именно результаты их деятельности лежат в основе решения задачи удовлетворения всех материальных и духовных потребностей каждого реального человека и всего населения Крыма. Каждое предприятие и организация имеют свою систему и органы управления, обеспечивающие их эффективное функционирование и развитие. В целях усиления отдачи каждого предприятия, на основе осуществления единой технической

политики, кооперирования и комбинирования родственных по выпускаемой продукции или оказываемым услугам предприятий и организаций, создаются корпорации, объединения или министерства. Звено государственного (республиканского) руководства, координирующее деятельность таких министерств или корпораций, представляет собой высший уровень отраслевого управления. Главной функцией этого звена управления является обеспечение наиболее полного и эффективного использования накопленного предприятиями и организациями министерств производственного и финансового потенциала в процессе решения ими задач удовлетворения потребностей населения Крыма в выпускаемой ими продукции или оказываемых услугах.

Взаимодействие этого уровня управления с предыдущими будет основываться прежде всего на совместном решении вопросов о выделении территорий и природных ресурсов Крыма для развития тех или иных отраслей, их предприятий и организаций. На уровне их взаимодействия должны решаться и, казалось бы, сугубо технические вопросы о принятии тех или иных технологических процессов по критериям их малоотходности, безотходности и экологической чистоты. Таким образом, деятельность высшего уровня отраслевого управления — это деятельность министерств, комитетов, республиканских управлений и т. п.

### *3.3 Обеспечивающие условия информационной поддержки управления*

Собственно информатизация общества, его социально-экономического развития и процессов управления этим развитием осуществляется в совокупности специфичных звеньев, формирующих информационную базу развития общества. В практике государственного руководства эти звенья зачастую находятся на разных полюсах власти. Здесь они будут рассматриваться как звенья единой социально-экономической деятельности. Для управления социально-экономическим развитием общества одинаково важна информация, где отражается деятельность:

- законодательная;
- плановая и аналитическая;
- научно-техническая стратегическая;
- бухгалтерская и статистическая;
- финансовая;
- судебная и арбитражная.

Под эгидой высшего уровня комплексного управления (т. е. Президента) эти звенья могут быть сгруппированы в единый орган в виде Государственного (Республиканского) комитета информационной поддержки управления социально-экономическим развитием Крыма. Этот Комитет должен в основном выполнять методологические и координационные функции. Аналогичные звенья, методологически управляемые Комитетом и его подразделениями, должны быть созданы и на Высших уровнях территориального и отраслевого управления Крымом. На местах, в городах и районах, на предприятиях и в организациях многие из этих звеньев, как безусловно необходимые, уже имеются. Информационное их взаимодействие по иерархии управления обеспечит соответствующую информационную поддержку всего процесса управления социально-экономическим развитием.

## **4. РЕЗЮМЕ ПОСТАНОВКИ**

5.1 Информатизация Республики Крым охватывает комплекс взаимосвязанных проблем социально-экономического развития Крыма.

5.2 Работа на стадии постановки позволяет выявить:

— главную цель социально-экономического развития Крыма, как удовлетворение потребностей его населения;

- структуру потенциала Крыма, обеспечивающего достижение основных результатов его развития в процессе реализации главной цели развития;
- структуру звеньев высшего уровня руководства социально-экономическим развитием Крыма, включающую звенья комплексного, территориального и отраслевого управления;
- структуру обеспечивающих условий информационной поддержки звеньев управления социально-экономическим развитием Крыма.

5.3 Содержательная сторона процессов информационного обеспечения управления достижением главной цели социально-экономического развития Крыма требует формирования концептуального подхода к методам осуществления информатизации.

## МЕТОДОЛОГИЯ

### *Содержание методологии*

1. Поле работы
2. Поле информатизации
3. Критерии эффективности развития Крыма и его информатизации
  - 3.1. Динамичность развития и целей
  - 3.2. Критерии эффективности развития
  - 3.3. Критерии эффективности информатизации
4. Составляющие социально-экономического развития предприятий и организаций
5. Этапность информатизации
6. Резюме методологии

### **1. ПОЛЕ РАБОТЫ**

Работа позволяет увидеть объект информатизации Крыма и процессы его социально-экономического развития в укрупненном виде, доступном для восприятия специалистами всех звеньев хозяйствования, а также всеми слоями населения. Главная цель социально-экономического развития Крыма является осязаемой целью жизни любого жителя Крыма. Структура главной цели социально-экономического развития Крыма позволяет обеспечить достижение этой цели на основе обоснованного и минимально необходимого состава ресурсных условий, потенциала, сосредоточенного на территории Крыма. Работа дает возможность увидеть информационную и организационную взаимосвязь процессов достижения главной цели развития Крыма и формирования результатов, обеспечивающих реализацию этой цели. Данная работа не предполагает разработки программы формирования результатов социально-экономического развития Крыма в направлении достижения главной цели этого развития. Работа направлена на создание организационно-методических предпосылок формирования информационной базы, создающей условия для достижения главной цели социально-экономического развития Крыма.

### **2. ПОЛЕ ИНФОРМАТИЗАЦИИ**

Информатизация Республики Крым направлена на решение проблемы обеспечения информационной поддержки (подготовки) управленческих решений во всех звеньях хозяйствования по получению результатов социально-экономического развития Крыма в соответствии с потребностями его населения. Информатизация Республики Крым не направлена на разработку автоматизированной системы управления его социально-экономическим развитием. Информатизация направлена на решение совокупности взаимосвязанных задач развития Крыма, куда входят:

- оценка уровня благосостояния его населения;

- оценка степени удовлетворения потребностей всех слоев населения по видам потребностей человека;
- оценка вклада отраслей Крыма в удовлетворение потребностей его населения, выпускаемой ими продукцией или оказываемыми услугами;
- оценка степени использования человеческого и природного потенциала на территориях Крыма в процессе достижения главной цели его развития;
- ориентация уровня благосостояния населения на международные стандарты развития нации;
- ориентация результатов развития производственного потенциала Крыма на уровень требований мирового рынка.

Человеческий потенциал Крыма, традиционно рассматривавшийся как функциональное подразделение по труду и социальному развитию в системе управления социально-экономическим развитием Крыма, здесь принимается за самостоятельную отрасль. Как самостоятельная отрасль, сосредоточившая в себе накопленные в Крыму финансовые ресурсы, рассматривается банковская деятельность. В виду уникальности природного комплекса Крыма, представляющего собой практически единый, но многообразный рекреационный ресурс, этот ресурс рассматривается также как самостоятельная отрасль Крыма. И, наконец, появившийся в последние годы и являющийся в данной работе предметом исследования информационный ресурс также рассматривается как самостоятельная отрасль социально-экономического развития Крыма.

### **3. КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ КРЫМА И ЕГО ИНФОРМАТИЗАЦИИ**

#### **3.1 Динамичность развития и целей**

Главная цель социально-экономического развития Крыма динамична. Она непостоянна ни по количеству, ни по качеству, ни по структуре потребностей человека. Иначе говоря, процесс наполнения пирамиды потребностей человека, его благосостояния происходит при меняющихся ее параметрах, при изменении высоты, перемещении ее вершины, меняющихся толщинах выделенных А. Маслоу потребностей. Не случайно в основе экономической философии цивилизованные страны мира рассматривают решение стратегической задачи — развитие стандарта нации. Их стратегия не направлена на достижение каких-то конкретных показателей социально-экономического развития своей страны. Такой подход обусловлен именно приведенными особенностями меняющихся потребностей человека и соответственно изменяющихся количественно и качественно целей социально-экономического развития. В отечественной практике, принятые двадцатилетние периоды разработки программ научно-технического прогресса и его социально-экономических последствий, а также пятилетние периоды по уточнению и конкретизации этих программ в направления социально-экономического развития страны, ее регионов и отраслей, являются хорошими точками отчета во времени для ориентации процессов на достижение главной цели развития страны. При этом границы двадцатилетних периодов служат основой для решения задачи какого-то количественного измерения прогнозируемого уровня благосостояния населения, а пятилетние — для поэтапной оценки динамики процесса достижения намеченного прогнозного уровня. Соответственно каждый год можно оценивать степень приближения к уровню, намеченному на пятилетний период, сравнивая с прогнозным, стратегическим уровнем. В нынешних условиях глубокого экономического кризиса, политической и социальной нестабильности и, отчасти, непредсказуемости, прекращения практики директивного планирования, целесообразно ориентироваться на среднесрочные прогнозы социально-экономического развития и социальные программы по отдельным направлениям.

### **3.2 Критерии эффективности развития**

Обращаясь к графике параграфа, отметим, что стратегический уровень достижения главной цели развития Крыма будет показывать почти полное наполнение объема пирамиды, а четыре уровня, формирующие этот объем, (см. рисунок) будут показывать этапы приближения к стратегическому уровню по пятилетним периодам социально-экономического развития. В основе критерия эффективности социально-экономического развития должен лежать показатель, который одновременно может показывать своеобразный уровень наполнения каждой грани пирамиды. Иначе говоря такой показатель одновременно должен давать представление как об уровне благосостояния населения, в сравнении с намечаемыми стратегическими рубежами развития, так и о степени использования всех видов рассмотренных исходных ресурсов (потенциала), обеспечивающих этот уровень. Такой показатель должен представлять собой своеобразный КПД общества, населения Крыма, его системы управления социально-экономическим развитием. Требованием к такому показателю, к методам его исчисления является обеспечение единого подхода к оценке уровня развития в целом Крыма, его территорий и отраслей, отдельных предприятий и организаций. Методы исчисления таких показателей являются предметом отдельного исследования. Здесь же решается задача информационного обеспечения формирования таких показателей и доведения их до соответствующих звеньев управления развитием Крыма. Ответственность за разработку таких методов, за их достоверность, за своевременное наполнение их необходимой информацией для управленческих звеньев лежит на традиционных подразделениях отмеченного Комитета информационной поддержки управления социально-экономическим развитием Крыма.

### **3.3 Критерии эффективности информатизации**

Условно принимая площадь круга, ограниченного потоками информации об объекте социально-экономического развития, за объем работ по информатизации Республики Крым, будем считать, что постепенное заполнение этой площади заштрихованными концентрическими слоями круга до полного его заполнения покажет процесс увеличения объема информатизации. Также как при рассмотрении динамично изменяющегося объема наполнения пирамиды, где уровень социально-экономического развития Крыма и зависящий от него уровень благосостояния населения формируют этот объем, информатизация также не имеет каких-то граничных результатов. Ее объемы — это динамически изменяющаяся величина. Важной задачей является отыскание методического подхода, позволяющего в условиях отмеченной динамичности процесса, целенаправленно воздействовать на наращивание объемов информатизации и полный охват ее всех составляющих социально-экономического развития Крыма. В основе критериев оценки уровня информатизации для последующего стимулирования этого процесса могут быть следующие показатели:

- степень охвата информатизацией первичной информации;
- степень охвата управленческого персонала результатами информатизации;
- типизация разработок;
- количество внедряемых систем управления, решаемых на компьютере;
- степень устранения неопределенности в достижении критерия эффективности управления;
- системная взаимосвязь разработок;
- экономическая эффективность информатизации отдельных задач развития и систем управления.



#### **4. СОСТАВЛЯЮЩИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ**

Одной из важнейших методологических задач является обоснование социально-экономического развития уровня предприятия и организаций, сочетаемых со структурой уровня в целом государства, его регионов. В составе результатов развития предприятий и организаций, характеризующих удовлетворение конкретных потребностей населения, как материальных, так и духовных, можно рассматривать:

- объем производства продукции или оказываемых услуг;
- ассортимент продукции и услуг;
- качество продукции и услуг.

Эти результаты по своему содержанию в основном совпадают с гранью пирамиды, характеризующей потребности человека (по А. Маслоу). На рисунке этого параграфа — грань с тремя стрелками (по количеству приведенных составляющих). Человеческий потенциал на этом уровне рассматривается с позиций уровня использования трудовых ресурсов, задействованных в производственном процессе, а также с точки зрения социальной защищенности работников предприятий и организаций. Здесь одновременно рассматриваются вопросы отдачи персонала и степени удовлетворения его потребностей за счет его же труда. Эта составляющая микроуровня (уровня предприятий и организаций) хорошо сочетается с аналогичной составляющей макроуровня (государственного уровня). Уровень использования сырьевых и топливно-энергетических ресурсов на предприятиях и в организациях хорошо сочетается с показателями использования природного потенциала на макроуровне, а производственных мощностей (как накопленного производственного потенциала) — с производственным потенциалом макроуровня. Аналогично макроуровню, наполнение пирамиды микроуровня перечисленными составляющими может целенаправленно осуществляться с использованием информации, характеризующей степень приближения показателей, отражающих состояние каждой грани пирамиды, к стандартам международного уровня стратегического развития каждого предприятия или организации, показывающие их своеобразные КПД.

#### **5. ЭТАПНОСТЬ ИНФОРМАТИЗАЦИИ**

Процесс информатизации общества весьма многосложен и может одновременно рассматриваться в разных аспектах. В число таких аспектов входят:

- структура объекта информатизации;
- структура целей развития объекта;
- структура процессов развития объектов;
- динамика развития объекта;
- структура органов управления развитием объекта;
- структура процесса информатизации.

Этапность информатизации может характеризовать, к примеру, последовательность охвата перечисленных аспектов и составляющих информатизации Крыма. Вместе с тем все шесть перечисленных составляющих присутствуют одновременно в процессах информатизации. Каждая из них имеет свою сложную структуру и определенную этапность информационного формирования, требует достаточно продолжительных периодов времени для полной информатизации. Задачей настоящей работы является вычленив из перечисленных шести составляющих первоочередные этапы информатизации, намечаемые к реализации в законченном виде в 2000 году. Методологически эта задача может решаться двояко: либо от общего к частному, либо от частного к общему. Иначе говоря, можно пытаться решать задачи, общие в целом для Крыма, а в последующем их расчленять на частные задачи, решаемые отдельными пред-

приятными и организациями. Можно же наоборот, решив все задачи информатизации на нижнем уровне, сформировать из этих частных задач общие задачи информационной поддержки управления социально-экономическим развитием Крыма. На практике оба эти уровня информатизации осуществляются параллельно. Разработки ведутся в основном стихийно, методологические и организационные основы стыковки общего с частным пока отсутствуют. В настоящей работе далее рассмотрены приоритеты ее реализации как начальные этапы информатизации, намечаемые на период по 2000 г.

## **6. РЕЗЮМЕ МЕТОДОЛОГИИ**

Рассмотрение информационного содержания процессов социально-экономического развития Крыма приводит к необходимости отнесения информационного ресурса к разряду самостоятельной отрасли, пронизывающей результатами своей деятельности все составляющие социально-экономического развития Крыма и систему управления этим развитием. Уникальность природного комплекса Крыма, представляющего собой прежде всего рекреационный ресурс мирового значения, вызывает необходимость рассмотрения его как отдельной сложной отрасли, оказывающей влияние на решение многих задач достижения главной цели развития Крыма и зависящей от результатов деятельности многих отраслей Крыма. Методологической основой информационной оценки степени достижения главной цели социально-экономического развития Крыма в целом, его территории и отраслей, предприятий и организаций, служит измерение своеобразных их КПД. Сравнение уровня их развития ориентировано на стратегические цели, формируемые в соответствии с международными стандартами и требованиями мирового рынка.

## **РЕАЛИЗАЦИЯ**

### **Содержание реализации**

1. Приоритеты реализации
  1. 1. Цели развития
  1. 2. Уровни управления
  1. 3. Информационная поддержка
  1. 4. Потенциал развития Крыма
    1. 4. 1. Человеческий потенциал
    1. 4. 2. Природный потенциал
    1. 4. 3. Производственно-финансовый потенциал
    1. 4. 4. Информационный ресурс
  1. 5. Уровень предприятий и организаций
2. Резюме реализации

## **1. ПРИОРИТЕТЫ РЕАЛИЗАЦИИ**

### **1.1 Цели развития**

В приоритетах реализации целей в первую очередь следует рассматривать цели его социально-экономического развития, расчленив его главную цель на составляющие, формирующие благосостояние населения. Из всего комплекса потребностей человека, рассматриваемых на основе их мировой классификации (по А. Маслоу), на первом этапе информатизации целесообразно охватить решение задачи обеспечения информационной поддержки управленческих решений по удовлетворению физиологических потребностей населения Крыма. На начало 1994 г. уровень оплаты труда работающей части населения Крыма позволял в среднем лишь наполовину удовлетворять физиологические потребности по покупательной их способности. Общая

покупательная способность населения сократилась с 1991 г. по 1994 г. в 10–30 раз по основным продуктам и товарам первой необходимости. Первой и главной задачей информатизации, хорошо осозанной и поддерживаемой всем населением Крыма, естественно должна быть задача информирования средствами массовой информации хода процесса восстановления покупательной способности населения, наполнения потребительского рынка Крыма. Информационное содержание решения этой задачи будет пронизывать все составляющие социально-экономического развития Крыма, послужит основой восстановления разрушенных между ними связей и обеспечит осознанную целенаправленность всего процесса управления получением необходимых результатов по реализации физиологических потребностей населения. Остальные виды потребностей человека в целях социально-экономического развития Крыма реально могут быть комплексно охвачены информатизацией за пределами 2000 г. Поэтому эти вопросы могут не звучать в последующей программе информатизации Крыма на период по 2000 г. Однако, это не означает, что обеспечение безопасности человека, его самореализации и других потребностей будут исключены из задач и целей управления 90-х годов.

### **1.2 Уровни управления**

В иерархии управления социально-экономическим развитием Крыма можно выделить три уровня:

высший — управление уровнем развития Крыма в целом;

средний — самоуправление районов, городов и поселков;

низший — управление развитием отдельных предприятий и организаций.

Все три уровня связаны между собой организационно, методологически и информационно. Все они должны быть ориентированы на достижение главной цели социально-экономического развития Крыма. Информатизация всех трех уровней управления осуществляется своими силами на каждом уровне. Процесс информатизации идет стихийно, неравномерно и нецеленаправленно. Ориентация его на достижение главной цели социально-экономического развития Крыма не просматривается. Наиболее эффективно осуществлять процесс информатизации одновременно на всех трех уровнях управления комплексно и взаимосвязанно. Однако практически осуществить такую одновременность невозможно ни технически, ни финансово. Поэтому необходимо отдать приоритет какому-то из перечисленных уровней. Поскольку отечественная практика показала, что наиболее отсталым уровнем управления у нас оказался высший уровень, наиболее крупные потери, в том числе и невосполнимые, понесены обществом из-за просчетов руководителей этого уровня, необходимо форсированно создавать условия для улучшения работы персонала именно на этом уровне. Одним из таких, и пожалуй наиболее перспективных, условий является информатизация управления. Поэтому своеобразный абсолютный приоритет в отдается высшему уровню управления Республикой Крым. В таком решении заложен замысел авангардной роли высшего уровня управления, иницирующей своей усиливающейся на основе информатизации активности решение задач развития Крыма во всех звеньях и по всем составляющим также в условиях информатизации. Это позволяет считать, что информатизация Республики Крым будет иметь солидные заделы по всем трем уровням управления.

### **1.3 Информационная поддержка**

Настоящая работа, в силу объективной независимости формирования информационного ресурса, характеризующего социально-экономическое развитие общества, также структурно-независима от наименования органов государственного руководства и даже от выполняемыми функциями, от разделения на законодательную и исполнительную ветви власти. Информационная поддержка высшего уровня управления рассматривается как цельный процесс информа-

ционного обеспечения социально-экономического развития Крыма, направленного на создание высокого уровня благосостояния его населения, поддержания и дальнейшего роста этого уровня.

Все составляющие информационной поддержки — законодательство, планирование и анализ развития, учет и отчетность результатов развития, финансовое регулирование, судебная и арбитражная деятельность, — функционируют одновременно и взаимосвязанно, но в приведенной очередности показывают последовательность развития любого социально-экономического события и его информационного сопровождения. Вместе с тем, несмотря на взаимосвязанность и взаимозависимость перечисленных составляющих информационной поддержки процессов социально-экономического развития и достижения его главной цели, каждая из них имеет свою специфику, структуру и методы, требующие индивидуального подхода. Поэтому необходимо по каждой из этих составляющих разрабатывать свой комплекс задач по информатизации деятельности этих служб. По состоянию на текущий момент ведутся работы по информатизации по законодательной деятельности, по статистической отчетности, финансовой деятельности и др. Главной задачей сейчас является развитие этих разработок до комплексного уровня с последующим объединением их взаимодействия на ориентацию по достижению главной цели социально-экономического развития Крыма. Все перечисленные направления информатизации в комплексе дают возможность сформировать средства информационной поддержки высшего звена государственного руководства по управлению процессом достижения отмеченной главной цели. Они могут рассматриваться и решаться последовательно, однако наибольший эффект принесут при одновременном, параллельном решении. Именно здесь важно решить проблему защиты государственных органов управления от потери информации, обеспечив компьютерное зарождение всех законов, планов, финансовых решений, всей отчетности. Информационный ресурс, создаваемый по любой из рассмотренных составляющих информационной поддержки, по любой группе составляющих достижения главной цели, являясь достоянием конкретного звена управления, одновременно является и общенациональным достоянием. Это уже означает, что он не может быть произвольно изменен, искажен или уничтожен каким бы то ни было из этих звеньев без ответственности за это по закону.

#### **1.4 Потенциал развития Крыма**

##### **1.4.1 Человеческий потенциал**

Отечественная практика показала, что наибольшие потери наше общество несло и несет из-за неудовлетворительного использования человеческого потенциала, а в нем — прежде всего интеллектуальных возможностей человека. Это проявляется наиболее остро для общества на высшем уровне управления и в звеньях интеллектуального труда — в науке, в народном образовании, а также на их стыке. Поэтому приоритет в информатизации процессов управления использованием человеческого потенциала должен быть отдан решению задач оценки уровня отдачи и эффективности интеллектуального труда. Для высшего уровня управления сюда относятся: оценка эффективности принимавшихся решений персоналом всех звеньев управления по комплексным проблемам социально-экономического развития Крыма, а также развития его территорий и отраслей с позиций ориентации их на достижение главной цели развития — повышение благосостояния населения Крыма; информационная поддержка эффективных вариантов решения проблем повышения благосостояния населения Крыма (прежде всего по удовлетворению физиологических потребностей населения). Здесь же формируется информация об использовании высшим уровнем управления накопленного в Крыму научного потенциала, об эффективности научных, проектных и технических разработок, выполненных в Крыму, о причинах невостребованности нереализованных разработок, о случаях невосприятия новых направлений развития Крыма персоналом высшего уровня управления, о направлениях эффективной реализации научных разработок, позволяющих ускорить рост бла-

госостояния населения Крыма. Учитывая обоснованный приоритет в целях развития на период по 2000 г., здесь должна преобладать информация о влиянии этого слоя человеческого потенциала на удовлетворение физиологических потребностей населения Крыма.

#### *1.4.2 Природный потенциал*

Практика показывает, что почти все составляющие природного потенциала Крыма прямо или косвенно связаны с физиологическими потребностями его населения. Информатизация должна охватить вопросы использования всех видов водных ресурсов населением Крыма для своих нужд, воздушного бассейна как рекреационного ресурса, ветровой и солнечной энергии, растительных и минеральных ресурсов, топлива. Здесь важное место занимает решение задачи выявления процессов наращивания или разрушения природного потенциала и ожидаемых последствий для благосостояния населения, для формирующих его отдельных видов потребностей человека. Важна здесь информация и с адресной ориентацией на конкретные организации и конкретных исполнителей, обеспечивших удачные или неудачные решения, повлиявшие на состояние того или иного вида природного потенциала Крыма. Особенное значение на период по 2000 г. имеет информация о путях восстановления природного потенциала, формирующего полноценное и разнообразное меню жителей Крыма, включая рыбу и морепродукты, дары лесов, полей и рек. Учитывая уникальность природного потенциала Крыма и его климата как рекреационного ресурса, ключевой задачей здесь должна выступать информатизация процессов, характеризующих использование населением Крыма рекреационного ресурса как одной из сторон реализации физиологических потребностей, а также как основы для реализации значительной частью населения остальных своих потребностей.

#### *1.4.3 Производственно-финансовый потенциал*

Информатизация здесь охватывает прежде всего решение задач развития отраслей и сфер деятельности, обеспечивающих для населения Крыма удовлетворение их физиологических потребностей в полном объеме на период по 2000 г. Учитывая сложную структуру этих потребностей, в решении задачи будут задействованы отрасли аграрно-промышленного комплекса, тяжелой и легкой промышленности, строительного комплекса, транспорта и связи. Сложность задачи проявляется в том, что довлея отдельные из составляющих физиологических потребностей человека и развивая, например, рисосеяние в Крыму, можно уничтожить биологическое равновесие в окружающей водной среде. Финансовую поддержку должны получать только те виды деятельности, которые направлены на удовлетворение потребностей населения Крыма, либо результаты которой дают возможность удовлетворить за счет их реализации какие-либо другие потребности человека. Если ущерб здоровью населения Крыма, его благосостоянию, наносимый деятельностью любых, даже очень крупных предприятий, не устраняется в период по 2000 г. или вообще не устраняется, по таким предприятиям высшее звено управления Республики Крым должно принимать решение об их закрытии и репродуцировании. Именно здесь должна готовиться информация о влиянии деятельности конкретных отраслей, их предприятий и организаций на рекреационный ресурс Крыма. В случаях разрушающего действия такой деятельности также должны приниматься решения о ликвидации таких предприятий или технологических процессов.

#### *1.4.4 Информационный ресурс*

В основе обоснования приоритетов в решаемых задачах по формированию информационного ресурса лежит использование рассмотренных ранее критериев эффективности информатизации. На первом месте из них может стоять критерий, базирующийся на показателе степени охвата управленческого персонала результатами информатизации. Многолетняя практика

разработки автоматизированных систем управления разных уровней показала определяющую роль руководителей этих уровней для внедрения выполняемых разработок. На втором месте можно рассматривать решение задачи определения степени устранения неопределенности в достижении критерия эффективности развития и управления этим развитием. Последовательность остальных задач формирования информационного ресурса и использования критериев оценки уровня информатизации или эффективности информатизации особого значения иметь не будет. Во многом эти другие задачи будут иметь подчиненное значение. Степень охвата информатизацией первичной информации с одной стороны зависит от степени охвата управленческого персонала результатами информатизации, но с другой стороны — может играть побуждающую роль для увеличения степени охвата персонала этим результатами.

### **1.5 Уровень предприятий и организаций**

Исходя из намеченных приоритетов целей социально-экономического развития Крыма на период по 2000 г. и абсолютного приоритета высшего уровня управления информатизация уровня предприятий и организаций должна охватить прежде всего грань результатов их деятельности. Именно результаты деятельности предприятий и организаций служат основой формирования уровня благосостояния населения по составляющим его потребностям. Здесь большее значение имеет информатизация процессов дальнейшего продвижения результатов деятельности предприятий и организаций к реальным потребителям этих результатов. Обстановка бесконтрольности процессов массовой скупки в Крыму и перепродажа этой продукции за пределами Крыма и Украины сводит на нет любые усилия предприятий и организаций по удовлетворению физиологических потребностей своего населения. Результаты информатизации этой сферы деятельности должны служить основой подготавливаемых вариантов управленческих решений на высшем уровне руководства развитием Крыма и охватывать прежде всего вопросы подключения финансовых рычагов для решения этой проблемы, а на каких-то этапах — юридических. Внутренние для предприятий и организаций задачи информатизации здесь не рассматриваются. Выход на содержание задач информатизации остальных граней деятельности предприятий и организаций предусмотрен в соответствующей программе информатизации за пределами 2000 г.

## **4. РЕЗЮМЕ РЕАЛИЗАЦИИ**

Обоснованные приоритеты целей социально-экономического развития позволяют устранить размытость концептуальных положений информатизации Республики Крым и ориентировать все остальные приоритеты развития Крыма на решение осязаемых задач его информатизации. Установление абсолютного приоритета на период по 2000 г. высшему уровню руководства Республикой Крым позволяет устранить бесконтрольность и неуправляемость процессов информатизации в Крыму. Акцентирование внимания на объективности и независимости информационного ресурса от сложившихся организационных структур управления, от уровня совершенства используемых ими методов и содержания функций управления, от степени готовности персонала к эффективному выполнению возложенных на него функций, — позволяют рассматривать этот ресурс как системообразующий, лежащий в основе создания перспективной структуры управления социально-экономическим развитием Республики Крым как на период по 2000 г., так и на более отдаленную перспективу. Реализация требует наряду с решением специфичных ее проблем специалистами по средствам связи, компьютерам и математическому обеспечению придать всем выполняемым по ней работам статус государственного значения.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ

Н. В. Апатова, доктор педагогических наук, профессор

Широкое внедрение вычислительной техники в различные сферы образования привело к появлению большого количества компьютерных обучающих программ и к возникновению термина "новая информационная технология обучения".

Процесс разработки обучающих программ протекает стихийно, что связано, главным образом, с отсутствием системы научно обоснованных методических рекомендаций по созданию и использованию программных средств учебного назначения. Создание программ идет в основном по линии компьютерных средств поддержки только некоторых видов учебной деятельности, определяемых традиционной методикой обучения, что, по мнению многих специалистов, и есть наиболее эффективный путь использования информационных технологий.

Вместе с тем постоянно растет как уровень оснащенности школ вычислительной техникой, так и число использующих (или готовых использовать) ее преподавателей. Это привело к постановке следующих двух вопросов: 1) что представляет собой информационная технология обучения; в чем ее особенность; 2) каким образом информационные технологии влияют на содержание школьного образования, организационные формы и методы обучения.

Информационные технологии в образовании обладают многообразным потенциалом, они:

- изменяют содержание школьного образования, вводя в него новый учебный предмет — информатику и ряд профильных курсов для старших классов, а также внося определенные изменения в методичку традиционных учебных дисциплин;
- создают новую компьютерную "среду обучения";
- выступают как ресурсы повышения эффективности обучения, индивидуализируя его, обеспечивая доступ к большим объемам информации, обработке сложных данных, исследованию компьютерных моделей, изучаемых объектов и процессов;
- организуют новые формы взаимодействия в процессе обучения и изменяют содержание и характер деятельности учителя;
- совершенствуют управление учебным процессом, его организацию, контроль, планирование.

Важнейший аспект влияния информационных технологий на содержание школьного образования — это введение нового предмета — основ информатики. Следует также отметить, что информатика порождает целый цикл учебных курсов, изучаемых в рамках дифференцированного обучения по выбору учащихся, что также является следствием компьютеризации.

Процесс внедрения информатики в содержание школьного образования неоднозначен, до сих пор возникают споры о предмете этого курса, путях изучения основ информатики в школе, возникают предложения "растворить" этот курс в других предметах — математике, физике и проч. Здесь уместно вспомнить о том, что не всегда школьники изучали геометрию и алгебру, а тем более, начала анализа, а когда-то был один учебный предмет — арифметика. Можно привести и другие примеры, но следует не забывать о том, что школа должна прежде всего готовить учащегося к реальной жизни, а сегодня на всех предприятиях и во всех учреждениях работают компьютеры. Поэтому содержание общеобразовательного курса информатики, его место в школьном учебном плане по-прежнему остается актуальной проблемой.

Второй аспект влияния информационных технологий на содержание школьного образования — это изменение содержания традиционных учебных дисциплин с точки зрения использования в них компьютеров, прежде всего, выявление круга задач, которые целесообразно решать с применением вычислительной техники, и расширение использования таких задач в методике преподавания данного предмета.

Третий аспект заключается в возможности совершенствования содержания школьных учебных курсов путем их структурирования, уточнения и корректировки средствами формали-

зации знаний, являющимися одними из мощных инструментов современной науки, привнесением информатики.

Внедрение информационных технологий оказывает влияние не только на содержание школьного образования, но и на многие другие компоненты методической системы обучения — организационные формы, методы обучения и т.д.

Для определения места компьютера в учебном процессе конкретизируем термины "учение" и "обучение". Под учением будем понимать весь процесс передачи и приобретения знаний, умений и навыков, включающий как объект обучения — учащегося, так и субъект — учителя. Учение на некоторых этапах может происходить и без учителя. Также под учением понимается приобретение любого опыта. Обучение — часть процесса учения, это приобретение знаний, умений и навыков, связанных с конкретной темой и осуществляемое под руководством учителя. При обучении с использованием компьютера объект попадает в специфические условия, он детерминирован программой, составленной для некоторого абстрактного учебного, и, в зависимости от возможностей компьютера и автора данной программы, имеющей различную степень адаптации к индивидуальным особенностям учащегося. Таким образом, активное присвоение учащемуся общественного опыта выражается в цепочке:

УЧИТЕЛЬ → КОМПЬЮТЕР → УЧАЩИЙСЯ.

Учитель производит постановку задачи, разрабатывает содержание учебного материала и методы обучения; компьютер реализует методики, осуществляет адаптацию к индивидуальным особенностям учащегося; учащийся приобретает знания, умения и навыки. Вся цепочка отражает технологический процесс приобретения учащимся нового качества и получила название информационной технологии обучения.

Существует несколько определений информационной технологии обучения. С возникновением новых идей в создании программного обеспечения, с расширением областей применения компьютеров и с их совершенствованием изменялось и понятие содержания программного обеспечения, пройдя путь от кодирования, через системы программирования и узкоспециальные названия (мониторная система, информационные системы и др.) до обобщенного понятия информационной технологии. Термин "информационные технологии" ввел В. М. Глушков и дал следующее определение: "Информационные технологии — процессы, связанные с переработкой информации". При таком подходе становится очевидным, что в обучении информационные технологии использовались всегда, т.к. обучение является передачей информации от учителя к ученику. Каждая методическая система, будучи отделена от своего автора и воспроизведена кем-то другим, превращается в технологию, ибо она описывает, как переработать и передать информацию, чтобы она была наилучшим образом усвоена учащимся. Это касается как частных методик, относящихся к какому-либо предмету или теме, так и общих, таких, как проблемное обучение, программированное обучение, "коммуникативная ориентация" (или коммуникативный метод, используемый в преподавании иностранных языков). Методики не называли информационными технологиями лишь потому, что данный термин связан с появлением вычислительной техники (хотя о ней в определении информационной технологии не упоминается). Когда же компьютеры стали настолько широко использоваться в образовании, что появилась необходимость говорить об информационных технологиях обучения, выяснилось, что они давно фактически реализуются в процессах обучения, и тогда появился термин "новая информационная технология обучения". Появление такого понятия внесло определенную путаницу, стали выяснять, что же такое "старая информационная технология обучения". Чтобы избежать разночтений, в дальнейшем будем использовать только словосочетание "информационная технология обучения" и определим данное понятие.

Рассмотрим процесс усвоения учащимся нового знания как изменение информации, переход ее из исходного состояния  $I(1)$  в конечное  $I(N)$ . Методические разработки (технологии) призваны раздробить исходную информацию таким образом, чтобы построить последовательность  $I(1), I(2), \dots, I(N)$  и определить способы перехода от одного элемента



последовательности к другому. Поскольку об усвоении каждого элемента выстроенной последовательности судят только по состоянию учащегося, то можно каждому элементу данной последовательности поставить в соответствие состояние учащегося. Присовокупив к методам обучения применяемые при этом средства, получаем то понятие информационной технологии, которое используется в настоящее время и относится к компьютерному обучению. Таким образом, не нарушая общности определения, данного В. М. Глушковым, можно конкретизировать его: информационная технология — это совокупность средств и методов, с помощью которых осуществляется процесс переработки информации. В связи с тем, что процесс переработки информации проходит в мозгу обучаемого и является не только до конца не изученным, но часто и неосознанным самим субъектом, а о его результатах можно судить только по ответам на различного рода вопросы (включая решение задач), то роль компьютера сводится к своевременной выдаче необходимой в каждом конкретном случае информации.

Информационная технология обучения — процесс подготовки и передачи информации обучаемому, средством осуществления которого является компьютер.

Если учесть, что информация должна быть учебной, специальным образом отобранной, обработанной, помещенной в некоторую программную среду и только затем представленной обучаемому, то становится очевидным, что работа учителя в новых условиях не только упрощается (а некоторые авторы говорят о полной замене учителя компьютером), а наоборот, усложняется и требует более высокой квалификации, чем проведение традиционного урока в классе. Во-первых, учитель должен обладать знаниями не меньшими, чем те, что содержатся в компьютерной программе. Во-вторых, реальное достижение индивидуального обучения, что является одной из главных целей внедрения компьютеров в учебный процесс, возможно только при использовании различных методик, различных подходов к изложению учебного материала, их совместного применения в обучении. Учитель, следовательно, должен владеть этими методиками, чтобы быть в состоянии в любой момент работы компьютера проконсультировать учащегося и перейти от компьютерного обучения к традиционному. В-третьих, учитель должен досконально изучить применяемое программное обеспечение, и, поскольку часто качественно сделанные системы являются открытыми, позволяют дополнять и изменять их содержимое, учитель может реализовывать эту возможность, привнося собственный опыт в имеющиеся разработки. Безусловно, учитель, соответствующий перечисленным требованиям, является идеальным, но такая подготовка, очевидно, сделает учебный процесс действительно эффективным.

Использование компьютера изменило и организацию учебного процесса, породив следующие новые его формы:

- 1) учитель — компьютер — учащийся (индивидуально и фронтально);
- 2) компьютер — группа учащихся;
- 3) компьютер — учащийся (использование интеллектуальной системы, обеспечивающей индивидуальное познание).

Компьютер как средство обучения в силу своей универсальности позволяет не только формировать знания, умения и навыки, но и решать более важную задачу — развивать личность, удовлетворяя ее познавательные запросы, помещая новые знания в адекватно сформированную сеть понятий.

Подготовку информации, разработку обучающих программ производят специалисты, причем группа разработчиков, как правило, включает специалистов в данной научной области, методистов — теоретиков и практиков, и программистов. Этот этап и является главным в информационной технологии обучения, т.к. именно на этом этапе создается продукт *courseware* — компьютерная программа учебного назначения.

## АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В КРЫМУ

Н. В. Багров, кандидат географических наук, профессор,  
В. А. Боков, доктор географических наук, профессор, академик КАН

Сейчас, в самом конце XX века, когда технические возможности человека приобрели гигантские масштабы, человек не только не освобождается от власти природы, но все в большей степени становится зависимым от нее. Как здесь не вспомнить слова Н. А. Бердяева, сказанные более полувека назад: "Машина радикально меняет отношения между человеком и природой... Она не только покоряет человеку природные стихии, но она покоряет и самого человека, она не только в чем-то освобождает, но и по-иному поработывает его."

Такая ситуация требует особого анализа, подчеркивает невозможность технократизма как мировоззренческой основы человеческой деятельности. Техника не может быть также основой преодоления экологического кризиса в мировом масштабе, ибо все большее совершенствование техники в западных странах идет параллельно и взаимоувязанно с разрушением природной среды в слаборазвитых странах. Сложившийся мировой порядок не ведет к выравниванию экономических и экологических различий разных стран, а, наоборот, усиливает их.

В условиях ограниченного по площади мира такая ситуация неприемлема ни для слаборазвитых стран, ни для передовых: экономические, экологические и связанные с ними социальные проблемы образуют сложный клубок взаимодействий, распутать который не может ни одна страна мира в одиночку. Например, Швеция — страна, достигшая впечатляющих успехов во всех сферах жизни общества, 80 % загрязнений получает благодаря трансграничному переносу из других стран, прежде всего Германии и Англии.

Таким образом, мир един и этот тезис имеет основополагающее значение при разработке концепции природопользования и обеспечения экологической безопасности.

В условиях быстрого роста населения Земли возрастает ценность территориальных ресурсов. Возникло представление об экологическом разделе мира — определении квот использования природных ресурсов и здоровой природной земли (Реймерс, 1990). Справедливому распределению ресурсов препятствует экологический колониализм: наиболее интенсивно используются ресурсы развивающихся стран. Развитые страны с 20 % населения потребляют 85 % глобального производства энергии с использованием невозобновимых телоситителей (Кондратьев, 1993). По мнению цитируемого автора развитые страны израсходовали значительную часть экологического "капитала" планеты.

Этот экскурс в мировые проблемы дает возможность представить фон, который задает определенные рамки развития каждого региона, в том числе и Крыма. Вместе с тем Крым, в силу региональных особенностей, связанных как с географическим положением, природно-ресурсным и экологическим потенциалом, так и со сложным наследием исторического, социально-экономического и национального характера, требует специфического подхода к решению проблем природопользования. Эта специфика проявляется в следующем.

1. Крым богат природными ресурсами. По природно-ресурсному потенциалу он занимает одно из первых мест на Украине (Руденко, 1991). Основное значение имеют земельные и рекреационные ресурсы. Но Крым испытывает острый дефицит энергетических ресурсов. Не хватает ему и воды, что в значительной степени обусловлено созданием в последние десятилетия водоемких производств.

Характерно, что как раз основное богатство Крыма — природно-ресурсный и экологический потенциал (позволяющий развивать многопрофильное курортно-рекреационное хозяй-

ство и экологически чистое сельскохозяйственное производство с редким сочетанием культур) используется иррационально. Экологическое состояние региона достигло уровня, при котором наблюдается ухудшение здоровья населения, снижение и качества производимой сельскохозяйственной продукции, уменьшение привлекательности Крыма для иностранных инвесторов и туристов.

2. В последние годы в Крыму, как и в других регионах СНГ, произошло изменение социально-экономических отношений и политической обстановки. Произошел спад производства, ухудшилось материальное положение большей части населения, возникли многочисленные частные предприятия и фирмы, мало заинтересованные в условиях "дикого рынка", в соблюдении природоохранного законодательства.

Снижение объема производства привело к уменьшению выбросов загрязняющих веществ. Однако негативных изменений экологического состояния окружающей среды оказалось больше. Происходит захват земель, разрабатываются новые карьеры, по добыче строительных материалов, усилилась браконьерская рубка леса, разрушаются ландшафты, играющие важную средоохранную роль. Особенно беспокоит то, что эти процессы охватили и водоохранные зоны. Возвращение депортированных народов сопровождается увеличением поголовья овец, пастбищ скота часто на охраняемых территориях.

В условиях ухудшения экономического положения капиталовложения предприятий в природоохранную деятельность уменьшились, замедлился ввод в строй очистных сооружений и процесс замены оборудования новым, более совершенным в экологическом отношении.

Нарастает тенденция использования редких ресурсов, имеющих монопольную цену: растений, используемых в лечебных целях, полудрагоценных и поделочных материалов, древесины, используемой для изготовления художественных изделий, лечебных грязей. В связи с этим требуется разработка особой налоговой политики, правовых и административных мер.

В новых условиях всё более неэффективной становится сложившаяся система экологического контроля. Он осуществляется разными организациями и его трудно проводить из-за давления структур, заинтересованных в хищнической эксплуатации природных ресурсов.

Получение местными властями прав распоряжаться многими природными ресурсами таит угрозу их расхищения, поскольку на местном уровне сложнее обеспечить экспертный анализ целесообразности использования того или иного вида ресурса. В целом можно сказать, что проблема выживания, ставшая в новой обстановке реальностью для значительных масс населения, отодвигает вопросы охраны природы и собственного здоровья на второй и даже третий план.

3. Одной из важнейших составляющих нынешних политических и социально-экономических отношений является переход к рыночным отношениям. На рынок возлагаются большие надежды, связанные с подъёмом экономики. Но рынок, даже в его нормальном варианте (в странах либеральной экономики), не является эффективным регулятором экологического состояния окружающей среды. Рынок учитывает лишь сиюминутные потребности и с его помощью нельзя прогнозировать развитие экономики.

Как указывается в исследованиях Римского клуба, "рынок плохо приспособлен к действиям, имеющим перспективную направленность, затрагивающим интересы будущих поколений и связанным с использованием ресурсов, находящихся в общественной собственности". Экологическая же регуляция может быть эффективной лишь при использовании предупреждающих, а не исправляющих, действий. Таким образом, надежда на то, что рыночные отношения сами себе обеспечат развитие региона на основе соблюдения природоохранных норм, иллюзорна.

Сказанное определяет необходимость изменения стратегии и тактики природопользования и экологической политики в Крыму. Выбор их вариантов должен учитывать, прежде всего, эколого-социально-экономического развития региона. Речь, таким образом, идёт не о социально-экономическом и, тем более, не об экономическом развитии, а о развитии, учитывающем всю совокупность проблем хозяйства, экологии, социальных и национальных отношений, культуры и других сфер деятельности общества.

В наиболее общем виде цели развития Крыма могут быть сформулированы следующим образом: гармонизация социальных отношений и отношения общества и природы, достижение высокого уровня благосостояния населения при условии сохранения высокого экологического потенциала территории и условий для развития региона в будущем. Такая формулировка согласуется с содержанием "Декларации Рио", принятой на Второй конференции ООН по окружающей среде и развитию (КОСР-2) в июне 1992 года (Press Summary, 1992).

Определить пути достижения этих целей непросто, ибо для этого необходимо просчитать множество вариантов, учитывающих соотношение приоритетов многочисленных субъектов, тактических и стратегических задач и геополитических проблем. Субъектами в этом случае выступают различные группы людей, объединяемые по тому или иному признаку.

На практике, во многих случаях, мы сталкиваемся с тем, что интересы различных групп не совпадают, чаще всего интересы ведомств, административных и государственных образований. Иногда это приводит даже к конфликтам. Перечислим наиболее ярко проявляющиеся противоречия, связанные с выбором вариантов природопользования и экологической политики.

1. Противоречия между экологическими, экономическими и социальными приоритетами. Каждую из этих групп приоритетов, исходя из своей позиции, отстаивают различные группы людей: экологические — чаще писатели, учёные; экономические — работники Министерств и ведомств. Выход один — надо искать компромиссные варианты.

2. Противоречия между ведомствами, сферами деятельности. Любая территория может выполнять несколько функций, например использоваться для рекреации, сельского хозяйства и выполнять средоохраняющие функции. Конфликт может возникнуть между ведомствами, заинтересованными в использовании территории в своих целях. В других случаях, когда, например, речь идёт о крупных территориальных системах как Крыма в целом, возникает ситуация, близкая к рассмотренной в первой группе.

3. Противоречия между властями разных уровней: местными советами, районными, республиканскими (Крым) и государственными (Украина). Эти конфликты должны быть устранены принятием закона о разграничении полномочий в сфере собственности на природные ресурсы, принятия решений по экологическим проблемам и т.д.

4. Противоречия между пространственными уровнями, представленными природными единицами разных рангов: те или иные действия на локальном уровне зачастую оказываются неэффективными на более крупных уровнях и наоборот. В этом случае термин "противоречие" носит условный характер, ибо пространственные уровни не представляют какие-либо чётко выраженные субъекты.

Решение проблемы заключается в выборе для каждого уровня совокупности соответствующих мероприятий. При смене пространственного уровня происходит изменение характерного времени осуществляемых действий, направленных на регулирование экологического состояния: на микролокальном уровне преобладают действия, осуществляемые за период от нескольких часов до нескольких лет, на региональном — от нескольких лет до нескольких десятков лет, на глобальном — от десятков до сотен лет. В таблице показывается соотношение между уровнями и характером мероприятий.

Таблица

**Мероприятия по регулированию экологического состояния  
на разных пространственных уровнях**

Уровни	Территориальные единицы	Характер мероприятий
Микролокальный (десятки — сотни метров)	Элементарные ландшафтные комплексы, небольшие поселения	Регулирование технологических процессов на предприятиях, использование нетрадиционных источников энергии, фитомелиорация
Локальный (километры)	Ландшафтные урочища и местности, небольшие города, сельскохозяйственные поля	Архитектурно-планировочные решения, ландшафтная мелiorация, регулирование функционирования городского хозяйства, регулирование нагрузок на ландшафтные комплексы
Микрорегиональный (десятки километров)	Крупные города, административные районы	Сохранение разнообразия ландшафтных систем, создание компенсационных экологических зон, оптимальное размещение предприятий и типов природопользования
Региональный (сотни километров)	Крым в целом	Разработка свода законов, устанавливающих региональные нормативы природопользования и экологической безопасности, создание сети охраняемых территорий, организация системы экологического мониторинга, разработка и реализация методов экономического стимулирования природоохранной деятельности, реализация программы "Экологическое воспитание и образование"
Макрорегиональный (первые тысячи километров)	Крым с прилегающими регионами, образующими его экологическое пространство	Информационное и законодательное взаимодействие с соседними регионами, заключение региональных соглашений об экологической безопасности, регулирование уровней трансграничных переносов загрязнений
Глобальный (десятки тысяч километров)	Земной шар в целом	Принятие международных соглашений, регулирующих природопользование и экологическую безопасность, смена парадигмы существования

5. Противоречия между краткосрочными и долгосрочными целями, или, более широко, между разными временными уровнями. Эти уровни и цели не представляют чётко выраженные группы людей, и ситуация здесь подобна ситуации, описанной в первом пункте. Причём сиюминутные интересы нередко связаны с экономическими приоритетами, долгосрочные — с экологическими.

Недостаточное внимание к целям стратегического характера — один из важнейших факторов, определяющих возникновение кризисных экологических явлений. Данный аспект является также одним из главных в достижении сформулированной выше цели развития Крыма. Дело в том, что в силу исторических причин нашему обществу всё время приходится решать задачи пожарного порядка (типа "ликвидировать атомную монополию Запада", "накормить людей"). В силу этого решение долгосрочных задач постоянно отодвигается на задний план. Обычно этими задачами оказываются экологические и социальные.

Нахождение оптимизационных решений такого рода описано в книгах по теории управления и оптимальных решений. Здесь необходимо задать критерий эффективности управления. Если критерий эффективности будет учитывать получение выгоды лишь в данный момент, то управление не будет оптимальным. Не является рациональным и другой вариант — получение выгоды только через продолжительное время. Выбор критерия эффективности управления должен основываться на целесообразном компромиссе между величинами выгод, потерь и сроками их получения.

6. Конфликты между административными и государственными образованиями. Конфликты носят территориальный, ресурсный и собственно экологический характер.

7. Противоречия между ведомствами и территориальными подходами к оптимизации. Поскольку ведомственный подход позволяет получить более быстрый экономический эффект, ему пока, как правило, отдаётся предпочтение, хотя это далеко не всегда целесообразно.

Кроме названных семи типов, противоречия, связанные с ресурсными и экологическими проблемами, могут возникать также между различными группами людей в зависимости от их отношения к собственности, к власти и т.д. Таков, например, треугольник "власти — предприниматели — население". Здесь может быть множество различных интересов, ситуаций и вариантов выбора приоритетов.

Таким образом, при определении конкретных путей использования природных ресурсов и более широко — путей эколого-социально-экономической оптимизации — возникает необходимость согласования интересов множества субъектов, определения критериев и приоритетов оптимизации.

Другая проблема — получение обобщённых интегральных оценок ценности ресурсов, учитывая, что ценность имеет, как минимум три составляющих: экономическую, экологическую и социальную. Одно время были попытки перевода экологических и социальных оценок в экономические эквиваленты. Оценка природных ресурсов сводилась к выявлению затрат на их производственное использование, т.е. оценивалось не богатство природы, а их использование. Однако качество окружающей среды, как и ценности социального характера, не являются теми категориями, к которым можно подходить только с экономической меркой. Здоровье человека, ценность вымирающего вида животных или растений, красота ландшафта есть понятия внеэкономические.

С учётом сказанного при выборе оптимизационных вариантов развития Крыма (как и любого другого региона) необходимо выйти за рамки концепции экономического оптимума и перейти к более широким теоретическим представлениям о территориальной оптимизации.

Территориальный оптимум, по Ю. Г. Маркову (1990), есть наиболее благоприятное сочетание жизненно важных факторов и условий в пределах рассматриваемой территории, которое обеспечивает максимальный эффект, оцениваемый по экономическим, экологическим и социальным критериям.

Итак, задача выбора оптимальных путей развития Крыма имеет сложный многоуровневый характер. Критерии оптимизации задают субъекты, но из-за несовпадения их интересов возникают проблемы выбора приоритетов и поиска компромиссов. Для решения задач такого

рода используют методы экспертных оценок, упорядочение многомерных альтернатив, интегральные показатели качества окружающей среды (Вишаренко, Иконников, 1980, Ваи Гиг, 1981, Марков, 1990). Однако полагаться лишь на мнение экспертов нельзя. В этом случае от выработки рекомендаций и принятия решений отстраняется население региона. Тем самым не гарантируется политическая поддержка тому или иному пути развития.

При всей сложности выбора оптимизационных решений есть достаточно очевидные пути перестройки хозяйства, природоохранной деятельности и социальной политики, которые выгодны всем (кроме тех, кому выгоден хаос и беспорядок). Эти пути сводятся к следующему.

1. Структурная перестройка хозяйства, направленная на уменьшение энерго- и ресурсноёмких отраслей, создание системы взаимосвязанных объектов промышленности, сельского хозяйства, рекреации, максимально соответствующих природно-ресурсному и экологическому потенциалу региона. В данном случае важно предельно уменьшить отходы производства за счёт создания каскада предприятий, когда отходы одного производства являются сырьём для другого. Необходимо добиться, чтобы в природную среду выбрасывались лишь нейтральные для неё отходы.

Просматривается достаточно очевидный путь снижения водо- и энергопотребления в системе следующей связи:

— уменьшение площади посевов риса — уменьшение потребления днепровской воды — снижение затрат энергии (если учесть, что половина потребляемой в Крыму энергии расходуется на перекачку воды по Северо-Крымскому каналу).

Другая цепь связей:

— повышение платы за воду и установление счётчиков потребления воды — переход на режим водоснабжения: полив сельскохозяйственных культур в соответствии с нормами: использование капельного орошения и др. — уменьшение вторичного засоления почв, подтопления земель и засорения почв и т.д.

Ещё одна цепь связей образуется при изменении структуры сельскохозяйственных посевов, приведение её в соответствие с биоклиматическим потенциалом территории, что выражается в уменьшении посевов поливных культур, в увеличении площади посевов твёрдых сортов пшеницы, эфиромасличных культур, табака, винограда.

2. Формирование экологически сбалансированной территориальной организации селитебных, промышленных, сельскохозяйственных, транспортных, средо- и ресурсоохраняющих объектов. В настоящее время в равнинной части Крыма наблюдается чудовищная диспропорция между интенсивно используемыми в сельском хозяйстве землями и охраняемыми территориями — первые занимают семьдесят-восемьдесят процентов земель, а вторые лишь пять-десять процентов.

Распаханы большие площади малопродуктивных земель, что наносит двойной ущерб: экономический — из-за больших затрат на обработку земли механизмами и на топливо при малом урожае и экологический — из-за отсутствия надлежащего количества средоохраняющих зон, слабого проявления биологических механизмов регуляции численности вредителей сельскохозяйственных культур и самоочищения природной среды от загрязнения.

3. Развитие, совершенствование рекреационной инфраструктуры, что позволит повысить использование рекреационных ресурсов. В настоящее время наблюдается перегрузка Южного берега Крыма, что привело из-за интенсивного транспортного движения к загрязнению территории тяжёлыми металлами. Отдыхающие слабо ориентированы на Крымские горы, на их использование для прогулок, туристических походов. Происходит скопление отдыхающих в городах и посёлках, а в их пределах — на пляжах. Санитарные нормы на пляже нередко

превышаются, происходит передозировка солнечного воздействия и многие другие отрицательные эффекты.

Такая ориентация отдыхающих диктуется в большей степени запретом на посещение крымских лесов большую часть года из-за пожароопасности и по экологическим причинам. Для нахождения разумного компромисса между экологическими требованиями и необходимостью расширения сферы рекреационной деятельности необходимы следующие действия (Ена В. Г., Кудрявцев В. Б.):

1. Организация Большой экологической тропы Крыма по периферии Крымского национального парка.
2. Организация Крымского национального парка.
3. Организация Большого Таврического кольца.
4. Создание глубинных (горных) рекреационных комплексов (в 8—10 км от побережья).

Эта совокупность новых систем позволит, с одной стороны, разгрузить южное побережье, сделать разнообразным отдых, привлечь дополнительное количество отдыхающих, с другой — сохранить горный Крым в экологически приемлемом состоянии, поскольку посещение горного Крыма будет контролироваться.

Осуществление рационального природопользования и эффективной экологической политики в большей степени должно опираться на научно-информационные, законодательные и экономические механизмы.

Назрела необходимость принятия Закона об экологической информации, определяющего права и обязанности в получении и использовании информации правительственными органами, предприятиями, коммерческими структурами, научными организациями, санаторно-курортными учреждениями, широкими слоями населения и другими потребителями информации. Наличие развёрнутой экологической информации (не только сведений о загрязнении и деградации природных систем, но и данных об экологическом качестве квартир, земельных участков, промышленных товаров, продуктов питания, воды и т.д.) даст возможность введения её в комплексную оценку объектов купли-продажи на основе рыночных механизмов.

Экологическая политика в регионе должна опираться на развёрнутую систему финансово-экономической регуляции. Пока дело сводится лишь к взиманию платы за загрязнения и некоторые виды ресурсов. Эти виды платы предприятия могут легко нейтрализовать, вкладывая требуемые суммы в план за год или включая суммы оплаты в цены производимых товаров.

Поэтому необходимо создание комплексной системы экономического стимулирования природоохранной деятельности, которая включает наряду с прямыми методами разнообразные формы косвенного воздействия. Речь идёт о налоговых льготах, льготных кредитах, субсидиях и беспроцентных займах тем предприятиям, которые проводят активную природоохранную политику. Следует также ввести специальное страхование от убытков при сокращении объёма производства, вызванного экологическими мероприятиями.

Пора ставить вопрос о создании единой системы экологического воспитания и образования. Пока же не выполняется даже статья 8 "Закона Республики Крым об охране окружающей природной среды", в которой говорится: "Экологические знания являются обязательным квалификационным требованием для должностных лиц, деятельность которых связана с использованием природных ресурсов и воздействиями на состояние окружающей природной среды. Лица, не имеющие специального образования, не могут занимать должности, требующие соответствующих экологических знаний".



Необходимо также предпринять такие действия, которые обеспечили бы региональное управление природопользованием путём выявления уровней компенсации социального ущерба, наносимого кризисными экологическими явлениями, путём создания экологических банков и бирж промышленных отходов, совершенствования работы внебюджетного экологического фонда. Такая активная политика позволит выбрать наиболее оптимальные пути развития экономики Крыма, которые не только сохранят, но и приумножат его уникальный природо-ресурсный потенциал.

## ЛИТЕРАТУРА

Ван Гиг Дж. Прикладная общая теория систем. Кн.2. — М.:Мир, 1981. — С.395 — 404.

Вишаренко В. С., Иконников В. В. специфика и тенденция изменения окружающей природной среды крупного города //Демография и экология крупного города. — Л.: Наука,1980. — С.72 — 87.

Кондратьев К. Я. Экология и политика. Сообщение 1 //Известия Русского географического общества, 1993. — Вып. — С.3 — 11.

Марков Ю. Г. Городские системы: принцип территориального оптимума //Известия Всесоюзного географического общества,1990. — Вып.3 — С.272 — 277.

Реймерс Н. Ф. Природопользование: Словарь-спрочник. —М.:Мысль, 1990.—639 с.

Руденко В. П. Совокупный ресурсный и природо-ресурсный потенциал Украинской ССР: методика и опыт оценки //Вестник Московского ун-та. Сер.5. География. — 1991. — №2. — С.36 — 43.

Press Summary of Agenda 21. Final Text United Nation Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro 3 — 14 June 1992. — New York: Department of Public Information, 1992. — 42p.

## ИСТОРИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Д. П. УРСУ, доктор исторических наук, профессор

"Ибо перед очами Твоими тысяча лет, как день  
вчерашний, когда он прошел... Научи нас считать дни  
наши, чтоб нам приобрести сердце мудрое"  
Псалом 89, 5, 12

### 1. ИСТОРИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ

Время является одним из фундаментальных категорий исторической науки, изучающей развитие человеческого общества во времени и пространстве. Тем не менее никто не знает, что такое время. В этом нет ничего удивительного. Л. Н. Гумилев в книге "Этиогенез и биосфера земли" объясняет этот парадокс тем, что мы живем во времени, окружены и пронизаны им. Рыбы не знают, что такое вода. Точно так, считает Гумилев, и человек не знает, что такое время...

С этими словами перекликается поэтическое выражение: река времени уносит все наши печали. Все, что сказано выше, надо понимать не буквально, а образно, метафорически: "мы окружены временем, как рыбы водой", "мы не знаем, что такое время", "река времени". Дело в том, что ученые давно задумывались над проблемой времени в таких науках, как астрономия, физика. Достаточно назвать имена Ньютона, Эйнштейна, лауреата нобелевской премии И. Р. Пригожина. Сегодня проблемой времени интенсивно занимаются представители различных дисциплин; и дело в том что некоторые это делают "...не ради строгой науки, но ради какой-то декадентской сенсации", — как считает А. Ф. Лосев. Мотивы углубленного изучения времени многообразны: с одной стороны, время входит составной частью в теоретическое знание, а с другой — важность временных параметров в специальных научных представлениях. Наконец, интерес к времени обусловлен расширением исследований в области научного прогнозирования.

"Проблема времени есть специфическая проблема 20 века" — такими словами начинается замечательная книга Н. Н. Трубникова (1929—1983) "Время человеческого бытия". В ней автор показал, что время физических и биологических объектов существенно отличается от времени человеческого бытия (исторического времени). Эта идея непосредственно вытекает из положений Эйнштейна об относительности времени и его тесной связи с материей. Такой взгляд противоречит Ньютону, признававшему универсальность и абсолютность физического времени. Было установлено также существование специфических понятий времени в геологии, географии, психологии, экономике. Не входя далее в сложные дискуссии о сущности времени вообще и его относительности в астрономии, физике и других природоведческих науках, обратимся к анализу исторического времени. Его понимание претерпело значительные изменения в ходе длительного развития человеческой мысли. Для низших ступеней развития цивилизации характерно мифологическое и циклическое время.

Глубокий анализ мифологического времени дан в трудах выдающихся ученых: А. Ф. Лосева (греческая античность) и М. Элиаде (индийская древность). Мифологическое время, отмечает Лосев, возникает из недифференцированного объединения всякой идеальной общности с живым существом; другими словами, субъект есть в то же время и объектом сознания. Время неразрывно связано с вещами, поскольку оно есть обобщенно-родовое понятие, причем живое существо — оно неоднородно и неравномерно. Несколько с иной точки зрения рассматривается время в древнеиндийской мифологии; здесь оно делится на священное (сакральное) и мирское (профанное). Миф рассказывает о событиях, пишет Элиаде, происшедших "в начале начал", во вневременном моменте. Это священное время качественно отли-

чается от мирского, имеющем определенную длительность и необратимого, в котором мы живем. Миф, продолжает автор, выхватывает человека из его времени, времени индивидуально-хронологического — и выбрасывает (символически, конечно) в Великое Время, в особый парадоксальный миг, мгновение, которое не имеет измерения, так как у него нет длительности. Это вечное и как бы неподвижное время.

Для мифического времени характерным является движение по кругу, "вечное возвращение" к истокам. Его появление обусловлено зависимостью первобытного (древнего) человека от природно-экологических циклов с их вечной сменой времен года: весна сменяет зиму, период дождей приходит вслед за сухим сезоном. Миф о "вечном возвращении", исследованный Элиаде на материале древнеиндийской религии, оперирует такой единицей измерения исторического цикла как юга. Полный цикл махаюга состоит из четырех юга различной протяженности, самый длинный — в начале 4 тыс. лет, последний 1 тыс. лет. Весь махаюга — 12 тыс. лет. Любопытно, что каждый цикл начинается "золотым веком" и заканчивается "веком сумрака". Исследователь отмечает "буйство, оргию цифр" — нагромождение колоссальных чисел. "Из этого круговорота без начала и без конца человек может вырваться лишь посредством акта духовной свободы".

Исследователи-этнологи обнаружили у отсталых народов Тропической Африки, кроме циклического, также структурное время, имеющее отсчитываемое по поколениям, по существу генеалогическое, линейное время. В своем классическом труде Э. Эванс-Причард показал, что циклическое (он говорит — экологическое) время очень короткое, оно длится только год; более протяженные процессы измеряются структурным временем, которое есть отражение человека в социальной структуре. "...События имеют определенное место в структуре, но не имеют точного места в историческом времени, как мы его понимаем".

С появлением христианства природно-циклическое время постепенно оттесняется на социальную периферию и господствующее положение в общественной психологии занимает финалистская, линейная концепция времени — от точки сотворения мира до его конца (Страшного суда). Историческое время теперь имеет определенную структуру и четко делится на две части — до рождения Христа и после него. Вместе с тем историческое время — не есть подлинное время существования человека, это всего лишь предыстория, лишь определенная ступень к вечной жизни в ином мире. Время, таким образом, не растворено в вечности, как это имеет место в мифологическом историзме древних религий. Христианский взгляд на время стал основой современного понимания исторического времени и его структуры.

## **2. ВРЕМЯ ХРОНОЛОГИЧЕСКОЕ И ВРЕМЯ СОЦИАЛЬНОЕ**

Современная методология истории оперирует двумя разновидностями времени: время без человека (время — длительность) и время с человеком (время — интенсивность). Первое время будем называть хронологическим, второе — социальным.

Хронологическое время можно называть также "пустым временем", это время без человеческих деяний, своего рода абстракция. Оно, это время, непрерывно, равномерно и однонаправлено. Бег (или течение времени) неостановим, — в этом его непрерывность. Равномерность означает, что время всегда (по крайней мере в пределах истории современного человека) измеряется в равных себе единицах: час, день, год, столетие, тысячелетие. Однонаправленность времени означает, что оно течет всегда в одну сторону — от прошлого через настоящее к будущему.

Много вопросов вызывает проблема обратимости времени. Исходя из теории Эйнштейна, равномерность времени не является его абсолютной качественной характеристикой. Дело в том, что в чисто умозрительном плане замедление и даже полная остановка времени возможны в двух случаях: а) при увеличении скорости движения замедляются все процессы. Отсюда

такой парадокс: путешественник во времени, улетевший в космическое пространство со скоростью света, приобретает вечную молодость и даже бессмертие; б) при достижении колоссальной силы тяжести, т. е. такой плотности материи, какая есть на квазарах и белых карликах.

Проблема обратимости времени впервые поставлена в фантастическом романе Г. Уэллса "Машина времени" (1895 г.) еще до открытия Эйнштейна. Это было гениальное предвидение, которому не суждено осуществиться. Ни скорости света, ни плотности белых карликов в земных условиях, и даже во всей нашей Галактике, достигнуть невозможно. Характерно, что недавно академик В. Гинзбург выступил против невежественных спекуляций на эту тему в статье под красноречивым заголовком "Машины времени не было, нет и не будет".

Для исторического познания хронологическое время представляет особый интерес. Как показал К. Леви-Строс, хронология есть своеобразный код, необходимый любому познанию. "Нет истории без дат. Если даже даты не составляют всю историю, ни самое интересное в ней, без них история исчезнет". Однако хронологическое кодирование представляет собой более сложное явление, чем кажется на первый взгляд. Дата определяет момент события и дистанцию между ближайшими событиями одного ряда явлений. Кроме того, по наличию или отсутствию дат можно судить о напряженности исторического процесса: есть "горячие" и "холодные" хронологические периоды.

Для историка хронологическое время имеет неоценимое значение при составлении периодизации, т.е. членение непрерывного временного потока на законченные смысловые периоды. Без периодизации, как и без дат, нет науки истории. Уместно вспомнить справедливые слова Коллингвуда: "Периодизация истории есть признак передового и зрелого исторического мышления, которое объясняет факты, не ограничиваясь простой констатацией их". Этот вывод имеет практическое применение, поскольку ныне применяемая в нашей учебной литературе периодизация всеобщей истории неудовлетворительна. Вопрос о ее пересмотре поднимается в ряде новейших публикаций.

Социальное время — это время хронологическое, заполненное событиями: оно позволяет ответить на вопрос, почему не все события происходят одновременно. Великий ученый В. И. Вернадский сказал: "Время заполнено событиями столь же реально, как пространство заполнено материей и энергией".

Социальное время есть реальное историческое время; оно движется неравномерно, то замедляясь, то убыстряясь. Иногда кажется, что оно остановилось — это периоды застоя, иногда — что оно понеслось вскачь (революционные переходные эпохи). Бывает и так, что время вернулось назад, в прошлое — это периоды регресса. Хотя принято считать, что колесо истории нельзя повернуть вспять, на краткий период и очень тяжелой ценой, оказывается, можно. В социальном времени действует закон неравномерного скачкообразного развития; кроме того, зачастую оно идет по спирали, как будто повторяясь.

### **3. ТРИ ЦВЕТА ВРЕМЕНИ**

Заглавие известного исторического романа А. К. Виноградова "Три цвета времени" в качестве метафоры как нельзя более подходит к трем неразрывным составным частям социального времени. Остановимся на этом вопросе и постараемся соотнести его с историческим менталитетом различных народов мира. Самым кратковременным и — в то же время — самым долгим является настоящее. С одной стороны, настоящее есть длящееся мгновение, оно постоянно перетекает в прошлое. Как поется в известной песне, это — миг между прошлым и будущим. С другой стороны, жизнь есть вечное настоящее, ведь сейчас, в этот момент прошлого уже нет, а будущее еще не наступило.

Диалектику единства и противопоставления трех компонентов времени рассмотрел английский философ А. Н. Уайтхед. В его книге "Приключения идей" есть глава, которая так и

называется "Прошлое, настоящее, будущее". Вот некоторые его размышления: "Прошлое объективно существует в настоящем, которое переходит в будущее ... отбросьте будущее — и настоящее опустошится и разрушится". И далее: "Будущее существует в настоящем и это — общий факт, характеризующий природу вещей. Оно заложено также во всеобщей детерминированности, выражающейся в том, что каждое особенное настоящее формирует следующее за ним будущее".

Интересные мысли об отношениях между прошлым, настоящим и будущим высказал Н. А. Бердяев. Речь идет, с одной стороны, о разорванности реального исторического времени на три части. Уже Гамлет заметил это явление, когда говорит: "распалась связь времен". С другой стороны, между этими частями идет постоянная вражда: "Будущее восстает на прошлое, прошлое борется против истребляющего начала будущего... Будущее пожирает прошлое для того, чтобы потом превратиться в такое же прошлое, которое в свою очередь будет пожираемо последующим будущим..." Что же позволяет человеку, несмотря на эту разорванность и борьбу, воспринимать три момента времени — прошлое, настоящее и будущее — как единое целое? Что вселяет в нас оптимизм перед всепожирающей силой вечно бегущего времени? Это — память, отвечает великий философ. "Память есть то начало, которое ведет непрерывную борьбу со смертоносным началом времени... Она поддерживает историческую связь времен. Память есть основа истории... Через память мы восстанавливаем это отошедшее от нас, умершее, удалившееся и как будто канувшее в какую-то темную бездну прошлое. Поэтому память есть вечное онтологическое начало, создающее основу всего исторического".

#### **4. ЦЕННОСТНОЕ ОТНОШЕНИЕ К ВРЕМЕНИ**

Всякому общественно-социальному бытию соответствует определенное ему время, которое хронологически совпадает с реально текущим, — эту глубокую мысль М. Капустин иллюстрирует примерами народов, которые психологически живут прошлым, другие — наслаждаются настоящим, а третьи — все жертвуют во имя будущего. Есть народы с тысячелетним прошлым, которые и сегодня продолжают жить духовно (но часто и материально) этим своим прошлым. Здесь царствуют архаика, древние традиции и обряды (Индия). Другие народы, у которых короткая история (всего двести лет у североамериканцев США), живут преимущественно своим настоящим. Третьи народы, недовольные своим прошлым и настоящим, устремлены в будущее. Такова Россия; Белинский и Гоголь признавали это ещё в прошлом веке. Первый говорил: "Россия по преимуществу страна будущего". Гоголь же сказал: "Оттого и вся беда наша, что мы глядим в будущее". Далее он продолжает эту мысль: "Вместо того, чтобы трудом переделать дурное настоящее, ... мы махнем на всё рукой и давай пялить глаза в будущее".

Эту национальную черту русского народа с большим умением использовали большевики, проповедуя самую настоящую утопию о возможности построения светлого земного рая. Обожевляя будущее, жизнь настоящих поколений приносилась ему в жертву. На долю настоящих поколений оставались жестокие лишения и тяжкий труд.

Единственная страна, где гармонично сочетаются три цвета времени, это Япония. Тут прошлое органично входит в настоящее, а устремленность в будущее не мешает людям наслаждаться настоящим. Тысячелетние традиции и новейшая технология удивительно сочетаются. Такое отношение к времени объясняется как природно-географическим фактором, так и особенностями "японской души" — трудолюбием, упорством, предприимчивостью, эстетическими идеалами.

Ценностное отношение к времени определяется тем, что человек не только раб времени, но и его повелитель. "Время не есть нечто вне нас, безразличное и холодное", — справедливо

подчеркивает М. М. Бахтин; мы живем во времени и во власти времени. Но власть времени носит творчески активный характер, это продуктивно-творческая власть. Отсюда следует вывод о том, что время есть величайший дар природы человеку и надо запомнить его смысл. Ещё Сенека мудро сказал, что всё у нас чужое, одно лишь время наше. Время в кризисные, переходные эпохи, когда все процессы десятикратно ускоряются, является высшей ценностью, главным залогом успеха. Вместе с тем необычайно возрастает и цена промедления, опоздание с принятием тех или иных необходимых мер. Вл. Соловьёв метафорически сказал: "Время, как дятел, отсчитывает потерянные мгновения". Идти впереди своего времени — вот формула победы.

### 5. МИФ О "ЗОЛОТОМ ВЕКЕ"

В методологии истории особенно опасна идеализация прошлого, его апология. Давно отмечено социально-психологическая болезнь, которая называется пассеизм. Она проявляется в бегстве от действительности в прошлое, в пожелании ему и его безмерной идеализации. Пассеизм есть утопизм наоборот, то есть мечтательность, обращенная не в будущее, а в прошлое.

У этой болезни есть политические и психологические корни. Политические корни пассеизма состоят в том, что отдельные группы, партии ведут безудержную пропаганду достижений отжившей эпохи. Так поступают как раз те, кто много лет был у власти, но не выполнил свои обещания. Теперь политические банкроты, пытаясь повернуть колесо истории назад, обманывают народ сладкими баснями о "потерянном рае". Психологические корни пассеизма определяются известным свойством человеческой памяти отсеивать все тяжелое, неприятное, вследствие этого со временем прошлое покрывается розовым туманом. Поэтому людям пожилого возраста времена их молодости кажутся эпохой всеобщего счастья.

Именно на психологической основе возрастной ностальгии еще в глубокой древности возник миф о "золотом веке". Первобытные люди, в соответствии с этим мифом, жили счастливо и беззаботно, наслаждаясь полным блаженством. Овидий в "Метаморфозах" так описывает его: "...урожай без распашки земля приносила; Не отдыхая, поля золотились в тяжелых колосьях, Реки текли молока, струились нектара реки, Капал и мед золотой, сочась из зеленого дуба".

За золотым веком, в порядке постепенного регресса, следовали серебряный, медный и железный. Как раз железный, нынешний век, — худший и самый тяжелый из всех, век жестокий и испорченный. Одним из вариантов мифа о прекрасном вчера и невыносимом сегодня является библейский рассказ о первых людях, которые обитали в раю, а затем были сброшены на землю, где проводят свою жизнь в тяжком труде, печали и заботах.

Сегодня миф о "золотом веке" отягощен большими идеологическими функциями. Его взяли на вооружение те реакционные силы, которые стремятся сделать наше прошлое нашим будущим. Однако "машины времени" у них нет, и повернуть историю вспять не дано никому. Выйти из потока времени, поменять местами вчера и завтра не сможет никто. Есть лишь один единственный путь, по которому шла и продолжает идти общемировая цивилизация.

Идти в ногу с временем, "приобрести сердце мудрое" нам поможет правильное понимание феномена исторического времени, которое имеет самое непосредственное отношение к нашей повседневной жизни.

## П. Г. ВИНОГРАДОВ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ИСКАНИЯ В РУССКОЙ МЕДИЕВИСТИКЕ КОНЦА 19 — НАЧАЛА 20 ВЕКОВ

Л. С. Моисеевкова, кандидат исторических наук, доцент

Отечественная и мировая историческая наука, как известно, на рубеже 19 — 20 веков переживала состояние кризиса. Состояние, которое так отчетливо стало нам понятным сегодня. Ибо волею судеб наша современная историография оказалась в похожей ситуации смены общественных идеалов, исторических оценок и теоретико-методологических принципов. Сходство не может быть признано буквальным, но оно обязывает нас осмыслить прошлый опыт решения сложных проблем развития исторической науки. Это тем более необходимо, что именно столетие назад в русской историографии сложилась плодотворная традиция сочетания конкретных исследований с разработкой вопросов теории.

Интерес к философии истории, обострившейся в условиях кризиса способствовал выделению методологии как самостоятельного направления в науке. Особая роль в этом принадлежала русской медиевистике, которая, по общему признанию, занимала во всей русской историографии последней трети 19 — начала 20 в.в. ведущие позиции как в области методологии, так и по значимости своих конкретно-исторических исследований. Как нам представляется, это объясняется следующим:

— западноевропейская средневековая проблематика приобрела в условиях пореформенного развития России особую актуальность, она прямо выходила на насущные проблемы современности;

— в соответствии с общественными запросами историки-медиевисты обратились прежде всего к изучению экономической истории средневековья и к истории широких народных масс, что способствовало осознанию ими этих проблем как ведущих в исторической науке;

— новая историческая проблематика обусловила введение в научный оборот массы новых источников и совершенствование методики их обработки;

— отечественная медиевистика испытала самое непосредственное влияние достижений западноевропейской историографии средневековья, а в решении целого ряда проблем заняла по отношению к ней приоритетные позиции;

— благотворно на развитии отечественной медиевистики рассматриваемого периода сказался также тот постоянный "контроль и проверка", которым она подвергалась со стороны западноевропейской историографии средневековья и которого так недоставало, по признанию В. О. Ключевского, исследователям отечественной истории.

Едва ли не главой всей тогдашней медиевистики, как русской, так и зарубежной, по утверждению Е. В. Гутновой, которое вряд ли может быть оспорено, был Павел Гаврилович Виноградов (1854—1925) [1], профессор Московского, а затем с 1903 г. Оксфордского университетов, составивший своими трудами целую эпоху в развитии историографии. Поэтому анализ его теоретико-методологических принципов представляет особый интерес.

Истоки современных ему философских представлений Виноградов связывал с достижениями философии 17 в. в лице таких ее ведущих представителей как Ш. Монтескье, И. Гердер, И. Кант, Ж. Кондорсе. Главную заслугу Монтескье Виноградов видел в развитии им идеи "органического, закономерного развития, не изменяемого прихотью случая или дарованиями отдельных лиц... С идеей органического развития, — считал он, — стоит в связи идея о влиянии естественных условий на ход истории". Гердер, Кант, Кондорсе знамениты своей попыткой "сразу провести просеки в дремучем лесу истории, впустить в него луч с помощью представления об историческом прогрессе". Однако все три мыслителя (этот момент Виноградов отмечает как негативный) относились к истории "с идеалистически-философской

точки зрения", то есть рассматривали "исторический процесс с точки зрения ума, сердца, воли, выдвигая и выбирая наиболее подходящие, игнорируя факты, мало удобные и посторонние их основным идеям". [2]

Самой законченной идеалистической системой Виноградов называл философию Гегеля, которая господствовала над умами, по его словам, первые пятьдесят лет 19 века. Эта философия, хотя и оказала огромное влияние на историографию, не могла, по мнению Виноградова, претендовать на долгое существование, так как "находилась в противоречии со своим материалом, ... она подтасовывала исторические факты под известные априорные построения". [3] Критикуя гегелевскую философию, Виноградов справедливо выделял ее "главную идею", "жизнеспособный элемент" — идею диалектического развития. [4] Однако "научную диалектику" он принимал только в смысле "формального двигателя истории", "как обозначение логического раскрытия и развития мыслей". [5] Тем самым он непомерно суживал само понятие диалектики, истолковывая его, если можно так выразиться, еще в более идеалистическом духе, чем это было у Гегеля. Показательно, что в диалектическом подходе к историческому процессу Виноградов усматривал чуть ли не видовой признак идеализма. Именно с этой точки зрения он критиковал философию истории, основателя позитивизма О. Канта, у которого обнаружил много общего с Гегелем. С последним французского философа сближает прежде всего, считал Виноградов, то "главное значение", которое придается в общественной жизни интеллектуальным процессам. Развитие ума в кантовской системе "главный показатель исторического движения, все фазы которого могут быть выведены из преобладания известных идей". А такая "попытка абстрактного понимания истории... ведет к преобладанию диалектического метода". "В результате вся система Канта, — делает вывод Виноградов, — ... подчиняет исторические факты чисто идеалистическому развитию с меньшей производительностью, чем философия Гегеля". [6]

Заслугу Канта историк видел лишь в обосновании им социологии. Но и эту заслугу он сводил, главным образом, к выработке методов социологического исследования, ибо время создания собственно социологии, по твердому убеждению Виноградова, еще не пришло. Оценивая учение Канта в целом, Виноградов считал, что "деятельность позитивного духа философии" более предсказывается, чем указывается. В эту сторону, — заявлял он, — мы за ним не последуем". [7] Философские симпатии Виноградова были на стороне позитивизма, выработанного в Англии Д. С. Миллем и Г. Спенсером. Причём, предпочтение он отдавал Спенсеру. В его философии Виноградова привлекала более ярко выраженная, чем в учениях других позитивистов идея независимости науки и истории, в частности, от господствующих философии истории. [9]

Таким образом, в истолковании позитивистов сам предмет философии лишается своей самостоятельности, становится в зависимость от знания, полученного эмпирическим путём в различных областях науки. Однако, следует отметить, что протест учёных-позитивистов против главенства философских доктрин в условиях России второй половины 19 в., сыграл на определённом этапе относительно прогрессивную роль, так как своим остриём был направлен против насилия в науке официального религиозно-философского мировоззрения. Показательно в этом смысле, что Виноградов, критикуя притязания философии на получение положительного знания путём чистого умозрения, выступал против совершенно конкретной философской системы-гегельянства, в котором справедливо находил много общих точек сопереживания.

Гегеля и Спенсера Виноградов считал философскими антиподами, не замечая или не желая замечать общей идеалистической основы их учений. В своих рассуждениях о системе Спенсера он не словом не обмолвился о характерном для нее стремлении примерить науку и религию. Напротив, именно учению английского философа Виноградов приписывал одно из



главных в его понимании достижений позитивизма — "окончательный разрыв с теологией, с извне установленной целесообразностью мирового процесса". [10]

Такой выборочный подход к философии Спенсера, с выдвижением на первый план одних ее моментов и затушеванием других, не был случайным. В нем реализовывался присущий представителям позитивизма мировоззренческий скептицизм, с позиции которого оценивались им философские системы, в том числе и создание самими позитивистскими авторитетами. Виноградов четко разграничивал, а порой и противопоставлял две стороны третьей Спенсера — мировоззренческую и методологическую, отдавая явное предпочтение последней. Интересно отметить, что Виноградов нигде не называет позитивизм философией — для него это прежде всего метод научного познания.

Пожалуй, в наиболее полной форме Виноградов воспринял только социологию Спенсера. Хотя в ее исходной идее отождествления человеческого общества живым организмом, в попытке анализировать человеческое общество с живым организмом, в попытке анализировать общественную жизнь в терминах биологии он не видел ничего оригинального. [11] Виноградов справедливо настаивал на специфике общественного развития, однако его рассуждения по этому поводу не отличались ни ясностью, ни последовательностью. Основное различие между естественными и общественными явлениями историк усматривал в том, что составляющими клеточками общества являются живые люди, обладающие различными способностями и потребностями. [12]

Не примкнув, таким образом, всецело ни к одной из позитивистских философских систем, историк принял "формулу Спенсера" как "точку отправления" своих философских представлений, выбирая из совокупности основ позитивистской философии то, что соответствовало его собственным взглядам.

Историю Виноградов определял как одну из форм общественного самосознания, конкретным содержанием которой является "социальный опыт человечества". Конечной целью исторической науки он считал выяснение условий "действительного развития общества, как целого, в живом соотношении всех слагающих общество сил". [13]

Виноградов неизменно подчеркивал в своих исследовательских трудах и лекционных курсах тесную связь истории и современности. Как историка-медиевиста его интересовала "роль средневекового процесса для установления основ европейской жизни"[14]. Он совершенно справедливо выводил из средневекового прошлого многие явления и отношения настоящего, стремился поднимать, по его словам, "общечеловеческие вопросы, касающиеся и древней и средней истории". [15] С этих позиций в одной из своих лекций Виноградов иронизирует по поводу призыва писателя-рационалиста 18 в. Болинброка отказаться от изучения "запутанной" средневековой истории, бесполезной, с его точки зрения, и сосредоточить внимание на более важной и доступной современности. [16]

Основное назначение истории Виноградов видел в том, чтобы средствами науки разрешить "жгучие вопросы", стоящие перед обществом. В этом реализовалось его понимание социальной функции исторического знания. Сам процесс общественного развития, по мнению Виноградова, во многом определяет проблемы исторического исследования, управляет всем течением исторической науки. "Все поворотные пункты этого течения, — отмечал он, совпадают с великими поворотными пунктами в истории, историография развивается не в силу самостоятельной последовательности, а дается текущей историей". [17]

Требую от историков, как и все представители позитивистской историографии, беспристрастности в оценке исторических событий, Виноградов тем не менее понимал недостижимость такого "равнодушно судейского" отношения исследователя к изучаемым событиям. Историк, по верному замечанию Виноградова, — порождение определенной эпохи, особенности

и запросы которой в значительной мере определяли "источники успеха, равно как и причины его неизбежной ограниченности". Пристрастность ученого-историка он вполне обоснованно отождествлял с "политическими или патриотическими предрасположениями". [18]

Признание тесной связи истории и политики, исторического прошлого и современности, сосуществовало в концепции Виноградова с твердой верой в историю как науку, способную давать объективное знание. В его теоретических представлениях наметился верный подход к решению сложной проблемы соотношения объективности и партийности в историческом познании. об этом свидетельствует, в частности, анализ Виноградова вклада в историческую науку немецкого историка Г. Л. Маурера. Виноградов обратил внимание на то, что Маурер, "государственный человек никак не радикального пошиба," явился одним из создателей общинной теории, основные выводы которой не соответствовали его консервативным социально-политическим принципам и убеждениям. Это несоответствие Виноградов прозорливо объяснял относительной независимостью от влияния современности внутренней логики самой науки. "Теретическое развитие, писал историк, — самостоятельно. Самостоятельно настолько, что все силы этой многообразной жизни не в состоянии превратить или повернуть назад его течение, а принужденно склонять его в новых изгибах все в том же поступательном направлении". [19] Признание совместимости объективности и партийности исторического познания — несомненно сильная сторона методологии ученого, которая выгодно его отличала от других приверженцев позитивизма с присущим этому философскому течению агностицизмом. Так, например, представитель "субъективной школы" в социологии, Н. И. Кареев объективность и партийность исторического познания считал понятиями чуть ли не взаимоисключающими. [20]

Исходя из обоснованной посылки об известной самостоятельности историографической практики по отношению к современности и партийности исследователя, Виноградов пришел к верному наблюдению о характере преемственности в развитии исторической науки. Историческое знание, считал он, добытое на соответствующем этапе общественного развития, хотя и несет на себе отпечаток современных запросов, но не разрушается последующими поколениями ученых. [21] Конечно, признавал Виноградов, "в исторической науке более, нежели в какой-либо другой, приходится отбрасывать из сделанного другими учеными", но в то же время крупнейшие из них "делают свой вклад, выставляют известные идеи, переходящие затем в общее сознание". [22] В этих своих рассуждениях он вплотную приблизился к пониманию диалектического характера процесса исторического познания, высказал верные представления о соотношении абсолютной и относительной истины.

Рассмотрение проблемы специфики исторического познания, неизбежно приводит исследователя к поискам критерия истинности полученного знания. В качестве такого критерия Виноградов неоднократно пытался представить "точные" методы исследования, которыми способны овладеть историки, достигнув высокого уровня профессионального мастерства. В подобном подборе критерия отразилось то исключительно важное значение, которое он придавал субъективному фактору в процессе познания. Не случайно при оценке научного вклада отдельных исследователей он обращал внимание прежде всего на используемые ими методы.

Однако в наиболее ранней из своих работ Виноградов, возможно, сам этого не понимая, пришел к выводу о непригодности избранного им критерия. Анализируя историческую литературу по вопросу о происхождении итальянского феодализма, историк отметил, что "самая трудность, даже невозможность" доказать то или иное положение порой принуждает отдельных историков "к особенной изобретательности и ухищрениям в способе доказательства". И, хотя они "в отношении приемов исследования сделали гораздо больше остальных", конечные выводы таких ученых приводят их в разряд "сильно отклоняющихся от истины". [23]

Таким образом, предпринятые П. Г. Виноградовым попытки найти критерий истинности исторического знания не увенчались успехом.

Прогресс исторического знания П. Г. Виноградов, как и все историки-позитивисты, связывал с тем влиянием, которое оказывали на общественные науки достижения в естествознании. Но в отличие от большинства представителей позитивистской историографии, Виноградов обратил внимание на тот факт, что история не только испытывает на себе влияние других наук, но и сама в свою очередь "проникает во все родственные общественные науки и даже в науки естественные". [24] Он имел в виду прежде всего принцип историзма, который, например, лег в основу учения Дарвина.

Отстаивая равные права общественных наук с науками естественными, Виноградов предостерегал от бездумного механического применения законов развития природы и объяснению социальных явлений. Он подверг критике немецкого исследователя Гевальда, который предпринял попытку представить историческое развитие на основе биологического закона борьбы за существование. Такие попытки, считал Виноградов, неизбежно заведут исследователя в тупик. [25] В этом нашло свое отражение понимание ученым качественного отличия законов развития человеческого общества от законов развития природы. Хотя он нигде не пояснял, в чем именно оно выражается, но тем не менее настойчиво призывал к осторожности в применении методов естествознания в общественных науках. Полностью тождественны, считал Виноградов, у социальных и естественных наук только цели. "И те и другие, — отмечал он, — стремятся выяснить причины явлений с целью проторить путь для определения законов развития". [26]

Постепенная реорганизация общественных наук с целью их постановки "на основании, аналогичные основаниям наук естественных" приведет, по мысли Виноградова, к построению социологии. Однако создание подобной всеобъемлющей науки об обществе не является задачей сегодняшнего дня. "Социология еще невозможна, — считал историк, — не потому, чтобы произвол царствовал в истории, а потому, что историческая закономерность не достаточно еще прослежена, не достаточно разработан исторический материал, не достаточно ясно указано сцепление причин и следствий". Поэтому работа современного ему поколения историков должна ограничиться "группировкой частного материала на основании категорий причинности", что позволит, по мнению Виноградова, выявить контуры, общие очертания отдельных закономерностей, которые будут более точно прослежены последующими поколениями историков. [27]

При этом он подчеркнул, что желательно на данном этапе развития исторической науки обратиться к "сравнительно простой и несложной сфере экономических фактов". [28] То есть, как справедливо отометила Е. В. Гутнова, исходный интерес Виноградова к истории экономики был вызван, прежде всего, причинами методического характера. [29] Однако в конкретной исследовательской практике под давлением фактического материала способный к объективным оценкам историк приходил и к обоснованным выводам методологического характера о важности и даже ведущей роли экономического фактора. В одной из своих лекций он прямо заявил, что "политическая история не только не единственный предмет исторической литературы, но даже, может быть, и не главный". [30] Главным в общественном развитии Виноградов считал тот процесс, который происходит в "низах общества" — процесс экономический. Историк причислял себя, по его собственному выражению, к исследователям — "экономистам", которые стремятся прежде всего "выяснить, на каких хозяйственных основах держится социальный порядок той или иной эпохи". [31]

Кстати, и многие современники после выхода первых крупных работ Виноградова, посвященных проблемам итальянского и английского феодализма, относили автора чуть ли не к

основателям нового экономического направления в историографии. Так, специалист по истории культуры, противник "экономизма" М. С. Корелин с явной неприязнью писал в своем дневнике: "Это направление (экономическое — М. Л.) наплодили у нас, с одной стороны, Чупров и земские статистики, с другой — Виноградов и отчасти Ключевский". [32]

Именно вокруг работ Виноградова в исторической литературе завязался спор между сторонниками так называемой "культурной истории" и "экономистами". Р. Ю. Виппер в письме к В. И. Герье в июле 1895 г. отмечал, что "сейчас свирепствует спор "экономических материалистов" с их довольно неопределенными противниками". [33] Против положения Виноградова о том, что "внутренняя сущность общественных перемен сводится к переменам в быту социальном или экономическом" выступил с позиций "культурников" Н. И. Кареев на страницах издаваемого им "Исторического обозрения". Указанный подход Виноградова к истории представлялся Карееву односторонним. [34]

В 1892 г. в "Журнале Министерства народного просвещения" была опубликована рецензия Д. М. Петрушевского на работу Виноградова "Вилланство в Англии". Автор рецензии провозгласил "материальную историю" новым передовым научным направлением, а Виноградова — его видным представителем. [35] Рецензия Петрушевского послужила поводом для очередной статьи Кареева, направленной против экономистов. Он подверг критике казавшиеся ему необоснованными претензии экономического направления на научную новизну. Причем, материальное направление в историографии Кареев критиковал наряду с марксизмом, рассматривая марксизм лишь как крайнюю школу в экономическом направлении. Марксизм, убеждал Кареев, "вовсе не был вызван к жизни новым научным направлением; это был боевой лозунг, а не научная гипотеза". [36] На этом основании он отказывал в "научности" экономическому направлению в целом. Д. М. Петрушевскому также было свойственно представление о марксизме как о крайнем выражении в экономическом направлении. Однако он, отстаивая научную прогрессивность последнего, подчеркивал, что "... исторический материализм в сравнении с историческим идеализмом, является значительным шагом вперед". [37] Таким образом, вопрос о влиянии марксизма на становление экономического направления в русской историографии был поставлен и обсуждался самими представителями этого направления, а также их научными противниками.

Под воздействием марксизма историки-экономисты обратили внимание на роль и место производительных сил в общественном развитии, на взаимоотношения базисных и надстроечных явлений. Однако эти наблюдения не привели к признанию за ними мировоззренческого значения. Как отмечал легальный марксист С. Булгаков, пытаясь защитить представителей экономизма в истории от на самом деле незаслуженных обвинений в марксизме, "экономическое направление в истории... совершенно ему (марксизму — М. Л.) чуждо, ибо оно всецело остается в области "исторического прагматизма" и ни на какую философию истории не притязает". [38]

В своих общетеоретических представлениях Виноградов, как большинство историков-позитивистов, придерживался "теории факторов", которая, объясняла исторический процесс как результат взаимодействия разнообразных, но равнозначных факторов. В 1892 г., т.е. в год выхода своей эпохальной монографии "Вилланство в Англии", Виноградов опубликовал рецензию на получившую в свое время широкую известность работу Л. И. Мечникова "Цивилизация и великие исторические реки". Историк признал правомерной попытку Л. И. Мечникова вывести все особенности общественного развития прямо из географического фактора на том основании, что сформулировать содержание целой исторической эпохи невозможно, так как в одну систему неизбежно попадут "разнокалиберные признаки". А научных концепций, периодизаций исторического процесса "может получиться столько же, сколько

есть различных сторон в самом понятии цивилизации. По социальному критерию факты рас-положаться одним образом. по политическому — другим, по религиозно-философскому — третьим". [39]

Историк, как считал Виноградов, конечно, вправе посвятить свое исследование одной из сторон исторического процесса, избрав из целой серии разнообразных факторов "хороший образец для целей анализа и построения обобщений". [40] Более того, своеобразным мерилom значимости произведений историка, согласно Виноградову, является способность исследователя "выставить две — три объединительные идеи", "доминирующие концепции", а то и один "руководящий принцип", который под пером ученого (именно под пером, а не в силу его действительного влияния в общественном развитии), подчинил бы и организовал самый разнообразный исторический материал. Однако даже самая стройная теория, выведенная на основании исследования одной из сторон исторического процесса неизбежно будет грешить, по мысли Виноградова, как недостаточной доказательностью отдельных положений, так и преувеличенной оценкой одного ряда факторов. [41] Ключ к объяснению исторического процесса в целом Виноградов видел в теории эволюции, которая признавала способность равнозначных факторов развиваться в одном эволюционном направлении. Общественное развитие ученый предлагал рассматривать как "синтез всех этих эволюций с преобладающим влиянием той или другой, но с известным влиянием каждой". [42]

Эволюционное учение Виноградов объявил последним словом современной ему историографии и с большей или меньшей степенью последовательности проводил его на практике. Применяя идеи эволюции к социальному развитию, он настойчиво доказывал, что "историческое движение не есть результат внезапных порывов и находок личных или общественных; история представляет собой непрерывный медленный рост". Причем рост прогрессивный. Идея прогресса включалась ученым в само понимание эволюции как таковой. Виноградов считал прогресс "первой основой исторического мирозерцания", [43], хотя задачу проникновения в сущность этой категории, как, кстати сказать, и всю онтологическую проблематику, целиком оставляя для философов. [44]

Задачи исторической науки виноградов видел в открытии законов общественного развития. При этом закон он совершенно справедливо определял как "необходимую, постоянно повторяющуюся связь между явлениями". "Наука понимает теперь мировую жизнь, — писал Виноградов, — не как сцепление случайностей, а как результат действия законов, частью известных нам, частью неизвестных". Познание законов общественного развития даст "лучшее средство, чтобы обезвредить их действие на человека или воспользоваться в его пользу". [45]

Стремление рассматривать исторический процесс не как набор случайностей, а как непрерывную цепь причинно-следственных связей сыграла свою положительную роль как в творчестве Виноградова, так, кстати сказать, в русской либеральной медиевистике в целом. Ведущие ее представители М. М. Ковалевский, И. В. Лучицкий, П. Г. Виноградов, будучи преимущественно историками-экономистами, легко находили основания для научного оптимизма в применении эволюционной теории в исследовательской практике. Ибо, как известно, экономическая теория на длительных участках своего развития — объективно медленный процесс постепенного накопления трудовых навыков и технических усовершенствований.

Указывая на экономический процесс как на главный в историческом развитии, Виноградов подчеркивал, что он совершается "в низах общества". Интерес к народным массам, как и экономическим вопросам, возникший не без влияния позитивизма, служил в представлениях историков второй половины XIX в. связующим звеном между природой и обществом, которое позволит перенести методы естественных наук в познание общественных явлений. У Виноградова это выразилось в обосновании им идеи бессознательности исторического развития,

которое, по его мнению, воплощается в деятельности народных масс. В тесной связи с этим положением он развивал мысль о влиянии естественных условий на ход истории, так как "косная, пассивная масса... прежде всего должна считаться именно с естественными условиями, с материальными потребностями".

Подчеркивая роль народных масс в истории и законосообразность исторического процесса, Виноградов в отличие от представителей вульгарного материализма, не придавал историческому процессу фатальный характер. Об этом свидетельствует его подход к решению другой стороны рассматриваемого вопроса — о роли личности в истории. Хотя, отмечал Виноградов, "...личное творчество в истории и не все, но оно в тоже время и не ничего, в некоторых случаях личная инициатива играет весьма важную роль". [47] В противоположность основной линии всей предшествующей историографии и современной ему русской "субъективной школе" в социологии, Виноградов не рассматривал личность как центр мировой истории, а подходил к оценке роли личности с позиций историзма. Чтобы деятельность той или иной конкретной личности была плодотворна, полагал Виноградов, личность должна прежде всего выяснить те условия, которые каждый народ считает для себя нормальными. [48] Рассматривая личность не как абстрактную индивидуальность, а как порождение определенной исторической эпохи, Виноградов отмечал, что в истории "...самый подбор лиц выражает ... великую историческую струю". [49] Подобная трактовка Виноградовым вопроса о роли личности в истории с позиций последовательного историзма была для своего времени несомненно прогрессивной.

В предвоенные годы в разгар антипозитивистской реакции в буржуазной философии Виноградов еще сохранял верность своим прежним теоретико-философским представлениям. Об этом вполне определенно свидетельствуют его письма к выдающемуся ученому — естествоиспытателю В. И. Вернадскому и историку М. М. Богословскому, относящиеся к 1902 — 1903 гг.

В. И. Вернадский не разделял нигилистического отношения позитивистов к философии, однако истоки научного познания он в ту пору еще связывал с религией. [50] Это вызывало энергичные возражения Виноградова, который, может быть, и не совсем обоснованно связал эти представления В. И. Вернадского с волной мистицизма, субъективизма и неокантианства, захлестнувшей в то время науку. "... Новоявленный идеализм, — писал Виноградов в одном из писем Вернадскому, — у нас обыкновенно соединяется с ненаучными стремлениями". "В статьях Булгакова и Бердяева мне слышится уже совершенно явственно разухабистое пренебрежение к ... научной работе". [51] И еще в одном письме: "... В новоявленном идеализме не трудно усмотреть элементы мистического мировоззрения, которое может увести куда угодно, и которое, раз стоит не точке зрения, предъявит требования относительно церкви, народа, государства, с которыми трудно будет уладить прогрессивные идеалы". Наука сохранит свое значение для общества, считал Виноградов, если и в дальнейшем будет опираться на идеи "позитивизма, эмпиризма и материализма".

Кризисные моменты в творчестве историка проявились в период после событий 1905 — 1907 гг. Одним из показателей кризиса явилось перемещение научных интересов Виноградова от традиционной социально-экономической проблематики к историко-юридическим сюжетам, которые постепенно становятся центральными в его научной деятельности последнего периода. Такой поворот лишь отчасти объясняется профессиональными обязанностями Виноградова как главы кафедры сравнительного правоведения Оксфордского университета. Основное же состоит в том, что историю права ученый считал более удобной, как ему казалось, для решения задач критики марксовской теории. Виноградов пытается доказать, что марксизм принизил роль права и правовых институтов в историческом развитии, лишил правовую проблематику

самостоятельной научной значимости. При этом он приписывал марксизму признание фатального влияния экономики на правовые нормы.

"Главное же недомыслие экономического материализма, — писал Виноградов в своей статье "Перспективы исторического правоведения" (1921), — состоит в игнорировании целесообразности как мерила ценности". В своей неприязненной критике марксизма Виноградов порой прибегал к аргументации неокантианцев. Однако у нас нет достаточных оснований полагать, что Виноградов полностью перешел на позиции неокантианства. Неокантианские идеи он воспринял лишь выборочно. Виноградов считал, например, что В. Виндельбанд и Г. Риккерт преувеличили противоположность между категориями причинности и ценности, с которой неокантианцы сводили разницу между естественными и общественными науками. Он полагал, что необходимо "отстаивать огромное значение исследования причин и некоторых однообразий". Правда, Виноградов тут же признавал, что историкам также трудно обойтись "и без целесообразности и идеальных мерил". [53]

Однако, следует отметить, что в решении проблем аграрной и социальной истории средневековья Виноградов в известной мере сохранил свои прежние методологические позиции. Кризисные изменения выразились здесь в отступлении от поисков исторических закономерностей, в отказе от обобщающих выводов. Это явилось, как нам представляется, следствием влияния на Виноградова критического направления в историографии, с основателем которого в Англии Ф. Мэтланом он находился в самом тесном общении.

В целом историко-методологические представления Виноградова под влиянием кризиса претерпели революцию в пределах широкого, аморфного, всеядного позитивистского течения в сторону усиления плюрализма, идеализма, абсолютизации эволюционной теории, затушевывания закономерностей исторического развития.

#### **ПРИМЕЧАНИЯ:**

1. Гутнова Е. В. Историография истории средних веков. - М.: Высшая школа, 1985. - С. 333.
2. Виноградов П. Г. Средневековая история. Лекции. 1879\80 акад. год (литография). Б. м. и г. - С. 17, 27.
3. Там же - С. 65, 71.
4. Виноградов П. Г. О прогрессе. - М., 1898. - С. 29.
5. Там же. - С. 30.
6. Виноградов П. Г. Средневековая история. - С. 92-100.
7. Там же. - С. 100.
8. Буржуазная философия конца и начала империализма. - М.: Высшая школа, 1977. - С. 45.
9. Виноградов П. Г. Средневековая история. - С. 65.
10. Он же. О прогрессе. - С. 39.
11. Он же. Средневековая история. - С. 115.
12. Он же. О прогрессе. - С. 45.
13. Он же. Задачи правоведения // Вступительные лекции профессоров Московского государственного университета. - М. 1909. - С. 8.
14. Он же. О прогрессе. - С. 4.
15. Он же. История средних веков. Лекция. - М. 1893 - С. 5.
16. Он же. О прогрессе. - С. 1.
17. История Римской империи. Лекции 1884/85 акад. год. - Б. м. и г. - С. 2.
18. Он же. Исследования по социальной истории Англии в средние века. - СПб. 1887. - С. 33.
33. Он же. Фюстель де куланж. Итоги и приемы его учебной работы // Русская мысль. - 1890 -1 - С. 92.

19. Он же. Исследования по социальной истории в Англии в средние века. -С. 33.
20. Нечухрин А. Н. Проблемы специфики исторического познания в творчестве Н. И. Кареева. // Методологические и историографические вопросы исторической науки. - Томск 1979 - Вып. 13 -С. 68.
21. Виноградов П. Г. История средних веков. Лекции. -М. 1898 -С. 71.
22. Он же. Происхождение феодальных отношений в Лангобардской Италии. - Спб. 1880 - С. 66.
23. Он же. Средневековая история. -С. 126.
24. Там же. -С. 72.
25. Там же. -С. 73.
26. Виноградов П. Г. Римское право в средневековой Европе. -М. , 1910. -С. 3.
27. Vinogradoff P. Villainage in England. -Oxford 1892. -р. 4.
28. Виноградов П. Г. Средневековая история. -с. 124.
29. Гутнова Е. В. Указ. соч. -с. 289.
30. Виноградов П. Г. История средних веков. -Лекции. -М. , 1893—с. 23.
31. Виноградов П. Г. О прогрессе. -с. 164.
32. Центральный государственный исторический архив г. Москвы, ф. 2202, оп. 3, ед. хр.1. Записки профессора Корелина М. С. -с. 62.
33. Отдел рукописей Российской государственной библиотеки. -ф. 70, ед. хр. 119—л. 21.
34. Кареев Н. И. Политическая экономия и теория исторического // Историческое обозрение. -1891. -т. 2. -с. 105.
35. Петрушевский Д. М. Новое исследование о происхождении феодального строя // Журнал министерства народного просвещения. -1892. -N 12. -с. 307, 317.
36. Кареев Н. И. По поводу новой формулировки "материальной истории" // Историческое обозрение. -1892. -т. 4. -с. 279.
37. Петрушевский Д. М. Тенденции современной исторической науки // Образование. -1899. N 5—6. -с. 79.
38. Булгаков С. "Экономический материализм" как философия хозяйствования // Русская мысль. -1912. -N 1. -53.
39. Виноградов П. Г. Влияние рек на происхождение цивилизации // Северный вестник. - 1892. -N 6. -с. 36.
40. Vinogradoff P. Villainage in England. -р VII.
41. Виноградов П. Г. Влияние рек... -с. 43.
42. Он же. О прогрессе. -с. 45.
43. Он же. Т. Н. Грановский // Русская мысль. -1894. -N 9. -с. 56.
44. Он же. Средневековая история. -с. 125.
45. Он же. Накануне нового столетия. -М. , 1902. -с. 25.
46. Он же. Средневековая история. -с. 125.
47. Он же. История средних веков. Лекции. -М. , 1893. -с. 9, 11.
48. Он же. История Римской империи. -с. 97.
49. Вернадский В. И. Избранные труды по истории науки. -М. :Наука. -с. 32.
50. Архив Академии наук России. -ф. 518, оп. 3, ед. хр. 338, л. 28, 31.
51. Виноградов П. Г. Перспективы исторического правоведения //Современные записки. - 1921. -N 7. -с. 157.



## К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ВНЕШНЕПОЛИТИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ ДЕМОКРАТИЧЕСКОЙ ПАРТИИ США В 1950-Е ГОДЫ

С. В. Юрченко, кандидат исторических наук, доцент

Важным фактором влияния на формирование внешнеполитических концепций американской правящей элиты в 1950-е годы были изменения, происходившие в молодых государствах и тех колониальных районах Азии и Африки, народы которых усиливали борьбу за свою независимость. В выработке ответов на это "новый вызов" существенный вклад внесли представители либерального крыла демократической партии США, которая, находясь в оппозиции, пыталась выдвинуть альтернативу международному курсу администрации республиканцев. Важную роль в этом процессе играл видный деятель либеральных демократов, ведущей внешнеполитический эксперт партии Ч. Боулс, доказывающий необходимость активизации экономических, технических и идеологических факторов американского влияния на развивающиеся страны. В конечном счете идеи усиления внимания к "третьему миру" стали важной общепартийной внешнеполитической установкой, оказавшей существенное влияние на международную политику президента Дж. Кеннеди.

Уже в начале 50-х годов все возрастающее внимание правящего класса США привлекали крупные сдвиги в международном положении, обусловленные изменениями в молодых государствах и тех колониальных районах Азии и Африки, народы которых усиливали борьбу за свою независимость. Американскому внешнеполитическому истеблишменту были не вполне ясны причины и направленность протикавших социально-политических изменений - той "революции растущих надежд", волна которой поднималась в этих регионах. Установки администрации республиканцев, основывавшиеся на биполярных концепциях и отождествлявшие освободительное движение в колониальных странах с происками "международного коммунистического заговора" переставали работать при оценке происходивших событий. Объемы и структура программ иностранной помощи, в отношении которых при президенте Д. Эйзенхауэре доминировал "подход по обеспечению безопасности" или "подход в духе "холодной войны" [1], не могли обеспечить проведение эффективного курса.

В силу специфики функционирования американской двухпартийной системы, политический курс вырывается обычно в рамках оппозиционной партии. Потерпев поражение на президентских выборах 1952 г., демократическая партия, находясь в оппозиции, пыталась выдвинуть альтернативу международной политике администрации республиканцев. Одним из важнейших направлений этой деятельности стала выработка курса в отношении молодых государств и стран, народы которых боролись за свою независимость. В разработке новых подходов активное участие принимали такие видные деятели демократов как Э. Стивенсон, Г. Хэмфри, У. Фулбрайт, У. Дуглас, Дж. Кеннеди.

Не преуменьшая той роли, какую играли эти и другие представители демократической партии в формулировании политики в зоне национально-освободительного движения, следует отметить, что центральное место в этом процессе принадлежало влиятельному деятелю либеральных демократов, бывшему послу США в Индии и ведущему эксперту партии по внешнеполитическим проблемам Честеру Боулсу. Как справедливо отмечал исследователь В. О. Печатнов, "он один из первых доказывал важность соревнования за развивающиеся страны, неэффективность узковоенного, грубо антикоммунистического подхода администрации Эйзенхауэра к этому вопросу и необходимость использования других компонентов влияния - экономических, технологических и идеологических". [2] А другой советский историк А. Н. Яковлев даже считает Ч. Боулса "автором доктрины, предполагающей использование в

странах Азии и Африки главным образом политических и идеологических средств в качестве основы в борьбе против социализма". [3] Представляется, что во взглядах этого дальновидного политика в наиболее кристаллизованном виде нашли отражение те идеи, которые выдвигались представителями либеральных демократов по поводу курса в отношении развивающихся стран. Поэтому важно проследить основные моменты эволюции взглядов Ч. Боулса на эту проблему в 50-е годы, основываясь на анализе его личных бумаг. [4]

Несмотря на усиление внимания к проблеме национально-освободительного движения в Азии, что, в конечном счете, вело к ослаблению влияния биполярных концепций, лидеры демократов исходили из традиционных представлений, стремясь за счет расширения влияния в слаборазвитых странах укрепить позиции США в борьбе сверхдержав. Так, отмечая, что "с нарастанием патовой ситуации в Западной Европе коммунисты повернут в Азию и значительно расширят здесь свое давление", Ч. Боулс подчеркивал, что усилия по противодействию коммунистическому влиянию в Европе будут подорваны, если произойдет ослабление американских позиций в Азии. [6]

Характерно, что рассматривая возможный конфликт между "свободным миром" и "советско-китайским блоком", он в одном из писем особо указывал на то обстоятельство, что победа могла быть достигнута только использованием многочисленных сухопутных войск. А поскольку США и их союзники таких сил не имели, то это обуславливало "настоятельную необходимость завоевать искреннюю поддержку и понимание широких масс людей по всему миру, которых мы определенно не имеем сегодня". Ведь по мнению бывшего посла: "Во время войны дружественная Индия, например, могла бы выставить в течение полутора лет более чем 100 дивизий". [6] И только таким способом, считал Ч. Боулс, вероятно, можно было обезопасить Ближний Восток и Юго-Восточную Азию от угрозы вторжения.

Если подобные расчеты мало чем отличались от взглядов, господствовавших среди других американских политиков в начале 50-х годов, то в плане методов осуществления азиатского курса США выдвигался ряд новых предложений. Рассматривая недостатки и трудности американской политики в Азии, Ч. Боулс отмечал, "наш опыт в Европе склоняет нас думать более или менее в терминах военных решений, в то время, как ответы на проблемы Юго-Восточной Азии являются в большей степени экономическими, социальными и политическими". [7] Подчеркивая, что некоторые законодатели, основываясь на опыте отношений с Кореей, Японией, Формозой, Филиппинами и государствами Индо-Китая, были склонны делать упор на военном сотрудничестве с азиатскими странами, Ч. Боулс предлагал: "...Иметь два вида азиатской политики, одна для этих, более расположенных к военному подходу районов, и одна для стран Юго-Восточной Азии, включая Индию, Пакистан, Цейлон и Индонезию. Обе эти политики, конечно, должны быть тесно объединены и связаны вместе". [8]

Необходимость дифференциации политики США в регионе отмечали и другие деятели демократов, подчеркивая нежелание таких стран как Индия, Индонезия, Бирма участвовать в конфронтации Запад-Восток. С развитием движения неприсоединения эта проблема стала еще острее, ведь руководители внешней политики администрации республиканцев занимали жесткие позиции. Председатель сенатского комитета по иностранным делам А.Уили (Вискоисин) считал, что "самым большим союзником коммунизма в мире в 1953 г. является нейтралитет". [9] Несколько позднее об "аморальности" нейтралитета заявил и госсекретарь Дж. Даллес. [10] Разумеется более взвешенный подход либеральных демократов точнее оценивал новые тенденции мирового развития.

За больший учет собственных интересов государств региона при формировании американской политики ратовал и Ч. Боулс. "Наша долговременная цель в этом регионе, - писал он, - заключается в укреплении новых демократических правительств для того, чтобы они

могли защитить себя и предотвратить дальнейшую коммунистическую агрессию на этой территории". [11] Тот комплекс мер, который предлагали либералы для укрепления позиций США в Азии, особенно хорошо виден на примере отношения к Индии, которая рассматривалась как одно из ключевых государств для формирования "стойкой антикоммунистической Азии".

По мнению Ч. Боулса, магистральными направлениями политики США должны были являться: "строительство прочной экономической базы, начиная с групп с низкими доходами и включая земельные реформы, ...расширение производства продуктов питания и развитие интеграции промышленного производства"; "умелая программа информации и пропаганды, предполагающая не внушение точного, убеждающего "американизма", а расширение доверия в эффективность демократических методов, которые развивались в Индии и Японии, и прочную оппозицию советскому коммунистическому империализму"; и только тогда, когда "экономическое благосостояние и уверенность в эффективности демократического развития повысятся, постепенно усилить акценты на мерах безопасности, необходимых для создания энергичного демократического фронта против коммунизма". [12]

В качестве практических мер предлагалось расширение существовавших программ экономической помощи, развитие технических программ, непосредственно связанных с материальными нуждами населения, расширение торговли, увеличение производства товаров с американской помощью, осуществление программ обмена преподавателями и студентами.

Существенное внимание уделялось внешнеполитическими экспертами демократов способности правительств государств-реципиентов помощи к мобилизации собственных усилий. Ч. Боулс подчеркивал, что оказание помощи целесообразно только тем государствам, которые, как Индия, продемонстрировали решимость смело двигаться вперед по программам земельной реформы, программам налогов, основанных на платежеспособности, контроле за импортом предметов роскоши, минимальной заработной плате и т.д.

Особое значение придавали лидеры либеральных демократов усилению идейно-политического воздействия на народы молодых государств. "Мы не можем убить коммунистическую идею из пулеметов,-подчеркивал Ч. Боулс. — Мы можем успешно встретить коммунизм только с лучшей идеей". [13] Поэтому он подчеркивал необходимость реализации "информационной программы, тесно связанной с экономической помощью", и то, что "всеобъемлющие усилия, которые нужны Азии, вызывают ко всему лучшему, что есть в американском народе, и что полностью соответствует нашей традиции и убеждениям". [14] Призывая использовать наследие демократической традиции, он особо подчеркивал "значение идей, порожденных нашей американской революцией, и дальнейшее влияние, которое они имели на правительства и людей во всем мире". [15] Оценивая это направление в подходе к развивающимся странам и ни в коей мере не преуменьшая гуманистический потенциал идей американской революции, следует привести мнение американского исследователя Р. Пэккенгема о том, что идея Ч. Боулса о "Соединенных Штатах как революционной нации" является "устойчивым мифом нашего времени". [16]

Однако, уповая на влияние примера демократического развития США, либеральные демократы призывали к укреплению морального авторитета США в Азии посредством проведения такой политики, "которая понятна простому индийцу и которая убеждает его в том, что мы действительно стремимся к миру, и искренне выступаем за нравственный, в своей основе, подход к мировым делам, и которая "полностью готова признать индийцев и других азиатов как равных". [17]

Такая постановка проблемы опосредованно затрагивала и важнейший для демократической партии вопрос о гражданских правах негритянского населения, что находило отражение в партийной печати. [18] Однако в условиях оппозиции, при необходимости консолидации

партийных рядов и известном отношении к этой проблеме лидеров Юга, обсуждение этого вопроса не получило дальнейшего развития.

Лидеры либеральных демократов не только осуществляли усиленную разработку теоретических концепций, но и стремились к популяризации своих идей среди сторонников партии, влиятельных представителей истеблишмента, избирателей в целом. Ч. Боулс, например, выступил более 100 раз за полгода по проблемам сотрудничества с Индией перед аудиторией в 200000 человек. [19] С этой точки зрения интересны основные элементы той структуры внутри демократической партии и вне ее, с помощью которой разрабатывались новые подходы и усилялась работа по усилению единообразия в понимании ориентиров политики в зоне национально-освободительного движения представителей правящей элиты.

Действуя в тесном контакте с номинальным лидером демократов Э.Стивенсоном, Ч. Боулс, например, вел активную переписку со многими членами фракции демократов в конгрессе, способными оказать влияние на формирование практической политики: Г. Хэмфри, У. Фулбрайтом, Дж. Спаркманом, М. Мэнсфилдом, Г. Лименом, П. Дугласом. Различные международные проблемы он обсуждал в переписке с ведущими внешнеполитическими экспертами партии - Д. Ачесоном, П. Нитце, Т. Финлеттером, Дж. Кеннаном, видными представителями академической элиты - Г. Моргентау, Г. Киссинджером, У. Ростом. Он поддерживал тесные связи с влиятельными деятелями демократов вне конгресса: А. Гарриманом, Э. Рузвельт, У. Бентоном, Дж. Гэлбрейтом, А. Шлезингером-мл., П. Батлером, К. Фритчи. Несмотря на межпартийные противоречия, Ч. Боулс доводил свою позицию по проблемам внешней политики до президента Д. Эйзенхауэра, его брата Милтона, госсекретаря Дж. Даллеса, его заместителя Д. Диллона, директора ЦРУ А. Даллеса, других официальных лиц. Немаловажно отметить, что необходимость модернизации политики в зоне национально-освободительного движения активно обсуждалась Ч. Боулсом в переписке с такими видными представителями финансово-промышленных кругов, как Н., Дж. и Д. Рокфеллеры, влиятельными представителями фонда Форда. Сам Ч. Боулс был членом правления фонда Рокфеллера, принимал активное участие в работе нью-йоркского Совета по международным отношениям, возглавлял Исследовательскую группу этой организации по Южной Азии и входил в Исследовательскую группу советско-американского семинара Совета.

К середине 50-х годов либеральным демократам удалось в общем виде разработать программу курса в развивающихся странах. На национальном уровне, как представляется, она была впервые представлена кандидатом демократов в кампании 1956 г. Э. Стивенсоном. Основным элементом политики в отношении развивающихся стран провозглашались программы помощи, которые должны были иметь преимущественно экономический характер и оказываться на долговременной основе. Программы должны были распространяться на страны независимо от их участия или неучастия в военных союзах с США. Расходы на эти программы должны были распределяться между США и их союзниками из числа развитых государств, причем 1/4 американского вклада представлялась излишками сельскохозяйственной продукции. Займы определялись в качестве основной формы оказания помощи, но средства, предназначенные для развития образования, здравоохранения и инфраструктуры предоставлялись на безвозмездной основе. Планировалось повысить эффективность программ технической помощи за счет активизации деятельности американских университетов и частных компаний, действовавших в конкретной стране путем подготовки кадров для руководства производства. Предлагалось активнее использовать ООН в качестве "агентства по экономической помощи".

Анализ основных элементов модели оказания помощи слаборазвитым странам, выработанной в рамках демократической партии, соответствует тому подходу в отношении иностранной помощи, который получил в американской историографии название "экономического".

[20] Согласно этому подходу помощь должна была оказываться для достижения долговременного экономического и социально-политического развития государств-реципиентов, причем основной упор делался на экономическом развитии, способствовавшем укреплению демократических порядков, антикоммунистических и проамериканских настроений во внешнеполитической ориентации этих государств.

В дальнейшем идеологи либеральных демократов продолжали совершенствование различных элементов этой модели. Ч. Боулс подчеркивал, что важнейшим условием успеха американской политики должна являться поддержка программ помощи населением страны реципиента: "Для поощрения роста здоровых демократий мы должны видеть, что наши программы в Азии прямо достигают людей, такими как демократические фермерские группы, профсоюзы и кооперативы". [21]

В связи с ростом национально-освободительного движения в Африке Ч. Боулс отмечал, что та медлительность, которую проявили США в признании тех политических сил, которые "перевернули Азию", не должна повториться снова в отношении "антиколониального национализма" в Африке. В качестве важнейших движущих сил мировой истории он называл "революцию растущих надежд" в Азии, Африке и Латинской Америке, основными целями которой являлись "свобода от иностранного политического или экономического господства, полная мера человеческого достоинства независимо от расы, религии или цвета кожи, расширение экономических возможностей". [22]

Для ответа на эту революцию, по мнению Ч. Боулса, США должны были активнее использовать методы, уже опробованные в Азии. Понимая, что гибкость политики США в отношении развивающихся стран в определенной степени сковывалась связями с западноевропейскими союзниками, против господства которых и выступали национальные силы в странах Африки, Ч. Боулс подчеркивал, что, "хотя официальная дипломатия не является идеальным инструментом для отношений с динамичными социальными силами, существуют другие каналы, законно приемлемые для нас, и даже если мы не можем, по крайней мере, принимать их в расчет". [23] Призывая европейских союзников к более гибкой политике, он в то же время подчеркивал, что "европейские партнеры должны признать наше право не только говорить, но и действовать в проблемах Африки". В дальнейшем Ч. Боулс уделял значительное внимание проблеме формирования демократических политических систем в молодых государствах, самих по себе ценных для укрепления внешнеполитических позиций США. Видный деятель либеральных демократов и авторитетный внешнеполитический эксперт, он многое сделал для того, чтобы усиление внимания к молодым государствам на основе новых подходов стало важнейшей общепартийной внешнеполитической установкой, оказавшей в дальнейшем существенное влияние на международную политику Дж. Кеннеди, победившего на президентских выборах 1960 г.

#### Примечания 1

1. Pakcenham R. Liberal America and the Third World. Political Development Ideas in Foreign Aid and Social Science. Princeton, 1973. P.56.
2. Печатнов В. О. Демократическая партия США: избиратели и политика. М., 1980. С.119.
3. Яковлев А. Н. От Трумэна до Рейгаана. Доктрины и реальности ядерного века. М., 1984. С.252.
4. Chester Bowles Papers, Sterling Memorial Library, Yale University, New Haven, Connecticut (далее - CBPSML).

5. Bowles Ch. to J. Dulles. 1952. 10 March. P.1//Series (далее - S) 1. Box (далее - B) 094. Folder (далее - F) 0243. CBPSML.
6. Bowles Ch. to M. Lester. 1953. 12 March. P.2-4//S.1.B.088. F.0128. CBPSML.
7. Bowles Ch. to H. Luce. 1952. 14 Nov.//S.1.B.088.F.0117. CBPSML.
8. Bowles Ch. to W. Lippman. 1952. 21 Nov.//S.1.B.088.F.0115. CBPSML.
9. Congressional Record. Vol.99. Pt.10. P.A2118.
10. The New York Times. 1956. to June.
11. Bowles Ch. to J. Sparkman. 1953. 2 Jan.//S.1.B.091.F.0188. CBPSML.
12. Bowles Ch. to J. Dulles. 1952. 10 March.//S.1.B.094.F.0243. CBPSML.
13. Congressional Record. Vol.98. Pt.4. P.5000.
14. Bowles Ch. to A. Fish. 1952. 26 March. P.2.//S.1.B.085.F.0073. CBPSML.
15. Bowles Ch. to C. Curtil. 1956. 6 Jan. //S.1.B.129.F.0164. CBPSML.
16. Pakcenham R. Op.cit.P.134.
17. Bowles Ch. to B. Shaw. 1952. 10 Apr. P.2.//S.1.B.088.F.0115. CBPSML.
18. Democratic Digest. 1953. Oct. P.25-28
19. Bowles Ch. to S. Das. 1954. 2 Febr. //S.1.B.129.F.0166. CBPSML.
20. Pakcenham R. Op.cit.P.109.
21. Bowles Ch. Ambassador's Report. N.Y., 1954. P.336.
22. Bowles Ch. Africa's Challenge to America. Berkley, 1957. P.41.
23. Ibid. P. 108.

## МЕТАФОРА МЕНТАЛЬНОСТИ

Н. Ф. Калина, кандидат психологических наук, доцент

Модное слово "ментальность" из-за частоты своего употребления в научной речи, публицистике, художественной прозе можно считать прочно вошедшим в язык. За свою популярность оно заплатило размытостью содержания. Значение этого понятия сплошь и рядом понимается из контекста. Наиболее последовательно категориальный статус ментальности фиксирован в работах А. Я. Гуревича: "это способ видения мира... тот уровень общественного сознания, на котором мысль не отчленена от эмоций, от естественных привычек и приемов сознания" [3, с.59].

Ментальность как общий способ восприятия мира, манера чувствовать и думать, характерная для людей определенной культуры и эпохи, составляет предмет психологического изучения. В этой статье я буду рассматривать ментальность как систему основных принципов конструирования субъективной реальности в индивидуальном сознании человека исторически определенной лингвокультурной общности. Субъективная картина (образ) мира, его символическая интерпретация — очевидное пересечение предмета исследования психологии и истории.

Историки-анналисты, введшие термин "ментальность" в научный оборот, не раз отмечали его неопределенность, неосознаваемость содержания, размытую и постоянно изменяющуюся предметную отнесенность. Вслед за Ж. Ле Гоффом, считавшим такую расплывчатость плодотворной. А. Я. Гуревич пишет: "По-видимому, известная размытость понятия обусловлена самой природой феномена: ментальность вездесуща, она пронизывает всю человеческую жизнь, присутствует на всех уровнях сознания и поведения людей, а потому как трудно ее определить, ввести в какие-то рамки". [3, с.195] Интуитивное понимание и трудности вербализации безошибочно указывают на присутствие в ней бессознательных компонентов. Ментальностью можно назвать трудно рефлекслируемый слой коллективного бессознательного, служащий основным источником ценностно-интерпретационной и смыслообразующей деятельности субъекта в процессе моделирования своего Я и мира в индивидуальном и коллективном сознании и самосознании.

Традиционно понятие ментальности соотносят с культурой, конкретной лингвокультурной общностью. Можно говорить об индивидуальной ментальности как обусловленности содержания и функционирования психики индивида культурой (например, специфическая ментальность К. Г. Юнга, Х. Л. Борхеса). Психологические механизмы порождения и функционирования формируемого в системе культуры индивидуального опыта я называю ментальными структурами сознания. Ментальные структуры соотносятся не только с психическими познавательными процессами сколько с четырьмя функциями психики по К. Г. Юнгу (ощущение говорит нам, что нечто присутствует, мышление — о том, что именно присутствует, эмоции определяют, как мы к этому относимся, а интуиция откуда это взялось и куда придет [9]). Их назначение — не просто восприятие и отражение мира, но и в первую очередь его концептуализация, осмысление.

Ментальные структуры сознания скорее творят, нежели отражают мир, создавая в каждом случае индивидуально модель — субъективную реальность. Такая трактовка генезиса и сущности образа мира, не являясь общеприемлемой (для сторонников "леинской теории отражения"), тем не менее неотчетливо присутствовала в отечественной психологической традиции в виде положений о субъективном характере психического образа, "о пристрастности" сознания к тем или иным аспектам моделируемой действительности (С. Л. Рубинштейн, В. П. Зинченко, С. Д. Смирнов).

Теперь, когда расхожая фраза о бытии, определяющем сознание (составляющая своего рода ядро архитипа сознания в советской ментальности), уже не так сильно блокирует изучение творческой роли сознания по отношению содержащейся в нем картины мира, психологические исследования сознания личности стали приносить иные практические результаты. Мощное вторжение психотерапии в ее лучших мировых образцах (Р. Бендлер, Дж. Гриндлер, Ф. Перлз, В. Сатир, М. Эриксон, К. Г. Юнг и др.) в отечественную психологию было бы невозможно еще пять лет назад, в эпоху царствования диалектического материализма. Как проницательно (и несколько ехидно) заметил тот же А. Я. Гуревич, "проблема перехода из сферы мысли о мире к самому этому миру оказалось ирревалентной для учения, исходящего из уверенности в познаваемости действительности" [3, с.14–15].

Психотерапевты хорошо знают и давно используют в своей работе принцип, эквивалентный представлениям историков школы "Анналов" о существовании в головах людей модели осмысливаемой реальности, "никоим образом не сводимой к отражению внешней по отношению к сознанию данности" [3, с.192], которую и называют ментальностью Ж. Ле Гофф, Л. Февр и их соратники. Если раньше в нашей стране параметры такой модели мира жестко задавались извне, а ценностные и смысловые характеристики диктовались господствующей идеологией, то сейчас возможностей создавать собственную концептуализацию мира в себе и себя в мире стало куда больше. А поскольку именно содержащаяся в сознании модель мира определяет наше бытие в нем, практическая задача психотерапевтической работы с сознанием, тривиальная для любого общества с высоким уровнем психологической культуры, наконец поставлена и у нас. В одинаковой степени, хотя и с разных позиций, ее решением занимаются психотерапевты и священники.

Оставляя в стороне узкопрофессиональную проблему индивидуальной психотерапевтической помощи<sup>1</sup> обратимся к более интересному вопросу: что может понять и использовать в практике психолог как исследователь и историк ментальности сегодняшнего дня? Традиционным для психологии было всегда внимание к различного рода нарушениям и расстройствам общественного сознания, а также многократно повторяющейся типичной патологии индивидуальной ментальности — сравним названия известных психологов — психотерапевтов: "Невротическая личность сегодняшнего времени" (К. Хорни), "Неудовлетворенность культурой" (З. Фрейд), "Проблемы души современного человека" (К. Г. Юнг) и мн.др.

Непатологическое формирование и функционирование ментальности современников изучалось преимущественно в культурно-антропологических и отчасти этнопсихологических исследованиях. И специфика ментальности людей прошлых эпох (школа "Анналов", А. Ф. Лосев, Ю. Т. Лотман, В. Я. Пропп), и представителей других культур (Р. Бенедикт, К. Леви-Стротос, М. Мид, В. Тэриер) фундаментально представлена в научной литературе. Содержательные работы по ментальности современника отсутствуют, и это тем более странно, что само понятие используется для описания вещи как будто хорошо известной и знакомой всем и каждому.

<sup>1</sup> Например, в рамках парадигмы нейролингвистического программирования психотерапевт исходит из того, что источником трудностей и проблем клиента являются имеющиеся в его модели мира неточности, ощущения и т. п. Это приводит к неконгруэнтности во взаимодействии с миром, клиент страдает от ограничений. Терапевт помогает дополнить и улучшить модель так, что неконгруэнтность исчезает, а способы взаимодействия с миром становятся все более продуктивными, принося удовлетворение и радость. Психотерапевт оказывает конкретную действенную помощь людям с самыми разными проблемами, ничего не меняя в реальных условиях жизни, но производя некоторые изменения в сознании. Если он не исходит из того, что именно сознание определяет бытие, он неэффективен.



Почему так трудно отрефлексировать систему принципов построения субъективной реальности в индивидуальном и групповом сознании? Исходным материалом для сознания субъективной реальности служит сенсорный опыт субъекта. Но обсуждать и анализировать можно лишь языковые репрезентации опыта, которые формируются в трёхступенчатом процессе его вербализации (называния), семантизации (означения) и символизации (осмысления). Языковые репрезентации опыта — главная составляющая ментального универсума культуры, которая, по словам Ю. М. Лотмана, "есть форма общения между людьми и возможна лишь в такой группе, в которой люди общаются". [5, с.6] Трудно возразить Юрию Михайловичу и в том, что "всякая структура, обслуживающая сферу социального общения, есть язык" (там же).

Лингвокультурные детерминанты задают поле имён и значений, архетипические факторы влияют на символику. Культура как "язык для передачи смысла" (Ю. М. Лотман) имеет не только коммуникативную, но и символическую природу, символы культуры синхроничны и диахроничны. Диахронический аспект культуры, в рамках которого она выступает как негенетическая память коллектива, исследуется историками. Синхроничный, тяготеющий к ментальности аспект ускользает от рефлексии, ибо является очевидным, само собой разумеющимся. Субъективная реальность воспринимается как априорная данность, образ мира — как сам этот мир. Ничто не может быть естественней и непосредственней нашего бытия в мире.

Ментальные структуры сознания как психологические механизмы построения субъективной реальности доступны анализу по крайней мере в двух моментах своего функционирования: в процессе вербализации и в коммуникативном акте, когда происходит обмен языковыми репрезентациями опыта, их понимание. Оно всегда есть расшифровка, истолкование, интерпретация, ибо опыт другого человека непосредственно нам не доступен. Он может быть только восстановлен по предлагаемым поверхностным структурам высказываний. Глубинные структуры последних и опыт, лежащий в их основе, также имеют расхождения, судить о которых еще труднее.

Существуют, однако, сообщения, которые позволяют непосредственно "Соприкоснуться" с опытом другого человека, восстановить и пережить его качественную специфику. Эта метафора, удивительное языковое средство, бывшее на заре человеческой истории универсальным способом постижения мира и поныне сохранившее себя в качестве одного из основных средств символической референции.

В нашей культуре метафора — обыденное и повсеместное явление, она давно перестала быть чем-то исключительным и особенным в использовании языка, незаметно превратившись в вездесущий принцип его естественного функционирования. В то же время порождение и использование метафор — драгоценная способность языка, в первую очередь — литературно-художественного, поэтического и научного.

Филипп Уилрайт пишет: "В метафоре важна та духовная глубина, на которую объекты древнего мира, реальные или вымышленные, перемещаются при помощи холодного жара воображения. Это синематическое движение, по полям значений и в бездны смысла" [7, с.84]. Такое семантическое движение возможно благодаря распространению и расширению значения посредством сравнения и порождения нового значения через соположение и синтез. А Вержбицка замечает, что метафора (в отличие от сравнения) содержит отрицание: "глаза как звезды, но не звезды" [см. 7. с.135].

Метафора в языке есть словесная формулировка реальности, подчеркивающая ее символические и семантические возможности. Она фиксирует и большие и маленькие свойства, чем доступно непосредственному восприятию, подчиняя последнее целям коммуникации. Одновременно метафора утверждает индивидуальность (это моё видение мира, моё уникальное понимание гармонии реальности). И самое парадоксальное — метафора даёт возможность разде-

лить во всей полноте такое уникальное созерцание понимание с другим, ввести его в свою субъективную реальность, открыть его сознанию содержание своего.

Вот описание белой ночи в Петербурге у Б. Ахмадулиной:

... Лапландских летних вод недалея граицца.

Хлад Ладоги глубок и плавен ход ладьи.

Ладони ландыш дан и в ладанке хранится.

И ладен строй души, открытой для любви.

Есть разве где-то юг с его латунным пеклом?

Брезгливо серебро к затратам золотым.

Ночь-римлянка влачит свой белоснежный пеплум.

/Латуни не нашлось, так сыщется латынь/...

Высокая сложность и метафоричность описания (особенно во второй строфе) не только не затрудняет понимание специфического опыта поэтического восприятия белой ночи, но с предельной легкостью погружает нас в ее величественную гармонию. Без малейших усилий мы входим в индивидуальный опыт автора сразу во всех сенсорных модальностях-аудиальной, визуальной, кинестетической и вербально-смысловой. При этом ласкающее слух чередование звуков "Л" и "Д" в первой строфе, задающее аудиальные координаты в качестве главных, основных, неожиданно сменяется почти мистическим переходом из кинестетической (связанной с ощущениями тактильно-вкусового ряда) в вербально-смысловую модальность ("Латуни не нашлось, так сыщется латынь").

В процессе восприятия субъект как бы "втягивает" в себя все ощущения и строит свой собственный внутренний мир, который последовательно отходит от реальности, сохраняя с ней, однако, в некоторых точках непрерывную связь, так что происходит переходы от одного к другому, и он едва замечает, что действует на двойной сцене — в своем собственном мире (который объективируется как мир чувственного восприятия) и одновременно в ином, внешнем мире. Языковые репрезентации с использованием метафор позволяют другому человеку как бы "сопровождать" собеседника в этом процессе, получая соответствующий опыт, полностью конгруэнтный исходному релевантным глубинным, а не поверхностным структурам высказываний партнера. Применительно к поэзии это называют сотворчеством читателя, вчувствованием, в диалоге — эмпатийным пониманием. В психотерапии метафора, подходящая клиенту, свидетельствует о том, что терапевт правильно понял его трудности или ограничения и компетентно вмешивается, намечая не просто адекватный, но лучший из возможных способов справиться с ним. Конкретным подтверждением всего этого служит инсайт, который приходит всегда, если метафора правильно сконструирована.

Но вернемся к ментальности, которая во многом зиждется на метафорической деятельности сознания и языка. Порождение с ее помощью новых систем значений и смыслов, этот метафорический семиозис приводит к постоянному расширению и усложнению ментального универсума культуры<sup>2</sup>. Ментальность все время "разрастается", параллельно этому расширяется спектр экзистенциальных возможностей человеческого бытия. Этот процесс отражается в языке, анализ новаций которого — очевидный и многообещающий способ изучения ментальности в ее "живом" развитии.

<sup>2</sup> В сущности, это понимал еще Гераклит Эфесский, утверждавший, что "Психе присущ самовозрастающий логос".

Принимая все это во внимание, у исследователя возникает эрекция считать нашу ментальность принципиально отличной от средневековой и первобытной. Различия, конечно же, есть, но сходства на много больше чем можно полагать. Именно на уровне ментальности, а не культуры, особенно материальной, это сходство доступно психологическому наблюдению и анализу.

Ментальность как атрибутивная характеристика группового субъекта метафорического симеозиса, с одной стороны, обеспечивает трансляционную функцию (хранение и передачу опыта из поколения к поколению) — диахронический аспект. С другой стороны, ментальность обуславливает социальную регуляцию поведения ее субъектов — синхронический аспект. Таким образом, модель мира и модель поведения человека в этом мире являются взаимосвязанными и взаимозависимыми. Целостность ментальности в единстве диахронии и синхронии прослеживается в специфике межличностного общения, схожей для людей различных эпох и культур.

Например, ряд известных этнографов полагают, что древний человек воспринимал мир и природу не как третье лицо (Оно), а как активное второе (Ты). Внешний мир в любых своих проявлениях выступает активным субъектом, чья деятельность может и должна быть встречена, понята, принята, отвернута и т. п.

"Что касается знания, которое Я имеет о Ты, то оно колеблется между активным суждением и пассивной подверженностью впечатлению, между интеллектуальным и эмоциональным, расчлененным и нерасчлененным. Ты может представлять собой загадку, и все же Ты до некоторой степени прозрачна. Ты есть живое присутствие, чьи качества и возможности могут быть хоть немного расчленены не в результате активного исследования, но оттого, что Ты, присутствуя, проявляет себя... Ты не только созерцаемо или понимаемо, но и эмоционально переживаемо в динамическом двустороннем взаимоотношении... Первобытный человек не наделяет неодушевленный мир человеческими характеристиками, неодушевленного мира для него попросту не существует". [9, с.26].

Таким образом, любой предмет или явление внешнего мира выступают в качестве сообщения, требующего понимания, как знак, символ, который должен быть понят и расшифрован. Взаимодействие человека с миром превращается в непрерывный процесс его не прямой (через пространственно-временные разрывы), опосредованной коммуникации, при этом эффективность взаимопонимания тождественной эффективности самого воздействия. [6]

Примерно так же выглядит мифологизирующее восприятие социальных объектов в нашем обыденном сознании. Его ментальные структуры образуют трехчленный замкнутый цикл, включающий мифологическое, личностно-смысловое и поведенческое звено. Сначала наша ментальность с помощью рецитации мифа формирует представление о мире как Ты (а не Оно), затем наделяет его элементы, помимо интенции, значением и/или смыслом и действует в соответствии со всем вышеупомянутым. Непротиворечивость маскирует малоэффективность.

Без участия механизма метафорического симеозиса трудно понять такие свойства современной ментальности, как антропоморфизацию социальных явлений, персонификацию значимого окружения, стремление придать диалогу характер символического обмена, сакрализацию медиации и медиаторов и т. п. Еще одно важное свойство метафоры — ее несовместимость прескриптивными (предписывающими) и комиссивными (обязующими) функциями субъекта. "Прескрипции и комиссивные акты, — пишет Н. Д. Арутюнова, — соотносятся с действиями и воздействиями. Они предполагают не только выполнимость и выполнение, но и возможность определить меру отступления от предписания и меру ответственности за отступление. Метафора этому препятствует". [7, с.9] Таким образом, метафора (точнее, ее отсутствие)

выступает в роли средства охранения и обеспечения нормативности нашего бытия, маркируя свободные от последней ситуации.

Подводя итог сказанному, можно утверждать, что ментальность как труднорефлексируемый и априорный для сознания феномен становится доступной психологическому анализу через метафору как системный механизм ее формирования и функционирования. С другой стороны, сама ментальность, возможно, есть не что иное как гипостазированная метафора, выполняющая функцию концептуализации при создании субъективной реальности (модели мира) в групповом и индивидуальном сознании.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Арьес Ф. Человек перед лицом смерти.-М., 1992. -528 с.
2. Бендлер Р., Гриндер Дж. Структура магии/в 2-х т. /-СПб., 1993. -Т. 1-202 с., Т. 2-220 с.
3. Гуревич А. Я. Исторический синтез и Школа "Анналов"-М., 1993. -328 с.
4. Ле Гофф Ж. Цивилизация средневекового Запада.-М., 1992. -376с.
5. Лотман Ю. М. Беседы о русской культуре.-СПб., 1994. -399с.
6. Новик Е. С. Архаические верования в свете межличностной коммуникации //Историко-этнографические исследования по фольклору — М., 1994, с. 110-163.
7. Теория метафоры/ред. Н. Д. Арутюнова. -М., 1990. -511с.
8. Франкфорт Г., Франкфорт Г. А., Уилсон Дж., Якобсен Т. В предверии философии. Духовные искания древнего человека.-М., 1984. -205С.
9. Юнг К. Г. Проблемы души нашего времени.-М., 1994. -336С.
10. Cassirer E. An essay on man: An introduction to the philosophy of human culture — New Haven, 1962-237р.

## СЕМАНТИЧЕСКИЕ И ПРАГМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕВОДА ФРАНЦУЗСКОЙ ФРАЗЕОЛОГИИ

С. Г. Скороходько

Фразеологическая подсистема любого языка — это одна из наиболее специфических его сторон, поскольку в ней отражаются история, обычаи и культура нации, различные ее характерные черты вплоть до способа питания, восприятие погоды и т. п.

Национальный характер словесных образов определяется способом их образования. Как отмечал И. Р. Гальперин, этот процесс движется в направлении, противоположном процессу познания: познания в форме понятий действительности реализуется в эстетической функции в образах и представлениях. [5, с.106]

Представляется целесообразным опираться на классификацию французских фразеологов А. Г. Назаряна (10). Она базируется на критерии наличия семантического преобразования компонентов фразеологической единицы (ФЕ), выдвинутом в свое время Б. А. Лариным [9] и В. Г. Гаком. [4, с.239] Кроме того, стилистические функции ФЕ и, главное, выбор способов передачи их в переводе неразрывно связано со степенью и характером семантических трансформаций. Релевантность этого критерия для переводоведения отмечал также Я. И. Рецкер. [11, с.146–147]

Наиболее распространенным видом трансформации является переосмысление, то есть любой семантический сдвиг, ведущий к утрате прямого значения компонентов. Полное переосмысление происходит на базе тропезации словосочетаний, а большинство образных ФЕ являются метафорами. Фразеологизированная метафора — явление словарное, поэтому ее удаленность от индивидуального образования способствует воссозданию ее на иноязычной почве. [8, с.36]

Переводимость образных ФЕ в значительной мере зависит от того, насколько социокультурный опыт и семантико-прагматические ассоциации, являющиеся базой метафор, важны для носителей языка перевода (ПЯ). То, что привычно для носителей языка оригинала (ИЯ), может быть весьма удивительным для других, и это нельзя не учитывать переводчику. Великий Аристотель справедливо заметил, что нельзя превращать текст в загадку. [1, с.77] Иными словами, метафора должна иметь основание во внеязыковой реальности, и переводчик не может забывать о прагматической адекватности своего текста (ПТ).

Частая семантическая трансформация компонентов ФЕ происходит за счет ослабления их лексических значений, которые становятся переносно-обобщенными. Это — главным образом компаративные ФЕ и их эквиваленты с гиперболическим определением: *bête à manger du foin, il ment comme il respire*. Такие ФЕ часто строятся на реалиях, что придает им особое своеобразие, например *fin comme Gribouille qui se cachait dans l'eau de peur de se mouiller* (персонаж народных сказок, толичавшийся глупостью); *haut comme un baobab* — в центрально-африканских вариантах французского языка.

Передача пословиц и поговорок в переводе — интересная и сложная проблема теории, практики и критики перевода. Переводчик должен быть знаком с фольклором на ИЯ и ПЯ и все время балансировать, стараясь переводить так, чтобы это было близко к ПЯ и, вместе с тем, чтобы чувствовался фольклор. [8, с.42] Знаки истории, этнографии, тонкое чувство обоих языков, точность и творческая фантазия должны дополнять друг друга.

Следующая разновидность ФЕ отличается присутствием архаичного лексико-синематического компонента, например, *les neiges d'antan* (от лат. *ante annum* "прошлый год" — начиная с XVI века значение расширилось до "все предыдущие годы"). Среди них также немало библеизмов: *l'arche et l'omega, vieux comme Herode* (родоначальник династии иудей-

ских правителей Ирод Великий, умерший в 4 г. до Рождества Христова), применяется, в основном, по отношению к неодушевленным предметам. Проблема перевода библеизмов, представляется весьма сложной, хотя известно, что Библия переведена полностью на 210 языков, и частично — на тысячу с лишним. [12, с.11] Дело в том, что библеизмы в западных языках, с одной стороны, и в восточно-славянских — с другой, не являются полностью эквивалентными между собой. Полный эквивалент — это, по определению О. С. Ахмановой, "единица речи ..., способная выполнять ту же функцию, что и другая единица речи" [2, с.522], иными словами, тут следует учитывать не только предметнологическое значение выражения, но и его образность, структуру, а также функционально-стилистическую и экспрессивную коннотации. Дистанция между русским и украинским языками и переводом Библии на церковнославянский язык больше, чем между западными языками и соответствующими переводами Библии. У славянских библеизмов окраска торжественности сильнее.

В переводческой литературе встречаются утверждения о наличии корреляции между типом ФЕ и предпочтительным способом перевода. [8] Однако на французско-русском и французско-украинском материале вопрос, насколько известно, не рассматривается. Между тем, это представляется достаточно актуальным и обусловлено как чисто теоретическим интересом, так и практическими потребностями. Попытка такого анализа сделана на материале "Французско-русского фразеологического словаря". В переводе известны три основных способа воссоздания семантики и прагматики ФЕ в переводе: а) полные и частичные эквиваленты-фразеологизмы, а при их отсутствии, либо б) калькирование, либо в) перифраза.

О полной эквивалентности можно вести речь лишь тогда, когда совпадают все вышеперечисленные компоненты, напр.: *jour et nuit (nuit et jour)* — день и ночь. Таких пар почти не существует по понятным причинам. Существует, кроме того, понятие фразеологических конгруэнтов. [7, с.62-63] Оно отличается от предыдущего лишь названием незначительных лексико-грамматических расхождений, вызванных особенностями системы и нормы сопоставляемых языков, напр. *voir de ses propres (deux) yeux* — видеть собственными глазами. Они также обеспечивают адекватную передачу. Гораздо чаще, однако, приходится иметь дело с частичными эквивалентами, также обеспечивающими адекватность: *des bruits courent* — ходят слухи; *hausser (lever) les épaules* — пожимать плечами и т.п.

Наличие адекватных соответствий зависит от степени близости языков и интенсивности контактов. Так, статистика свидетельствует, что между английским и украинским таких эквивалентов менее 10, а между русским и польским — более трети. [6, с.10; 8, с.61] Полностью адекватны, например, такие пары ФЕ с соматизмами, как *ne pas quitter des yeux (de l'oeil)* — не спускать глаз; *verser des larmes de sang* — плакать кровавыми слезами (последняя основана на гиперболе в сочетании с метафорой). Присуща адекватность и метонимическим соответствиям, напр.: *gagner son pain à la sueur de son front* — зарабатывать на хлеб в поте лица (своего).

Очень мало частичных эквивалентов у французских ФЕ с опорным компонентом *soeur*. Удалось встретить лишь один, да и то основанный на смене опорного слова: *j'ai le coeur gros* — душа болит. Следует, правда, отметить, что таких эквивалентов больше в украинском языке, напр. у Т. Шевченко: "Болить сердце, як згадаеш: Старих слов'ян діти впились кров'ю". [14, с.114-115]

Сравнения, основанные на понятиях или образах, не чуждых славянским языковым коллективам, вполне поддаются переводу соответствиями, напр. — *blanc comme une feuille* и его частичный эквивалент "дрожать, как осинового листа". Дело в том, что, во-первых, именно форма осинового листа придает ему свойство дрожать при малейшем дуновении ветра. Имеется тут и аллюзия на то, что крест, на котором распяли ХРИСТА, был осинового, и

это заставляет ее дрожать от стыда. Наконец, внутренняя форма лексемы *tremper* (осина) также намекает на ее способность дрожать. Поэтому можно рекомендовать переводчикам как-то учитывать эти особенности, возможно, прибегая к аллюзии.

ФЕ, образованные способом ослабления лексического значения, имеют в большинстве случаев чисто национальный характер. Поскольку ослабление затрагивает все или большинство компонентов, очень немногие ФЕ этого типа имеют соответствия или конгруэнтны по образцу *advienne que rouga-будь, что будет*. Относительно пары ФЕ с историзмом *donner (offrir) son obole* (вносить свою лепту) следует отметить, что они равнозначны, а расхождение — чисто лексическое: *obole* — это название древнегреческой монеты (= 1/6 драхмы) или же средневековой французской монеты достоинством в полдинара. Французские переводчики Библии заменили греческую монету лепту на нечто более близкое своему читателю, а церковнославянские сохранили это название. Имеется и стилистическое различие. Лепта воспринимается как нечто чуждое, а *obole* — как свое, обросшее фигуральными употреблениями, хотя и архаичное.

Представляется, однако, что фразеологических эквивалентов в русском (украинском) и французском относительно немного, не более упомянутых выше 10 %. Поэтому, в основном, переводчикам приходится иметь дело с безэквивалентной фразеологией. А калькирование возможно лишь при наличии достаточной мотивации семантики ФЕ значениями ее компонентов. В современных условиях оно становится все более желательным ради того, чтобы читатель постоянно ощущал, что знакомится с произведением, написанным на чужом языке, связанным с иной культурой. Нельзя вместе с тем забывать, что при калькировании образ, являющийся в подлиннике стертым, становится для читателя ПТ оригинальным. Как правило, окказиональные ФЕ живут недолго, существуют лишь в рамках одного ПТ, напр.: *palé comme un mort* — бледный, как мертвец.

Среди слоев французской фразеологии, которые могут подвергаться калькированию, назовем компаративные ФЕ: *être jaloux comme un tigre* — быть ревнивым, как тигр; *jaune comme de la cire* — желтый, как воск; *travailler comme un marseillais* — работать, как будто нанялся. Как правило, калькируются лишь ФЕ, являющиеся для ПЯ лишь ассоциативной лакуной, но не денотативной. Калькирование дает возможность хотя бы частично воссоздать семантику и прагматику ФЕ в переводе.

В других случаях переводчик вынужден прибегать к дескриптивному, или нефразеологическому переводу. [З, с.193] Этот прием передачи безэквивалентных ФЕ состоит в использовании в ПТ словосочетаний или слов, в какой-то мере эквивалентных. При этом утрачивается образ, а также стилистико-функциональные и экспрессивные коннотации. Воссоздается же, в основном, денотативное значение и иногда отдельные коннотативные семы.

Чаще всего нефразеологический перевод применяется при воссоздании семантики национально-самобытной лексики, реалий, галлицизмов, связанных со способом мышления нации, национальной картиной мира, напр.: *s'en aller comme une chandelle* — медленно угасать (о человеке). Кроме лингвистических лакун, дескриптивному переводу чаще всего подвергаются переосмысленные, в частности, метафоризованные ФЕ, поскольку они в силу необычности переноса не поддаются калькированию. Такими являются, например: *faire peau neuve* — совершенно перегородится, круто изменить свои взгляды, образ жизни; *avoir le coup de foudre* — влюбится с первого взгляда; *un cordon bleu* — искусная кухарка и др. Переводчики часто используют перифразу и при воссоздании смысла ФЕ метонимических, напр.: *une fine lame* — искусный фехтовальщик, *avoir de l'oreille* — обладать музыкальным слухом.

ФЕ с реалиями народного быта прошлого, с семантическими архаизмами и историзмами можно воссоздать лишь описательно, например: *tout de go* — прямо, без обиняков, без цер-

моний (внутренняя форма этой идномы достаточно прозрачна: от глагола *gobes* "глотать, не жуя").

Итак, фразеологизмы передаются в переводе тремя способами: немногочисленными полными и частичными эквивалентами; окказиональными кальками и нефразеологическим переводом. Первым способом чаще передаются метафоризованные переосмысленные ФЕ с опорным компонентом-соматизмом, а также компаративные фразеологизмы. Изредка он применяется и к ФЕ с ослабленным лексическим значением компонентов или с архаичным компонентом. Безэквивалентные ФЕ передаются а) окказиональными кальками семантически мотивированных ФЕ; б) перифразами, что приводит к ощутимым, но неизбежным потерям коннотивной стороны.

Выбор способа перевода определяется и прагматическими факторами, а именно степенью близости ФУ к менталитету читателей ПТ. Переводчик должен стремиться к тому, чтобы не усложнять восприятие ПТ читателями. В частности, калькирование применимо лишь при передаче компаративных ФЕ, а к описательному переводу приходится прибегать в случае галлицизмов, оригинальных или же архаичных метафор и метонимий. Прагматический фактор следует учитывать и при наличии регулярных соответствий: несмотря на интернациональный характер библеизмов им присущ ИЯ и ПЯ различный стилистический потенциал. При невозможности передать его эксплицитно рекомендуется прибегать к аллюзиям. Наконец, передача социокультурного контекста требует от переводчика знаний в области истории, этнографии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аристотель. Поэтика. - К.: Мистецтво, 1967.-84с.
2. Ахманова О. С. Словарь лингвистических терминов. -М.:Сов.энциклопедия,1966.-608с.
3. Влахов С., Флорин С. Непереводимое в переводе. - М.: Международные отношения, 1980.-352с.
4. Гак В. Г. Беседы о французском слове (Из сравнительной лексикологии французского и русского языков). -М.: Междунар.отношения, 1966.-335с.
5. Гальперин И. Р. Очерки по стилистике английского языка. - М.: Изд-во лит. на иностр.яз., 1958.-459с.
6. Гальцепер Ю. П. Вопросы фразеологии и теории перевода (На мат-ле польско-русских и русско-польских переводов художественной прозы): Автореф. дис. ... канд.филол.наук. - Минск, 1975.-21с.
7. Зорівчак Р. П. До методології вивчення фразеологічних одиниць у контрастивних дослідженнях //Нариси с контрастивної лінгвістики. - К.: Наукова думка, 1979.-С.59-65.
8. Зорівчак Р. П. Фразеологічна одиниця як перекладознавча категорія. - Львів: Вища школа, 1983.-175 с.
9. Ларин Б. А. Очерки по фразеологии //Уч.Зап.Ленінгр.гос.ун-та: Сер.филол.наук. - 1956.-N198.-С.42-68.
10. Назарян А. Г. Фразеология современного французского языка. - М.: Высш.школа, 1976.-318с.
11. Рецкер Я. И. Теория перевода и переводческая практика. - М.: Междунар.отношения, 1974.-216с.
12. Nida E. A. Principles of translation nas exemplified by Bible translating // On translation.-N.Y.:Oxford Univ.Press, 1966.-р.11-31.
- 13.Французско-русский фразеологический словарь / Под ред. Я. И. Рецкера.- М.:Гос.изд-во ин. и нац.словарей, 1963.-1112 с.
14. Шевченко Т. Г. Повне зібрання творів: У 6-ти томах.-Т.1.:Поезії 1837-1847.- К.:Вид-во АН УРСР, 1963.-483 с.



## ЛЕКСИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КАК ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕКСИКОЛОГИИ И ГРАММАТИКИ

В. Г. Павлов, кандидат филологических наук, доцент

Традиционно лексическая система описывалась в терминах синонимии, антонимии, лексико-семантических тематических групп, семантических полей. Такие описания, как правило, относились к области семантики и не касались тех аспектов слова, которые всегда считались предметом грамматического анализа.

В последние годы, однако, появляется все больше работ, в которых отсутствует четкая граница между семантическим и грамматическим анализом. Большинство таких работ носят программный характер и скорее декларируют направление и цели исследования, чем предлагают конкретное системное описание строя языка.

К таким работам можно отнести предложенную А. В. Бондарко программу построения функциональной грамматики русского языка, исходным объектом которой являются функционально-семантические поля (ФСП). Под ФСП понимается "понятие, отражающее языковое содержание и языковое выражение в их единстве, относящемся к строю данного языка". [1] Причем объектами исследования являются аспектуальность, темпоральность, модальность, качественность, количественность и т.д. — они составляют языковое содержание полей; и грамматические (морфологические и синтаксические) средства, лексические, лексико-грамматические и словообразовательные элементы — они представляют собой средства языкового выражения поля. [2]

Тенденция к объединению семантического и грамматического описания строя языка наблюдается как в отечественном, так и западно-европейском языкознании. Так, после многолетнего увлечения структурализмом и всякого рода порождающими и трансформационными моделями языка, начала развиваться "Системная лингвистика", направление, основные положения которого разработаны М. А. К. Халидеем и изложены К. С. Батлером в одноименной книге. [3]

Подход к описанию лексической системы английского языка, предлагаемый в настоящей статье, также относится к междисциплинарным лексикограмматическим исследованиям. Реализация данного подхода позволила получить семантико-функциональную классификацию английской лексики, которая не противоречит традиционному выделению в словарном составе английского языка частей речи и семантических полей, а напротив, выявляет характер и уровни соотношения этих разноплановых категорий.

### СООТНОШЕНИЕ ЧАСТЕЙ РЕЧИ И СЕМАНТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Части речи, называемые также грамматическими, грамматико-семантическими, лексико-грамматическими классами слов, выделяются по четырем фундаментальным параметрам: категориальному значению, синтаксическому функционированию, морфологическим категориям и типам словообразования. Для того, чтобы подчеркнуть главенство первых двух параметров, в настоящей работе части речи именуются семантикофункциональными классами слов. Этот термин не нов, но он лучше других отражает тот факт, что части речи "выделяются по семантико-функциональному признаку. Конечно, должны приниматься во внимание и другие критерии их различения, если структура данного языка позволяет их учитывать, но не эти признаки являются определяющими". [4]

Такая точка зрения хорошо согласуется со взглядами А. А. Потебни, Л. В. Щербы, В. В. Виноградова, а в отношении английского языка, относящегося к языкам аналитического

строю, она является единственно возможной. Поэтому остается лишь согласиться с Б. А. Серебренниковым в том, что "при определении частей речи следует положить в основу учение о функционально-семантических разрядах. В этом самое главное. Второстепенным объектом изучения являются различные степени морфологизации частей речи, дающие очень пеструю картину в разных языках. Слабая морфологическая оформленность не означает отсутствие разряда. Функционально-семантические разряды—основа учения о частях речи". [5]

Распределение слов по частям речи не является окончательным этапом семантико-функциональной классификации. Анализ лексики английского языка показал, что в рамках частей речи на основе критериев, соотносимых с критериями выделения частей речи, но не эквивалентных им, выделяются семантико-функциональные подклассы. Такими критериями являются категориальное значение подкласса и особенности функционирования подкласса. Количество подклассов знаменательных частей речи английского языка варьируется от трех (наречия) до пяти (глагол).

В семантико-функциональных подклассах частей речи, в свою очередь, выделяются семантико-функциональные разряды или подклассы низших уровней. Разделение по семантико-функциональным признакам проводится до тех пор, пока между выделяемыми группировками слов существуют формальные различия. Объединения слов, не обнаруживающие формальных различий, называются лексико-семантическими группами (ЛСГ). Между членами ЛСГ могут обнаруживаться синонимические и антонимические отношения.

Проиллюстрировать сказанное можно глаголами *fear* и *frighten*. Глагол *fear* наряду с глаголами *dread*, *panic* и др. образует ЛСГ "feel Fear", являющуюся одной из ЛСГ семантико-функционального подкласса второго уровня "Emotional States", противопоставляемого на данном уровне подклассам "Intellectual States", "Relations", "Perception", которые выделяются в рамках подкласса первого уровня "States". На первом уровне разбиения, кроме "States" в рамках английского глагола выделяются подклассы "Events", "Processes", "Actions", "Causative Verbs". Последние, подобно "States", также подразделяются на подклассы низших уровней: "Cause — States", "Cause — Events", "Cause — Actions". В подкласс "Cause — States", наряду с другими ЛСГ, входит ЛСГ "Cause Fear", членом которой являются *frighten*, *scare*, *terrify* и др. Сказанное можно изобразить следующим образом.

ЧАСТИ РЕЧИ:

ПОДКЛАССЫ  
(1 УРОВЕНЬ)

ПОДКЛАССЫ  
(2 УРОВЕНЬ)

ЛСГ:

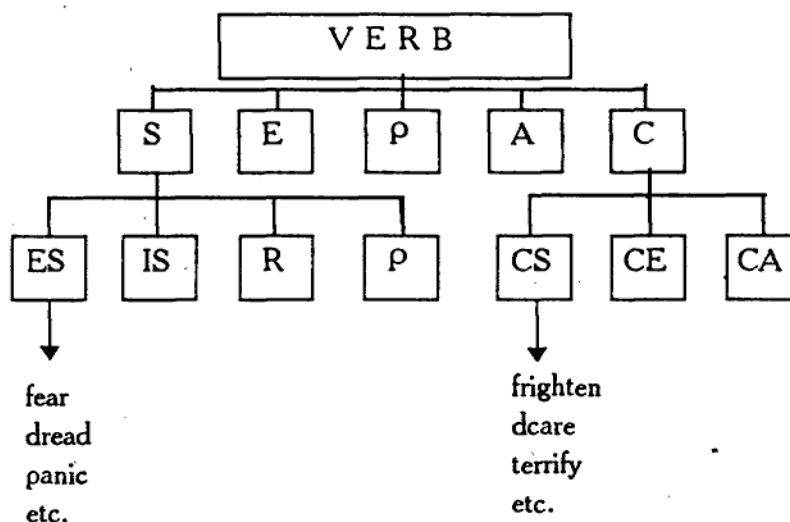


Рис. 1.

Глаголы, входящие в состав ЛСГ "Feel Fear" отличаются от глаголов ЛСГ "Cause Fear" по ряду семантико-функциональных признаков (категориальное значение "state" vs. "causation", способность первой ЛСГ и способность последней употребляться в повелительном наклонении, формах Continuous и т.д.). Между тем, их лексическое значение содержит сему "fear", которая является основанием для объединения их в одно семантическое поле — семантический класс слов, объединяющий лексические единицы, относящиеся к разным подклассам и разным частям речи.

Семантические поля членимы на микрополя, последние же включают в свой состав ЛСГ, которые являются областью пересечения семантико-функциональных классов и подклассов, с одной стороны, и семантических полей, с другой. Упрощенная схема их соотношения показана на рис. 2.

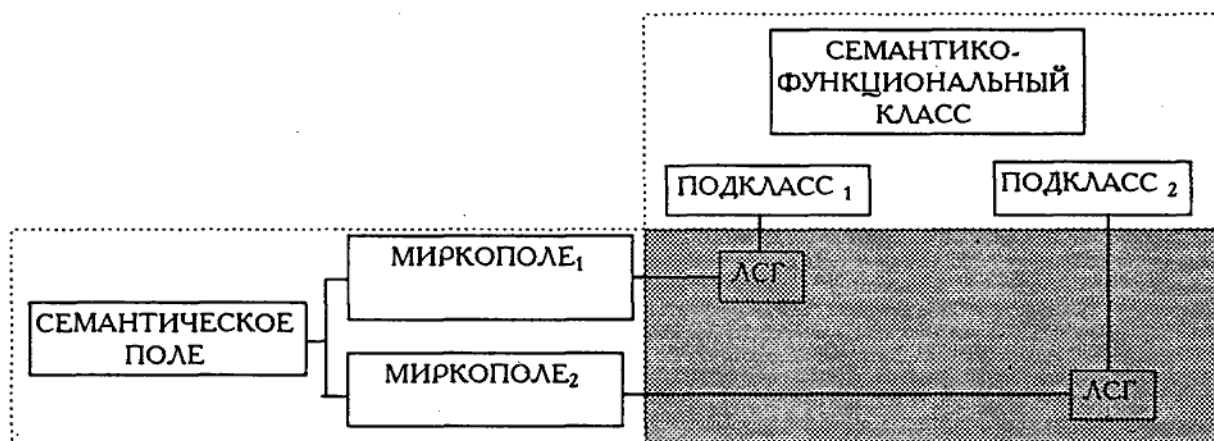


Рис. 2.

Данная схема не показывает всю иерархию семантико-функциональной и семантической классификации, а иллюстрирует соотношение лексических категорий, свойственное всем частям речи. Поскольку методика выделения лексических категорий разных уровней освещалась нами достаточно подробно [6,7], остается показать динамику данной системы на примере лексического варьирования.

## ТИПЫ ЛЕКСИЧЕСКОГО ВАРЬИРОВАНИЯ

Представленная выше модель лексической системы позволяет полнее описать и по-новому объяснить варьирование лексических единиц, которое характеризуется тремя типами. К первому типу относится семантико-функциональное варьирование, представляющее собой деривационный процесс, в результате которого происходит изменение категориального значения, функций и синтагматического потенциала лексических единиц при сохранении элементов лексического значения. Этот тип варьирования хорошо изучен на уровне частей речи и именуется конверсией. Незавершенность теории подклассов частей речи имела следствием плохую изученность семантико-функционального варьирования на уровне подклассов частей речи. По сути же конверсия и семантико-функциональное варьирование представляет собой одно и то же явление, происходящее на разных уровнях языковой системы. Продемонстрировать этот тип варьирования можно, например, событийным и каузативным вариантами глагола float: The log was floating in the river; They floated logs down the river; количественным и модальным вариантами наречия amazingly: He is amazingly clever; Amazingly, he did not come.

Интересно в этом отношении сравнить рассматриваемое здесь семантико-функциональное варьирование с явлением, называемым в "Грамматике" Р. Кверка и др., "change of secondary class", которое описывается в разделе "Конверсия", но, к сожалению, только фрагментарно и только на примера глагола и прилагательного. Второй тип варьирования, хорошо изученный и описанный в лингвистической литературе, представляет собой лексико-семантическое варьирование, в результате которого происходит изменение лексического значения при сохранении семантико-функциональных особенностей лексических единиц: She used to dress quite plainly; She used to speak quite plainly.

Третий тип варьирования представляет собой сочетание семантико-функционального и лексико-семантического варьирования: The door is locked, plainly, they have not returned yet. Второй вариант наречия plainly отличается от первого только лексическим значением. Оба относятся к качественным наречиям. Но третий вариант отличается от первого как лексическим значением, так и принадлежностью к другому семантико-функциональному подклассу — он относится к модальному наречиям.

Таким образом, в результате первого типа варьирования изменяется принадлежность лексической единицы к семантико-функциональному классу, подклассу, при втором — принадлежность к семантическому полю, микрополю, при третьем — лексическая единица переходит в другой семантико-функциональный класс (подкласс) и в другое семантическое поле (микрополе) одновременно.

На рис. 3 изображен потенциал варьирования лексических единиц.

Лексическая единица А может характеризоваться варьированием на уровне частей речи, семантических полей, или обоими типами одновременно, а лексическая единица В может характеризоваться указанными типами варьирования, но только на уровне подклассов и микрополей.

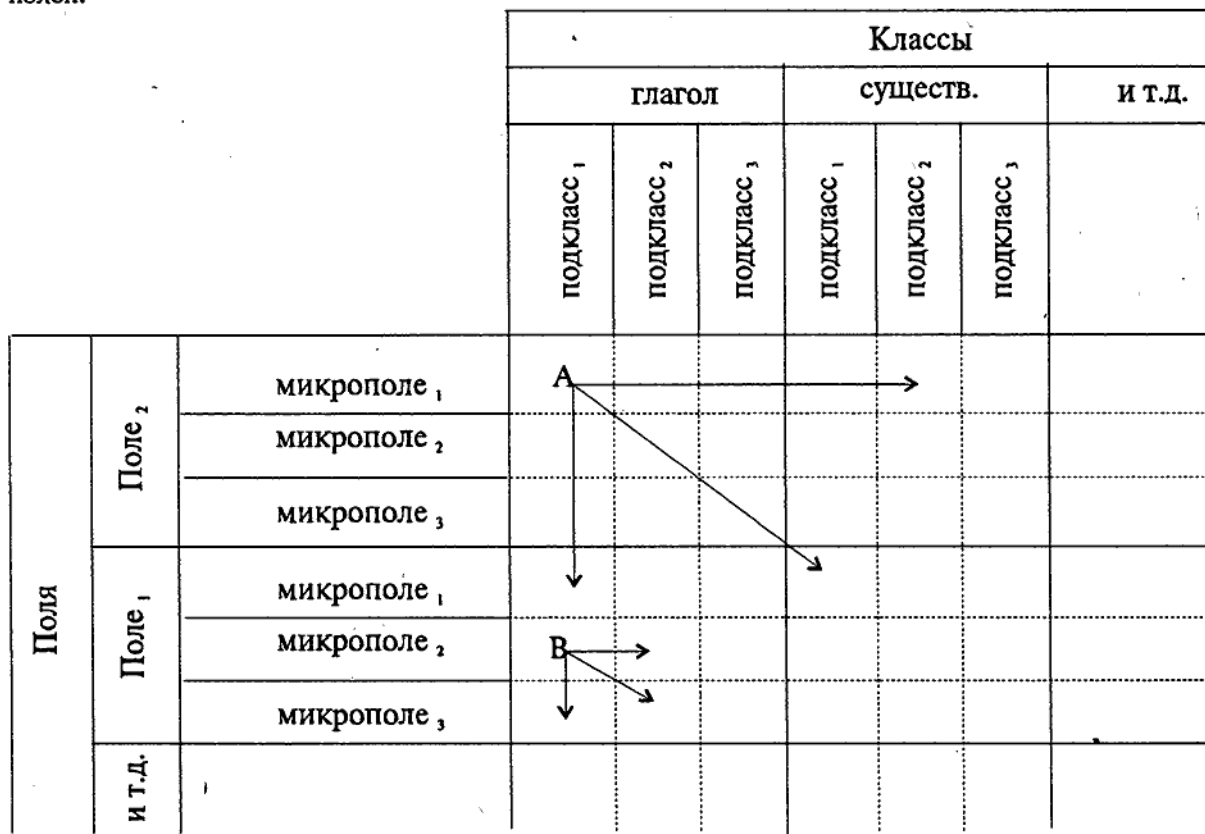


Рис. 3.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Плодотворность семантико-функционального подхода к исследованию лексической системы заключается не только в том, что была получена многоплановая классификация словарного состава английского языка, но и в том, что он позволил продолжить разработку теорий подклассов частей речи и описать область пересечения частей речи и их подклассов (традиционно изучавшихся грамматикой) с семантическими полями (обычно относившихся к области семасиологических исследований).

В результате стало возможным впервые описать грамматические категории, ранее не выделявшиеся ни отечественными, ни зарубежными лингвистами. Например, подкласс событийных глаголов и подкласс качественно-обстоятельственных наречий не находят отражения ни в одной из известных нам классификаций, включая такой авторитетный труд, как *A Comprehensive Grammar of the English Language*.

Семантико-функциональный подход, помимо описания лексической системы, позволяет прогнозировать направления варьирования лексических единиц как по линии семантико-функциональных классов (подклассов), так и по линии семантических полей (микрочастиц).

Так, зная, что наречие *surprisingly* кроме качественного семантико-функционального варианта (*He adopt himself surprisingly*) может иметь количественный (*He is surprisingly clever*) и модальный (*Surprisingly, he did not come*) варианты, можно с полной уверенностью предположить, что наречие *astonishingly*, относящееся к той же ЛСГ, может функционировать таким же образом.

Потенциал варьирования по линии семантических полей можно показать на примере глагола *whistle*: первый относится к семантическому полю "звучание" (*He whistled loudly*), другой — полю "Перемещение в пространстве" (*Bullets whistled over his head*). Можно без ошибочно предположить, что и другие глаголы звучания могут употребляться для обозначения движения (*The train coughed away*).

Вполне очевидно, что семантико-функциональный подход может использоваться в самом широком диапазоне лингвистических дисциплин — от методики преподавания до функциональной грамматики и лексикографии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарко А. В. Основы построения функциональной грамматики (на материале русского языка). - Изв. АН СССР, сер. лит. и яз., 1981, т. 40, № 6, с. 487.
2. Проблемы функциональной грамматики М.: Наука, 1985.
3. Ch. S. Butler. *Systemic Linguistics. Theory and applications*. London, Batsford, 1985.
4. Серебрянников Б. А. Сводимость языков мира, учет специфики конкретного языка, предназначенность описания. В кн. Принципы описания языков мира. М.: Наука, 1976, с. 27
5. Там же, с. 27
6. Павлов В. Г., Керим-Заде И. А. Формально-семантическая организация частей речи. В кн.: Формально-семантические корреляции языковых единиц. - К.: УМК ВО, 1989.
7. Pavlov V., Kerim-Zade I. *Semantico-Functional Variability of Words and the Teaching of Vocabulary to Advanced EFL Students*. *Applied Linguistics*, Vol. 10, No. 4, Oxford University Press, 1989.
8. Quirk R. et al. *A Comprehensive Grammar of the English Language*. London and New York: Longman, 1985

## ЕЩЕ РАЗ О ЯЗЫКЕ НАУКИ

Г.Ю.Богданович, кандидат филологических наук, доцент

Термины, терминосистемы и технология как целый лексический пласт были предметом анализа многих работ лингвистического, логического и конкретно научного содержания.

Лингвисты изучают термины, естественно, как языковой материал. Лингвистический аспект анализа терминологии выдвигает ряд актуальных вопросов, которые в сумме могут дать достаточно полную общую лексикологическую, грамматическую, словообразовательную характеристику.

Для объективного выделения и оценки признаков, которыми обладает терминология, важно определить ее место в структуре современного языка, так как ни одно явление в языке не может быть понято без учета системы, к которой оно принадлежит.

Естественной средой для терминологии является самостоятельная функциональная разновидность общелитературного языка, традиционно именуемая языком науки.

Язык науки можно соотнести с самостоятельным понятием, соответствующим самостоятельной функциональной разновидности общелитературного языка. Функции языка науки полностью не "накладываются" на функции общелитературного языка, поскольку язык науки является средством познания действительности, средством фиксации хранения, передачи информации о результатах исследовательской и практической деятельности.

Набор материальных единиц языка науки не исчерпывается средствами выражения общелитературного языка. Он шире настолько, что выходит за рамки не только общелитературного, но и общенародного языка.

По отношению к общелитературному языку "язык науки" с одной стороны, более узкое понятие, поскольку языку науки не свойственны все функции общелитературного языка; с другой стороны, язык — более широкое понятие по сравнению с общелитературным языком, так как язык науки включает в себя специальную терминологию, которой именуются научные понятия, стоящие за пределами обычной, непрофессиональной сферы общения.

Лексика языка науки неоднотипна. Более или менее четко в ее составе можно выделить три относительно самостоятельных слоя:

- 1) нетерминологическая лексика (знаменательные и служебные слова общелитературного языка);
- 2) общенаучная лексика (специальные слова научной сферы общения);
- 3) терминологическая лексика (специальные слова конкретных терминосистем).

Терминология естественным образом входит в состав лексики языка науки. Никакой другой лексической системе терминология не принадлежит и принадлежать не может. У терминологии свое, особое назначение, реализация которого возможна только в языке науки. Терминами именуются специальные понятия, которые возникают не в обиходе, а в соответствующих областях научной и практической деятельности.

Терминология составляет основной, но не единственный пласт лексики языка науки, функционирует она не изолированно, а в окружении обычных, общепонятных слов, при этом почти всегда в любом специальном тексте можно отграничить систематически обычные слова от специальных. Основание для такого отграничения — соотнесенность терминов и обычных слов с различными понятиями. Термины всегда соотнесены со специальными понятиями в отличие от общеупотребительных слов, которые соотносятся с понятиями неспециальными.

Под термином мы понимаем слово или словосочетание, используемое для логически точного определения специального понятия, установления содержания понятия, его отличительных признаков.

Следовательно, для терминов (в отличие от нетерминов, т.е. любых слов вообще) основной характерной функцией является функция определения, называемая дефинитивной, а само терминологическое раскрытие содержания понятия — дефиницией.

Термину "терминология" соответствуют два понятия. Более широкому понятию терминологии соответствует общая совокупность терминов всех областей деятельности. Более узкому понятию — совокупность терминов одной области знания (одной науки или научного направления), отражающую соответствующую совокупность понятий.

При анализе терминологии в отношении основных источников ее формирования и пополнения необходимо различать, с одной стороны, те источники, которые поставляют в терминологию готовые языковые единицы (заимствования); с другой стороны, те источники, из которых берутся "полуфабрикаты" (создание терминов из корней и префиксов классических языков); с третьей — те источники, которые создают термины собственными силами (словообразовательный аппарат данного языка с особенностями, которые вырабатывает терминология). Заимствования в терминологии неоднородны. А. А. Реформатский выделяет несколько таких заимствований. Это употребление в качестве термина слова, взятого из общелитературного языка, т.е. из литературного языка в специальную терминологию берется слово ("языковая оболочка"), которое наполняется новым, специальным содержанием. Положительная сторона здесь в том, что свой словарный состав язык сохраняет и не засоряется в общем понятным любому говорящему на данном языке.

Но этот тип заимствования имеет свои недостатки. Прежде всего слово как термин имеет иное значение, метафорическое, а иной раз и метонимическое, что еще труднее разгадать, исходя из основного и прямого значения. Получается, что понимая значение обычного слова, не всегда легко понять значение термина: например, вид — внешность, наружность и термин вид — категория, выражающая отношения между классами (грамматическая категория глагола). Возможность достаточного контекста спасает эти термины от неправильного понимания, но не всегда приводит к правильному пониманию специального слова.

Во избежание этих неясностей терминология часто "отграничивает" термины от обычных слов фонетически и грамматически. Так, в философской терминологии нормальной считается форма мышление в отличие от общеупотребительной мысль.

В словообразовании производных терминов также может возникать различие: так, от слова вид (в значении "внешность, наружность") образуется прилагательное видный (видный человек), а от философского термина вид — видовой.

При использовании в качестве термина слова, взятого из общелитературного языка, возникают такие нежелательные явления, как полисемия, синонимия, омонимия.

Средств формирования терминологии немного, и это вполне отвечает общей тенденции развития системы словообразования в языке науки — сосредоточению, специализации нескольких продуктивных моделей на выражение определенных категорий понятий.

Общая отличительная черта терминов как языковых единиц — их словообразовательная производность, какими бы способами они ни были созданы. Термин может быть отдельным производным, производным, сложным, сложносокращенным словом или словосочетанием, но при этом он остается единственным знаком, выражающим единое понятие.

В. П. Даниленко считает, что наиболее типичными и общим для терминологического словообразования чертам являются следующие:

- 1) термины создаются только для нужд специальной (не общей) коммуникации;
- 2) терминотворчество — процесс сознательный (не стихийный);
- 3) терминология — процесс контролируемый, регулируемый;

- 4) словообразовательный акт в терминологии предполагает, кроме собственно деривационной операции, словесное раскрытие содержания терминируемого понятия;
- 5) для термина предпочтительна прозрачная внутренняя форма;
- 6) конкретный акт терминологического словообразования находится в зависимости от классификации понятий.

Терминообразование широко использует международный словообразовательный фонд, составляющий, как правило, однозначные, семантические стандартные терминологические элементы.

Философские термины, например, представлены различными частями речи. Значительная часть терминов выражена именами существительными. В словарях часто встречаются термины — прилагательные, реже — термины — глаголы. Возможно использование в качестве терминов и местоимений.

Терминам, как и словам общелитературного языка, присущи грамматические категории, которые функционируют в терминологии так же, как и в морфологии литературного языка, имея, однако, некоторые особенности. Это относится к категории числа, к степеням сравнения качественных прилагательных, к употреблению имен собственных в терминологии.

Философские термины, как и слова общелитературного языка, делятся на семантические группы. Для семантической системы терминологии характерны: определенная последовательность значений и иерархические отношения значений внутри каждой ее категории.

В идеале термин должен быть однозначен, но при функционировании возникает целый вид типичных ситуаций, когда неизбежно происходит нарушение симметрии знака и означаемого. При этом в действие вступают общеязыковые лексико-семантические процессы.

Протекание лексико-семантических процессов в терминологии отличается от аналогичных явлений в общелитературном языке. Отличие сводится к тому, что эти процессы не затрагивают характерных лексикосемантических признаков терминологии. Они протекают в тех пределах, которые не нарушают семантической определенности термина.

В философской терминологии, например, многозначность является результатом переноса значений только на основе метонимии и синекдохи.

Явление омонимии в терминологии представлено также не всеми своими разновидностями, а, главным образом, той, при которой полисемия настолько расходится, что становится омонимией.

Терминологической лексике, в отличие от общелитературной, не свойственны стилистические синонимы. В данном лексическом пласте реализуются, в основном, семантическая разновидность синонимии со свойственными ей функциями замещения.

Таким образом, язык науки квалифицируется как самостоятельная функциональная разновидность общелитературного языка, стоящая в одном ряду с другими функциональными разновидностями — языком художественной литературы и разговорно-бытовой речью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Даниленко В.П. Русская терминология — М.: Наука, 1977.
2. Реформатский А.А. Введение в языковедение — М.: Просвещение, 1967
3. Русская грамматика (В двух т.Т.1) — М.: Наука, 1982



## УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ № 2 (41)

СИМФЕРОПОЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Математика. Физика. Химия. Биология.  
Физическая культура.СИНТЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ДИСКРЕТНЫХ ЗАДАЧ  
ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ НЕПОЛНЫХ ДАННЫХ

В.И.Донской, доктор физико-математических наук, профессор

Введение

Пусть  $X$  - произвольное множество альтернатив, в котором полагаются существующими подмножества, называемые множеством допустимых альтернатив  $X$  и множеством наилучших альтернатив  $\{x^*\}$ , такие, что  $\{x^*\} \subset X \subset X$ . Предполагается, что все элементы в  $\{x^*\}$  равноценны по некоторому целевому критерию выбора. Подмножество  $\{x^*\}$ , способ его выявления и даже само множество  $X$  не заданы полностью: существует лишь некоторая информация  $I_0 = I_0(X, \{x^*\})$ , на основе которой формулируется задача  $D$ : используя информацию  $I_0$ , отыскать в  $X$  множество наилучших альтернатив  $\{x^*\}$  или хотя бы один из элементов этого множества.

Пусть  $\{I\} = \{I(X), \{x^*\}\}$  - множество различных информаций; элементы множества  $\{I\}$  будем обозначать символами  $I_0, I_1, \dots$ . Пространством возможных информаций  $J$  будем называть замыкание множества  $\{I\}$  относительно любого числа объединений и пересечений его элементов.

Множество всех альтернатив  $X$  таких, что наличие информации  $I_0$  влечет истинность предиката " $x \notin \{x^*\}$ " обозначим  $\overline{\mathfrak{R}}_0$ ; множество  $\mathfrak{R}_0 = X \setminus \overline{\mathfrak{R}}_0$  назовем исходной областью неопределенности выбора альтернатив в задаче  $D$ ; любое множество  $\mathfrak{R} \subseteq \mathfrak{R}_0$  назовем областью неопределенности.

Решение задачи  $D$  предполагает синтез алгоритма  $A$ , реализующего отображение

$$A: J \rightarrow 2^X,$$

где  $2^X$  - булеан множества  $X$ . Будем обозначать  $\{A\}$  - множество любых таких алгоритмов и  $A_0, A_1, \dots$  - его произвольные элементы.

Алгоритм  $A$  называется точным на информации  $I \in J$ , если  $A(I) \subseteq \{x^*\}$  и абсолютно точным, если  $A(I) = \{x^*\}$ . Если для информации  $I$  найдется точный (абсолютно точный) алгоритм  $A \in \{A\}$ , то эта информация называется полной (абсолютно полной). В противном случае информация  $I$  называется неполной, и речь идет о неполных данных.

Алгоритм  $A$  называется согласованным с информацией  $I$  для задачи  $D$ , если  $\{x^*\} \subseteq A(I) \subseteq \mathfrak{R}_0$ . Если к задаче  $D$  применен согласованный алгоритм  $A$ , то получено множество  $\mathfrak{R}_A = A(I_0)$  такое, что  $\{x^*\} \subseteq \mathfrak{R}_A$ . Полученное соотношение есть ни что иное, как некоторая информация о множестве  $\{x^*\}$ , которую обозначим  $I_A$ . Эта инфор-

мация, вообще говоря, может пополнить исходную информацию  $I_0$  и позволить далее располагать информацией  $\hat{I}_0 = I_0 \cup I_A$ .

Пусть имеется начальная информация  $I_0 \in J$ . Любую информацию  $I_1 \in J$  будем называть дополнительной, если  $I_0 \neq I_1 \neq \emptyset$ . Дополнительная информация  $I_1$  называется сужающей, если найдется такой согласованный алгоритм  $A_1 \in \{A\}$ , что выполняются включения:  $A(I_0) \supset A_1(\hat{I}_0 \cup I_1) \supseteq \{x^*\}$ , где  $A$  - произвольный согласованный алгоритм.

Последовательный процесс сужения области неопределенности при решении задачи  $D$  с исходной информацией  $I_0$  состоит в нахождении такой последовательности дополнительных информаций  $I_1, \dots, I_k$  и синтеза таких алгоритмов  $A_0, A_1, \dots, A_k$ , что

$$A_0(I_0) \supset A_1(\hat{I}_0 \cup I_1) \supset \dots \supset A_k(\hat{I}_{k-1} \cup I_k) \supseteq \{x_k^*\}.$$

Принцип наибольшего сужения области неопределенности в случае конечных дискретных множеств предполагает использование дополнительной информации и выбор алгоритмов так, чтобы мощность множества  $\{\mathfrak{R}_{j-1} \setminus \mathfrak{R}_j\}$  была как можно большей,  $\mathfrak{R}_j = A_j(\hat{I}_{j-1} \cup I_j)$ ,  $j = \overline{1, k}$ .

В данной статье рассматривается класс задач дискретной оптимизации, для которых имеются неполные данные о некоторых компонентах модели

$$\text{extr } f(\tilde{x}) / \tilde{x} \in \Omega \subset B^n; B^n = \{0, 1\}^n;$$

$$f: B^n \rightarrow R; \tilde{x} = (x_1, \dots, x_n).$$

Иначе говоря, предполагается существование функции  $f$  и непустого множества  $\Omega$ , которые задаются некоторой неполной информацией  $I_0 = I_0(f, \Omega)$ . Нахождение по этой информации  $I_0$  решения

$$\{x^*\} = \text{arg extr } f(\tilde{x}) / \tilde{x} \in \Omega$$

и является решаемой задачей.

### 1. Принципы синтетического подхода.

Существуют разнообразные практические постановки задач дискретной оптимизации с неполной информацией, и применяемые подходы к решению зависят от того, как эта информация представлена.

Целевая функция  $f$  может быть частично задана в некоторых точках-вершинах единичного  $n$ -мерного куба  $B^n$ . Может быть частично задано отношение предпочтения:

$$\rho_\Delta \subset \rho \triangleq \{(\tilde{x}, \tilde{y}), f(\tilde{x}) \leq f(\tilde{y})\}.$$

Множество  $\Omega$  может быть представлено набором прецедентов  $\{M_0 \cup M_1\}$  таким, что точно известно:  $M_0 \subset \Omega$ ,  $M_1 \subset \{B^n \setminus \Omega\}$ . В этом случае для восстановления множества обычно применяют методы эмпирической индукции (распознавание образов) [1]. Возможно частичное задание множества  $\Omega$  некоторой логической системой продукций [2], определяющей алгоритмы вычисления истинности предиката  $g_0(\tilde{x}) \equiv " \tilde{x} \in \Omega "$  на некотором подмножестве  $M_0 \subset \Omega$  и  $g_1(\tilde{x}) \equiv " \tilde{x} \notin \Omega "$  на подмножестве  $M_1 \subset \{B^n \setminus \Omega\}$ .

Дискретные модели оптимизации с неполной исходной информацией представляют подкласс моделей принятия решений, и их изучение и создание соответствующих численных методов имеют важное значение для развития информационных систем поддержки принятия решений и проблематики искусственного интеллекта.

С целью существенного продвижения вперед в области построения дискретных моделей принятия решений, удовлетворения потребностей разработчиков интеллектуализированных систем в информатике, повышения точности и обоснованности решений разработан синтетический подход, основные принципы которого состоят в следующем.

1. Соединение, комбинирование методов принятия решений, использующих различную исходную информацию, существенно дополняющих друг друга, например, эмпирической индукции и дедуктивного вывода на основе баз знаний.

2. Принятие решений на основе синтеза и сопоставления логических описаний областей истинности заключений, построенных различными методами.

3. Привлечение разнообразной дополнительной информации, обеспечивающей наибольшее сужение области неопределенности, выявление и использование для этой цели математических свойств моделей решений - дискретности, линейности, монотонности, соответствия определенной структуре (например, матричной) и т.п.

4. Комбинирование математических методов, привлечение для выбора альтернатив разнообразного математического аппарата, совместно используемого при решении задачи, например, теории игр и минимизации дизъюнктивных форм, методов оптимизации и распознавания образов.

### 2. Каноническое представление задачи.

Обозначим класс псевдодобулевых функций  $PS_2(n) \triangleq \{f: B^n \rightarrow R\}$ .

Определение 2.1. Две формы представления оптимизационной задачи называются эквивалентными, если множества их решений в точности совпадают.

Теорема 2.1. [3]. Для любой задачи условной оптимизации в форме

$$\text{extr } f(\tilde{x}) / \tilde{x} \in \Omega, \tilde{x} \in B^n, \quad (2.1)$$

существуют эквивалентные формы представления:

$$\text{а) } \text{extr } f(\tilde{x}) / h(\tilde{x}) \leq 0, \tilde{x} \in B^n, \quad (2.2)$$

с единственным ограничением в виде нестрогого неравенства, где есть некоторый полином, и

$$\text{б) } \text{extr } f(\tilde{x}) / \bigvee_{j=1}^m x_{j_1}^{\sigma_{j_1}} \& \dots \& x_{j_r}^{\sigma_{j_r}} = 1, \quad (2.3)$$

где  $x^\sigma = x$ , если  $\sigma = 1$ ,  $x^\sigma = \bar{x}$ , если  $\sigma = 0$ .

Представление задачи (2.1) в форме (2.3) будем называть каноническим. Это представление имеет ограничение в виде логического уравнения с дизъюнктивной нормальной формой (ДНФ) в левой части. Такое ограничение называется дизъюнктивным или ДНФ-ограничением.

Каноническое представление задачи (2.3) имеет большое значение для реализации синтетического подхода. В частности, ДНФ-ограничение может быть синтезировано и при помощи индуктивного обобщения неполной информации о прецедентах, и путем построения логического описания области выводимости факта "быть допустимым решением".

Далее приводятся конкретные способы реализации синтетического подхода к решению дискретных задач оптимизации с неполной информацией.

### 3. Сужение области неопределенности на основе дополнительной информации о линейности задачи

Задачи вида

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{max } \sum_{i=1}^n a_i x_i / \sum_{i=1}^n b_{ij} x_i \leq B_j; j = \overline{1, m} \\ x_i \in \{0,1\}; a_i \geq 0; B_j \geq 0; b_{ij} \geq 0; i = \overline{1, n} \end{array} \right. \quad (3.1)$$

называются задачами линейного булевого программирования с неотрицательными коэффициентами.

Зададим функции алгебры логики (ф.а.л.)  $F_j(\tilde{x})$ ,  $j = \overline{1, m}$ , так, что

$$(F_j(\tilde{x}) = 0) \Leftrightarrow \left( \sum_{i=1}^n b_{ij} x_i - B_j \leq 0 \right).$$

Тогда  $F_j$  - монотонные ф.а.л. [1]; функция

$$F_0(\tilde{x}) = \bigvee_{j=1}^m F_j(\tilde{x})$$

также является монотонной и описывает область допустимых решений  $\Omega$  в задаче (3.1):  $\Omega = \{ \tilde{x} \in B^n : F_0(\tilde{x}) = 0 \}$ .

Теперь рассмотрим следующую задачу:

$$\left\{ \begin{array}{l} \max x \sum_{i=1}^n a_i x_i \\ \text{при условии, что заданы подмножества} \\ M_0^f \subset M_0^{F_0}; M_1^f \subset M_1^{F_0} \\ \text{такие, что каждый набор } \tilde{x} \in M_0^f \text{ является} \\ \text{допустимым решением, а каждый набор } \tilde{x} \in M_1^f \\ \text{таким не является;} \\ \tilde{x} \in B^n; a_i \geq 0, i = \overline{1, n}. \end{array} \right. \quad (3.2)$$

В этой задаче предполагается, что существуют множества  $M_0^{F_0} = \{ \tilde{x} \in B^n : F_0(\tilde{x}) = 0 \}$ ,  $M_1^{F_0} = \{ \tilde{x} \in B^n : F_0(\tilde{x}) = 1 \}$ , но  $F_0(\tilde{x})$  — функция, определяющая допустимые решения задачи, — задана частично указанием множеств наборов  $M_0^f, M_1^f$ , т.е. задана некоторая частичная ф.а.л.

Пусть известно, что задача (3.2.) получена как неполное представление задачи (3.1): например, при исследовании заведомо линейной модели не удалось получить полную информацию о ее ограничениях. В таком случае функция  $F_0(\tilde{x})$  является монотонной ф.а.л., и проблема нахождения множества допустимых решений  $\Omega$  сводится к отысканию монотонной функции  $F_0(\tilde{x})$ .

**Теорема 3.1.** [1] . Функция  $f \in P_2(n)$ , не являющаяся константой, монотонна в том и только в том случае, если для любых пар вершин  $\tilde{x}, \tilde{y} \in B^n$ , в которых  $f(\tilde{x}) = 1$  и  $f(\tilde{y}) = 0$ , найдется переменная с номером  $i \in \{1, 2, \dots, n\}$  такая, что  $x_i = 1$  и  $y_i = 0$ .

**Следствие.** Если во множествах  $M_0^f$  и  $M_1^f$  частичной ф.а.л.  $f$  найдутся такие наборы  $\tilde{\alpha} \in M_0^f$  и  $\tilde{\beta} \in M_1^f$ , что не существует переменной с номером  $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ , для которой  $\alpha_i < \beta_i$ , то  $f$  не может быть доопределена монотонной функцией.

Пусть  $\Phi \subset P_2(n)$  - класс монотонных функций таких, что для любой функции  $\varphi \in \Phi$  выполняется условие:

$$\left[ \forall \tilde{x} \in M_0^f (\varphi(\tilde{x}) = 0) \right] \wedge \left[ \forall \tilde{x} \in M_1^f (\varphi(\tilde{x}) = 1) \right] \quad (3.3)$$

Очевидно,  $F_0 \in \Phi$ , и произвольная функция  $\varphi \in \Phi$  может отличаться от  $F_0$  только на множестве  $B^n \setminus \{ M_0^f \cup M_1^f \}$ .

Если  $F$  - класс произвольных функций из  $P_2(n)$ , удовлетворяющих условию (3.3), а  $\{x^*\}$  - множество решений задачи (3.1), являющейся "порождающей" для задачи (3.2), то выполняются включения:

$$M_0^F \supset M_0^\Phi \supset \{x^*\} \quad (3.4)$$

$$\text{где } M_0^F = \bigcup_{g \in F} \{\tilde{x} \mid g(\tilde{x}) = 0\}, \quad M_0^\Phi = \bigcup_{\varphi \in \Phi} \{\tilde{x} \mid \varphi(\tilde{x}) = 0\}.$$

Соотношения (3.4) доказывают, что дополнительная информация о линейности задачи (3.2) является сужающей, а соответствующий согласованный алгоритм немедленно "выписывается" из условия - критерия теоремы 3.1 и начальной информации о задаче (3.2).

Алгоритм 3.1.

Шаг 1. Для каждого набора  $\tilde{\alpha} \in M_0^f$  выписать конъюнктивную нормальную форму (к.н.ф.)  $K(\tilde{\alpha})$ , каждая дизъюнкция которой состоит из переменных  $\tilde{x}_i$  (с инверсиями) таких, что  $\alpha_i < \beta_i$  для одного из наборов  $\tilde{\beta} \in M_1^f$ ; к.н.ф.  $K(\tilde{\alpha})$  будет содержать  $m_1 = |M_1^f|$  дизъюнкций - ровно столько, сколько наборов содержится во множестве  $M_1^f$ .

Шаг 2. В полученных к.н.ф.  $K(\tilde{\alpha}_1), \dots, K(\tilde{\alpha}_{m_0})$  раскрыть скобки и выполнить операции поглощения, получая д.н.ф.  $D_1, \dots, D_m$ .

Шаг 3. Записать д.н.ф.  $D_1 \vee \dots \vee D_m$  и выполнить все возможные операции поглощения. Будет получена некоторая д.н.ф.  $D^*$ .

Замечание. Выполнение шага 1 в алгоритме с учетом сформулированной теоремы возможно тогда и только тогда, когда информация в задаче (3.2) не противоречит условию монотонности.

Лемма 3.1. Конъюнкции д.н.ф.  $D^*$  перечисляют все альтернативные варианты несокращаемых наборов необходимых нулей в экстремальных решениях  $\{x^*\}$ , удовлетворяющих дополнительной информации о линейности ограничений (монотонности функции  $F_0$ ).

Лемма 3.2.  $\overline{D^*} \in \Phi$ .

Доказательство. Д.н.ф.  $D^*$  содержит только отрицательные литералы, поэтому формула  $\overline{D^*}$  может быть представлена путем очевидных преобразований в виде д.н.ф., содержащей только положительные литералы, и монотонность  $\overline{D^*}$  следует из монотонности конъюнкции, дизъюнкции и замкнутости монотонных ф.а.л. Обозначим

$$M_0^{\overline{D^*}} = \{\tilde{x} \mid D^*(\tilde{x}) = 1\}$$

Лемма 3.3.  $M_0^\Phi = M_0^{\overline{D^*}}$ .

Доказательство. Пусть  $\tilde{x} \in M_0^\Phi$ . Тогда  $\forall \varphi \in \Phi$  имеем  $\varphi(\tilde{x}) = 0$ , но  $\overline{D^*} \in \Phi$  по лемме 3.2, поэтому  $\overline{D^*}(\tilde{x}) = 0 \Leftrightarrow D^*(\tilde{x}) = 1$ , и  $\tilde{x} \in M_0^{\overline{D^*}}$ .

Обратно, пусть  $\tilde{x} \in M_0^{\overline{D^*}}$ , т.е.  $D^*(\tilde{x}) = 1$ . Тогда, по лемме 3.1,  $\tilde{x}$  принадлежит объединению максимальных вне множества  $M_1^f$  интервалов, каждый из которых содержит хотя бы одну точку из  $M_0^f$ , поэтому  $\tilde{x} \in M_0^\Phi$ .

Следствие. Алгоритм 3.1 является согласованным с начальной информацией задачи (3.2), и дополнительная информация о линейности является сужающей:

$$\{\tilde{x}^*\} \subset M_0^{\overline{D^*}} = M_0^\Phi \subset M_0^F = \{B^n \setminus M_1^f\}.$$

Полученная дополнительная информация может быть представлена в виде дизъюнктивного ограничения  $D^*(\tilde{x}) = 1$ , присоединяемого к задаче 3.2.

Множества  $M_0^f$  и  $M_1^f$ , являющиеся частью исходной информации в задаче 3.2, можно рассматривать как стандартную обучающую информацию для задачи распознавания свойства " $\tilde{x} \in \Omega$ " [1].

Решение такой задачи и получение правила классификации в виде д.н.ф.  $D_R$  позволяют обосновать выбор решения  $\tilde{x}$  из множества  $M_0^{\overline{D}}$  [1], причем синтезируется каноническое представление задачи с новым дизъюнктивным ограничением  $(D^* \wedge D_R)(\tilde{x}) = 1$ .

4. Анализ начальной информации и условие точного решения задачи в канонической форме с неполной информацией о целевой функции

Ниже изложен синтетический метод решения задачи оптимизации слабоопределенной линейной псевдобулевой функции с дизъюнктивным ограничением, основанный на нахождении при помощи прецедентной начальной информации системы образующих  $\tilde{C} = (C_1, \dots, C_q)$  выпуклого многогранного конуса  $K(\tilde{C}) \subset R^n$ , которому принадлежит неизвестный вектор  $C_0$  коэффициентов линейной целевой функции задачи

$$\max(C_0, \tilde{x}) / \tilde{x} \in \Omega \subset B^n.$$

Область допустимых решений  $\Omega$  предполагается точно заданной дизъюнктивным ограничением

$$\bigvee_{j=1}^m K_j(\tilde{x}) = 1; \quad K_j(\tilde{x}) = x_{j_1}^{\sigma_{j_1}} \& \dots \& x_{j_{r_j}}^{\sigma_{j_{r_j}}};$$

$$\Omega = \left\{ \tilde{x} \in B^n : \bigvee_{j=1}^m K_j(\tilde{x}) = 1 \right\}.$$

Теорема 4.1. Пусть  $C_0 \in K(\tilde{C})$ ,  $C_0 \neq 0$ , и

$$\forall C \in \text{conv}(\tilde{C}) \quad (C, \tilde{x}^*) = \max_{\tilde{x} \in \Omega} (C, \tilde{x})$$

тогда  $(C_0, \tilde{x}^*) = \max(C_0, \tilde{x}) / \tilde{x} \in \Omega$ .

Используя эту теорему и представление множества  $\Omega$  его покрытием

$$\Omega_1 \cup \dots \cup \Omega_j \cup \dots \cup \Omega_m \quad \text{таким, что} \quad (\tilde{x} \in \Omega_j) \Leftrightarrow (K_j(\tilde{x}) = 1), \quad j = \overline{1, m},$$

осуществляется решение  $m$  задач на выпуклой оболочке системы  $\tilde{C}$ :

$$\max \left( \sum_{k=1}^q \lambda_k C_k, \tilde{x} \right) / K_j(\tilde{x}) = 1; \quad \sum_{k=1}^q \lambda_k = 1; \quad \lambda_k \geq 0, \quad k = \overline{1, q}.$$

Использование дополнительной информации о знаках неизвестного вектора  $C_0$  позволяет получить простое правило вычисления булевых векторов  $\tilde{\alpha}_j \in \Omega_j$  таких, что

$$\forall C \in \text{conv}(\tilde{C}) \quad \forall \tilde{x} \in \Omega_j \quad (C, \tilde{\alpha}_j) \geq (C, \tilde{x}).$$

Координаты векторов  $\tilde{\alpha}_j = (\alpha_1^j, \dots, \alpha_n^j)$  определяются по формулам:

$$\alpha_i^j = \begin{cases} \sigma_i, & i \in \{j_1, \dots, j_{r_j}\}, \\ 1, & (i \notin \{j_1, \dots, j_{r_j}\}) \& (c_{i0} > 0), \\ 0, & (i \notin \{j_1, \dots, j_{r_j}\}) \& (c_{i0} < 0), \\ \Delta, & (i \notin \{j_1, \dots, j_{r_j}\}) \& (c_{i0} = 0), \end{cases}$$

$i = \overline{1, p}$ ;  $\Delta$  - произвольное значение из  $\{0, 1\}$ .

Далее рассматриваются задачи

$$\begin{cases} \max \sum_{i=1}^n \alpha_i^j (\lambda_1 C_{1i} + \dots + \lambda_q C_{qi}) \\ \lambda_1 + \dots + \lambda_q = 1; \lambda_k \geq 0, k = \overline{1, q}; \end{cases} \quad (4.1j) \\ (j = \overline{1, m})$$

$$\begin{cases} \min \sum_{i=1}^n \alpha_i^j (\lambda_1 C_{1i} + \dots + \lambda_q C_{qi}) \\ \lambda_1 + \dots + \lambda_q = 1; \lambda_k \geq 0, k = \overline{1, q}; \end{cases} \quad (4.2j)$$

Экстремумы задач (4.1j) и (4.2j) достигаются в вершинах  $(q-1)$ -мерного симплекса и определяются путем нахождения величин  $B_j = \max_{1 \leq k \leq q} \sum_{i=1}^n \alpha_i^j C_{ki}$ ;

$$A_j = \min_{1 \leq k \leq q} \sum_{i=1}^n \alpha_i^j C_{ki}; j = \overline{1, m}.$$

Найденные величины удовлетворяют неравенствам:  $\forall C \in \text{conv}(\tilde{C});$

$$\left( A_j \leq \max_{\tilde{x} \in \Omega} (C, \tilde{x}) = (C, \tilde{\alpha}_j) \leq B_j \right),$$

из которых с учетом теоремы 4.1 следует, что при выполнении условия

$$\exists j^*: \forall j \neq j^* (A_j \geq B_j)$$

исходная задача решается точно:  $(C_0, \tilde{\alpha}_{j^*}) = \max(C_0, \tilde{x}) / \tilde{x} \in \Omega$ . В противном случае применяется теоретико-игровой подход к выбору решения, приводящий к решению матричной игры со стратегиями выбора решений  $\tilde{\alpha}_j$  с одной стороны, стратегиями (Природы) выбора образующих  $(C_1, \dots, C_q)$  - с другой и с платежной матрицей

$$\left\| h_{ik} = \sum_{i=1}^n \alpha_i^j C_{ki} \right\|_{m \times q}$$

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Донской В.И. Слабоопределенные задачи линейного булевого программирования с частично заданным множеством допустимых решений // Журнал вычисл. математики и матем. физики. 1988. Т.28, №9, с. 1379 - 1385.
2. Донской В.И. Логические продукционные системы: анализ и синтез // Кибернетика и системный анализ. 1994, №5, с. 1 - 21.
3. Донской В.И. Задачи псевдобулевой оптимизации с дизъюнктивным ограничением // Журнал вычисл. математики и матем. физики. 1994. Т. 34, №2, с. 461 - 472.
4. Донской В.И. Дуальные экспертные системы // Изд. Российской АН. Техническая кибернетика. 1993. №5, с. 111 - 119.

## ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ОПЕРАТОРНЫЕ И ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ПРОБЛЕМЕ МАЛЫХ КОЛЕБАНИЙ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Н.Д.Копачевский, доктор физико-математических наук, профессор, академик КАН, заслуженный деятель науки и техники Украины, Л.Д. Орлова(Болгова), аспирант, Ю.С. Пашкова, аспирант.

### § 0. Введение.

В данной работе отражены исследования, проведенные на кафедре математического анализа СГУ в последние несколько лет. Здесь методы функционального анализа применяются при качественном исследовании сложных гидромеханических систем, т.е. систем с бесконечным числом степеней свободы. При доказательстве теорем использованы теория полугрупп операторов, действующих в гильбертовом пространстве, метод сжимающих отображений, различные вопросы спектральной теории оператор-функций и др.

Результаты в статье в основном формулируются в абстрактном виде и могут быть легко применены для конкретных гидромеханических систем. В §1 рассмотрены задачи о малых движениях и нормальных колебаниях систем для однородной несжимаемой жидкости. Эти системы являются непосредственным обобщением на бесконечномерный случай задач об устойчивости механических систем с конечным числом степеней свободы (см., например, [1—3], а также [4]). Теоремы о неустойчивости, полученные здесь, близки к результатам работ [5—7]. Основной математический аппарат, использованный при получении результатов, можно найти в монографиях [8—11]. В других задачах он применялся, например, в работах [12—14].

Вопросы, рассмотренные в §2, близки к работе [15], однако здесь задача о движении вязкоупругой среды изучена в более общей ситуации.

При этом использованы результаты работ [16,17]. В §3 исследован новый класс задач о малых колебаниях релаксирующей идеальной жидкости. Методы исследования близки к работам [18—20, 10—11].

Отметим, что ввиду недостатка места теоремы и основные выводы в данной статье приведены без доказательства. Отметим еще, что в недавней публикации [21] рассмотрены вопросы, близкие к задачам §1.

Эта работа частично поддержана ГК Украины по науке и технологиям (тема 115/94), а также Международным научным фондом (грант NZP 000).

### §1. ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ С ОДНОРОДНОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТЬЮ.

**1. Математическая постановка задачи.** В сепарабельном гильбертовом пространстве  $H$  рассмотрим дифференциально-операторное уравнение вида

$$\frac{d^2 u}{dt^2} + (F + K) \frac{du}{dt} + Bu = f(t) \quad (1.1)$$

с начальными условиями

$$u(0) = u^0, u'(0) = u^1 \quad (1.2)$$



Здесь  $u(t)$  — искомая функция переменной  $t$  со значениями в  $H$ ; в приложениях ее физический смысл — поле малых отклонений гидромеханической системы от состояния относительного равновесия. Далее, правая часть  $f(t)$  в (1.1) — заданная функция со значениями в  $H$ , характеризующая малое поле внешних сил, действующих на гидромеханическую систему. Операторные коэффициенты  $B$ ,  $F$  и  $K$  имеют следующий физический смысл:  $B$  — оператор потенциальной энергии системы,  $F$  — оператор диссипации,  $K$  — кориолисов оператор, учитывающий действие на систему кориолисовых сил. (Роль оператора кинетической энергии играет в (1.1) единичный оператор  $I$ , стоящий перед  $u''(t)$ .)

Обозначим через  $L(H)$  алгебру линейных ограниченных операторов, действующих в  $H$ , а символами  $A \geq 0$ ,  $A > 0$ ,  $A \gg 0$  — свойства неотрицательности, положительности и равномерной положительности (положительной определенности) оператора  $A$ . Если  $A - \gamma I \geq 0$ ,  $\gamma \in \mathbb{R}$ , то говорят, что оператор  $A$  ограничен снизу.

Относительно операторных коэффициентов задачи (1.1) предположим, что имеют место свойства, обычно выполненные для гидромеханических систем с однородной несжимаемой жидкостью:

$$1^0. B = B^* \geq \gamma I; 2^0. K^* = -K \in L(H); 3^0. F \geq 0 \quad (1.3)$$

Если  $\gamma > 0$ , т.е. оператор потенциальной энергии положительно определен, то говорят, что рассматриваемая система статически устойчива по линейному приближению. Свойство  $2^0$  кососимметричности оператора  $K$  обусловлено действием на систему кориолисовых сил, если система в состоянии относительного равновесия равномерно вращается с некоторой угловой скоростью. Далее, свойство  $3^0$  для оператора диссипации  $F$  естественно с физической точки зрения.

**2. Теоремы о разрешимости задачи Коши.** При исследовании задачи (1.1)—(1.2) могут быть применены общие методы теории линейных дифференциальных уравнений первого порядка с диссипативным операторным коэффициентом, действующим в гильбертовом пространстве [8].

Обозначим через  $D(B)$  и  $D(F)$  области определения (вообще говоря, неограниченных) самосопряженных операторов  $B$  и  $F$  соответственно и будем считать, что они плотны в  $H$ . Через  $C^k([0, T]; H)$  обозначим банахово пространство  $k$  раз непрерывно дифференцируемых функций со значениями в  $H$ : если  $u(t) \in C^k([0, T]; H)$ , то

$$\|u(t)\|_{C^k([0, T]; H)} = \sum_{j=0}^k \max_{0 \leq t \leq T} \|u^{(j)}(t)\|_H < \infty$$

**Определение 1.1.** Решением дифференциального уравнения (1.1) назовем функцию  $u(t)$  со значениями в  $H$ , для которой при любом  $t \in [0, T]$ ,  $T > 0$ , будет  $u(t) \in D(B)$ ,  $Bu(t) \in C([0, T]; H)$ ,  $u'(t) \in D(F) \cap D(B^{\frac{1}{2}})$ ,  $u'(t) \in C([0, T]; H)$ ,  $Fu'(t) \in C([0, T]; H)$ ,  $u''(t) \in C([0, T]; H)$  и выполнено уравнение (1.1).

Если свойство  $B \geq 0$  не выполнено (и потому не существует  $B^{\frac{1}{2}} \geq 0$ , то при определении решения уравнения (1.1) считаем, что  $B = B_+ - B_-$ ,  $B_+ \geq 0$ ,  $B_- \in L(H)$ , и тогда требование  $u'(t) \in D(F) \cap D(B^{\frac{1}{2}})$  заменяется требованием  $u'(t) \in D(F) \cap D(B_+^{\frac{1}{2}})$ .

**Теорема 1.1.** Пусть в задаче Коши (1.1), (1.2) выполнены условия

$$\begin{aligned} B \geq 0, f(t) \in C^1([0, T]; H), \\ u^0 \in D(B), u^1 \in D(F) \cap D(B^{\frac{1}{2}}) \end{aligned} \quad (1.4)$$

Тогда она имеет единственное решение  $u(t)$ , и для этого решения выполнен закон баланса полной энергии системы:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \left( \|u'(t)\|_H^2 + \|B^{\frac{1}{2}}u(t)\|_H^2 \right) = \frac{1}{2} \left( \|u^1\|_H^2 + \|B^{\frac{1}{2}}u^0\|_H^2 \right) - \\ - \int_0^t \|F^{\frac{1}{2}}u'(\tau)\|_H^2 d\tau + \int_0^t (f(\tau), u'(\tau)) d\tau, \forall t \in [0, T] \end{aligned} \quad (1.5)$$

Построенная по решению  $u(t)$  функция  $y(t) = (u'(t); -i B^{\frac{1}{2}}u(t))^t$  со значениями в  $H^2 = H \oplus H$  является непрерывно дифференцируемой функцией и представима в виде

$$\begin{aligned} y(t) = U(t)y^0 + \int_0^t U(t - \tau) \tilde{f}(\tau) d\tau, \\ \tilde{f}(t) = (f(t); 0)^t, y^0 = (u^1; -i B^{\frac{1}{2}}u^0)^t, \end{aligned} \quad (1.6)$$

где  $U(t)$  — сжимающая полугруппа операторов с генератором  $-A$ ,

$$A = \begin{pmatrix} 2i G + F & i B^{\frac{1}{2}} \\ i B^{\frac{1}{2}} & 0 \end{pmatrix}, G = G^* = -i K \in L(H) \quad (1.7)$$

**Определение 1.2.** Будем говорить, что  $U(t)$  — обобщенное решение задачи Коши (1.1), (1.2), если функция  $y(t) = (u'(t); -i B^{\frac{1}{2}}u(t))^t$  представима в виде (1.6) с  $y^0 \in H^2, \tilde{f}(t) \in C([0, T]; H^2)$ .

**Теорема 1.2.** Если выполнены условия

$$B \geq 0, f(t) \in C([0, T]; H), u^0 \in D(B^{\frac{1}{2}}), u^1 \in H \quad (1.8)$$

то задача Коши (1.1), (1.2) имеет единственное обобщенное решение; при этом функции  $u'(t)$  и  $B^{\frac{1}{2}}u(t)$  непрерывны и имеет место неравенство

$$\|y(t)\|_{H^2} = \left( \|u'(t)\|_H^2 + \|B^{\frac{1}{2}}u(t)\|_H^2 \right)^{\frac{1}{2}} \leq \left( \|u^1\|_H^2 + \|B^{\frac{1}{2}}u^0\|_H^2 \right) + T \|f(t)\|_{C([0, T]; H)} \quad (1.9)$$

**Теорема 1.3.** Пусть в задаче (1.1), (1.2) выполнены условия

$$\begin{aligned} B = B_+ - B_-, B_+ \geq 0, 0 < B_- \in L(H), \\ f(t) \in C^1([0, T]; H), u^0 \in D(B), u^1 \in D(F) \cap D(B_+^{\frac{1}{2}}) \end{aligned} \quad (1.10)$$

Тогда она имеет единственное решение  $u(t)$  на любом промежутке  $[0, T], T > 0$ ; для этого решения выполнен закон (1.5) баланса полной энергии системы с заменой слагаемых

$$\begin{aligned} \|\mathbf{B}^{\frac{1}{2}}\mathbf{u}(t)\|_{\mathbf{H}}^0 &\rightarrow \|\mathbf{B}_+^{\frac{1}{2}}\mathbf{u}(t)\|_{\mathbf{H}}^2 - \|\mathbf{B}_-^{\frac{1}{2}}\mathbf{u}(t)\|_{\mathbf{H}}^2, \\ \|\mathbf{B}^{\frac{1}{2}}\mathbf{u}^0\|_{\mathbf{H}}^2 &\rightarrow \|\mathbf{B}_+^{\frac{1}{2}}\mathbf{u}^0\|_{\mathbf{H}}^2 - \|\mathbf{B}_-^{\frac{1}{2}}\mathbf{u}^0\|_{\mathbf{H}}^2. \end{aligned}$$

Теоремы 1.1 — 1.3 есть утверждения о корректной разрешимости задачи (1.1), (1.2) на промежутке  $[0, T]$  как в устойчивом ( $\mathbf{B} \geq 0$ ), так и в неустойчивом ( $\mathbf{B}_- > 0$ ) случае.

**3. Спектральная задача. Теоремы о неустойчивости.** Рассмотрим решения однородного уравнения (1.1), зависящие от  $t$  по закону

$$\mathbf{u}(t) = \mathbf{v}e^{-\lambda t}, \quad \lambda \in \mathbb{C}, \quad \mathbf{v} \in \mathbf{H} \quad (1.11)$$

Тогда взамен (1.1) приходим к спектральной задаче вида

$$\mathbf{L}(\lambda)\mathbf{v} = (\lambda^2\mathbf{I} - \lambda(\mathbf{F} + \mathbf{K}) + \mathbf{B})\mathbf{v} = 0 \quad (1.12)$$

для квадратичного операторного пучка  $\mathbf{L}(\lambda)$  с неограниченными операторными коэффициентами  $\mathbf{F}$  и  $\mathbf{B}$ . Если задача (1.12) имеет нетривиальное решение  $(\mathbf{v}; \lambda)$  с  $\operatorname{Re} \lambda < 0$ , то ему отвечает экспоненциально возрастающее с ростом  $t$  решение однородной эволюционной задачи (1.1).

Областью определения  $\mathbf{D}(\mathbf{L}(\lambda))$  операторного пучка  $\mathbf{L}(\lambda)$  будем считать множество  $\mathbf{D}(\mathbf{F}) \cap \mathbf{D}(\mathbf{B})$ , плотное в  $\mathbf{H}$ .

При исследовании задачи (1.12) будем пользоваться известными определениями (см., например, [9,10,11]) изолированного собственного значения, собственного и присоединенного элементов и др. для операторных пучков как с ограниченными, так и неограниченными операторными коэффициентами. Множество всех компактных операторов, действующих в  $\mathbf{H}$ , обозначим через  $\mathbf{G}_\infty(\mathbf{H})$  или просто  $\mathbf{G}_\infty$ .

**Теорема 1.4 (о неустойчивости).** Пусть выполнены условия (1.3),  $\mathbf{K} = 0$ , а также условия

$$\begin{aligned} \mathbf{B} = \mathbf{B}_+ - \mathbf{B}_-, \quad \mathbf{B}_+ \geq 0, \quad 0 < \dim \mathbf{B}_- = x < \infty, \quad \mathbf{F} \gg 0, \\ 0 < \mathbf{F}^{-1} \in \mathbf{G}_\infty(\mathbf{H}), \quad \mathbf{B}_+^{\frac{1}{2}}\mathbf{F}^{-1} \in \mathbf{G}_\infty(\mathbf{H}) \end{aligned} \quad (1.13)$$

Тогда задача (1.12) имеет в левой комплексной полуплоскости ровно  $x$  (с учетом кратностей) собственных значений, которые расположены на вещественной оси. В правой комплексной полуплоскости спектр задачи (1.12) дискретен и имеет две предельные точки  $\lambda = 0$  и  $\lambda = \infty$ . Все собственные значения, кроме, быть может, конечного их числа, вещественны.

**Теорема 1.5 (о неустойчивости).** Пусть в задаче (1.12) выполнены условия (1.3) и (1.13), а также условие

$$\operatorname{Ker} \mathbf{B} = \{0\} \quad (1.14)$$

Тогда в левой комплексной полуплоскости (при любом  $\mathbf{K} \in \mathbf{L}(\mathbf{H})$ ) задача (1.12) имеет ровно  $x$  (с учетом кратностей) собственных значений.

Таким образом, из теоремы 1.4 следует, что если гидромеханическая система статически неустойчива по линейному приближению и минимальное собственное значение оператора потенциальной энергии  $\mathbf{B}$  отрицательно, то эта система является и динамически

неустойчивой. Что касается теоремы 1.5, то ее физический смысл состоит в том, что при наличии в системе диссипации (со свойствами (1.13) у оператора  $F$ ) "включение" в действие кориолисовых сил не изменяет факта неустойчивости системы: как и в задачах с конечным числом степеней свободы (см. [1—3]), здесь не происходит гироскопическая стабилизация системы.

В заключение этого пункта отметим, что утверждения теорем 1.4 и 1.5 по своим формулировкам наиболее близки к теоремам, полученным в [7] для пучков вида (1.12) в предположениях, отличных от (1.13): в задаче В.Н.Пивоварчика "главным" операторным коэффициентом является не оператор  $F$ , а оператор  $V_+$ .

**4.Примеры.** Рассмотрим некоторые гидромеханические системы, для которых справедливы утверждения теорем 1.1—1.5 (см. [11]).

1.0 Консервативные системы:  $F = 0$ .

а) Тяжелая идеальная жидкость в частично заполненном неподвижном сосуде. Здесь  $K = 0$ ,  $V \gg 0$ , причем оператор  $V$  имеет дискретный спектр.

б) Капиллярная идеальная жидкость в частично заполненном сосуде. Здесь снова  $K = 0$ , а оператор  $V = V_+ - V_-$ ,  $V_+ \geq 0$ ,  $0 \leq \dim V_- = x < \infty$ .

в) Маятник с полостью, частично заполненной идеальной тяжелой жидкостью (задача Н.Н.Моисеева — С.Г.Крейна). Здесь оператор  $V$  имеет дискретный спектр с  $0 \leq \dim V_- \leq 2$ .

г) Маятник с полостью, частично заполненной капиллярной идеальной жидкостью (задача Вадиаа Али — Н.Д.Копачевского, см. [12]). В плоской задаче здесь  $x > 0$  может быть произвольным положительным числом.

д) Тяжелая либо капиллярная идеальная жидкость в равномерно вращающемся сосуде (задача Н.Д.Копачевского):  $K \neq 0$ ,  $V \geq 0$ .

е) Стратифицированная идеальная жидкость в частично заполненном сосуде (задача Н.Д.Копачевского и А.Н.Темнова [13]):  $K = 0$ ,  $V \geq 0$ .

ж) Неоднородная идеальная жидкость в равномерно вращающемся сосуде (задача Н.Д.Копачевского и С.И.Смирновой [14]):  $K \neq 0$ ,  $V \geq 0$ .

з) Другие задачи: контейнер с жидкостью и с упругим дном или упругими днищами-перегородками (Нго Зуй Кан, А.В.Андронов, Н.Д.Копачевский); контейнер с жидкостью, ограниченной упругой мембраной или системой мембран (Н.Д.Копачевский, Ю.С.Пашкова); маятник с полостью, заполненной системой из несмешивающихся тяжелых жидкостей (Нго Зуй Кан, Вадиаа Али, Н.Д.Копачевский).

2.0 Диссипативные системы:  $F > 0$ .

а) Тяжелая вязкая жидкость в частично заполненном сосуде (задача С.Г.Крейна):  $F \gg 0$ ,  $V \geq 0$ ,  $K = 0$ .

б) Вращающаяся тяжелая вязкая жидкость в частично заполненном сосуде (задача Н.Д.Копачевского):  $F \gg 0$ ,  $V \geq 0$ ,  $K \neq 0$ .

в) Вязкая стратифицированная жидкость в полностью заполненном неподвижном сосуде (задача Н.Д.Копачевского и А.Н.Темнова):  $F \gg 0$ ,  $V \geq 0$ .

г) Маятник с полостью, частично заполненной вязкой тяжелой либо капиллярной жидкостью (Нго Зуй Кан, Е.Д.Володкович, Н.Д.Копачевский, Вадиаа Али):  $F \gg 0$ ,  $V \geq \gamma I$ ,  $0 \leq \dim V_- < \infty$ ,  $K = 0$  или  $K \neq 0$ .

3.0 Частично диссипативные гидросистемы:  $F \geq 0$ , причем  $F > 0$  на некотором подпространстве бесконечной размерности.

а) Колебания двуслойной гидросистемы "вязкая жидкость-идеальная жидкость" в неподвижном сосуде (Н.Д.Копачевский, И.М.Клинчин):  $K = 0, B \geq 0$ .

б) Колебания вращающейся частично диссипативной гидросистемы (Н.Д.Копачевский):  $K \neq 0, B \geq \gamma I, \gamma \in \mathbb{R}$ .

## §2. Вязкоупругие гидросистемы.

1. **Постановка задачи.** В сепарабельном гильбертовом пространстве  $H$  рассмотрим задачу Коши для интегродифференциального уравнения Вольтерра вида

$$\frac{du}{dt} + A_1 u + \sum_{k=2}^m \int_0^t e^{-\gamma_k(t-s)} A_k u(s) ds = f(t), u(0) = u^0 \quad (2.1)$$

Здесь  $u = u(t)$  — искомая функция со значениями в  $H$ ,  $\gamma_k$  — положительные постоянные:

$$0 < \gamma_2 < \dots < \gamma_m < \infty \quad (2.2)$$

$f(t)$  — заданная функция со значениями в  $H$ ,  $u^0 \in H$ .

Через  $A_k (k = \overline{1, m})$  в (2.1) обозначены (вообще говоря) неограниченные линейные операторы, заданные на плотных в  $H$  множествах  $D(A_k)$ , их свойства будут уточнены ниже.

Отметим, что к задаче вида (2.1) приводится начально-краевая задача о малых движениях вязкоупругой жидкости в полностью заполненном сосуде [15]. При этом  $H = J_0(\Omega)$  (см. [11]),  $m = 2$ , а операторы  $A_1$  и  $A_2$  совпадают между собой и равны известному оператору Стокса  $A_0 = -P_0 \Delta$ , возникающему в проблеме малых движений однородной жидкости в сосуде [16].

2. **Теорема о коррективной разрешимости. Самосопряженный случай.** Будем считать, что для операторов  $A_k$  из (2.1) выполнены условия

$$D(A_k) = D(A_1) (k = \overline{2, m}) \quad 0 < A_k^{-1} \in G_\infty (k = \overline{1, m}) \quad (2.3)$$

т.е. операторы  $A_k$  являются сходными.

Введем в (2.1) новые искомые функции

$$u_1(t) = u(t), \quad u_k(t) = \int_0^t e^{-\gamma_k(t-s)} A_k^{-1} u(s) ds \quad (k = \overline{2, m}) \quad (2.4)$$

Если  $u(t)$  — решение задачи (2.1), т.е. является непрерывно дифференцируемой функцией  $t$  и при каждом  $t$  принадлежит  $D(A_1) = D(A_k)$ , то функции (2.4) непрерывно дифференцируемы и

$$\frac{du_k}{dt} = A_k^{-1} u_1(t) - \gamma_k u_k(t), \quad u_k(0) = 0, \quad k = \overline{2, m} \quad (2.5)$$

Вместе с (2.1) соотношения (2.5) приводят к задаче Коши в пространстве

$$\tilde{H} = \bigoplus_{k=1}^m H_k, H_k = H :$$

$$\begin{aligned} \frac{d\tilde{u}}{dt} + A\tilde{u} &= \tilde{f}(t), & \tilde{u}(0) &= \tilde{u}^0, \\ \tilde{u}(t) &= (u_1(t); \dots; u_m(t))^t, & \tilde{f}(t) &= (f(t); 0; \dots; 0)^t, & \tilde{u}^0 &= (u^0; 0; \dots; 0)^t, \end{aligned} \quad (2.6)$$

где матричный оператор  $A$  размером  $m \times m$  при любом  $m \geq 2$  в блочной форме представлен в виде

$$\begin{aligned} A &= (A_{ij})_{i,j=1}^m, & A_{1i} &= A_1, & A_{12} &= (A_2^{\frac{1}{2}}; \dots; A_m^{\frac{1}{2}}), \\ A_{2i} &= (-A_2^{\frac{1}{2}}; \dots; -A_m^{\frac{1}{2}})^t, & A_{22} &= \text{diag}(\gamma_k I)_{k=2}^m. \end{aligned} \quad (2.7)$$

Из свойств (2.7) следует, что оператор  $A$ , заданный на плотном в  $\tilde{H}$  множестве

$$D(A) = D(A_1) \oplus \left( \bigoplus_{k=2}^m D(A_k^{\frac{1}{2}}) \right), \quad D(A_k^{\frac{1}{2}}) = D(A_1^{\frac{1}{2}}),$$

является максимальным диссипативным оператором и

$$\text{Re}(A\tilde{u}, \tilde{u})_{\tilde{H}} \geq c \|\tilde{u}\|_{\tilde{H}}^2, \quad c = \min(\lambda_1(A_1); \min_k \gamma_k) > 0 \quad (2.8)$$

Следствием этих свойств является такое утверждение.

**Теорема 2.1.** Пусть в задаче (2.1) выполнены условия (2.2), (2.3),

$$f(t) \in C([0, T]; H), u^0 \in D(A_1) \quad (2.9)$$

Тогда эта задача имеет единственное решение, для которого  $u(t) \in D(A_1)$  при любом  $t \in [0, T]$ ,  $u'(t) \in C([0, T]; H)$  и непрерывны все слагаемые, входящие в (2.1).

Доказательство теоремы (2.1) основано на применении теории полугрупп [8] к уравнению (2.6) и свойстве (2.8).

**3. Свойства решений спектральной задачи.** Рассмотрим решения однородной задачи (2.6), зависящие от  $t$  по закону  $\tilde{u}(t) = \tilde{u} \exp(-\lambda t)$ ,  $\lambda \in \mathbb{C}$ ,  $\tilde{u} \in \tilde{H}$ . Для амплитудных элементов  $\tilde{u}$  приходим к задаче

$$A\tilde{u} = \lambda\tilde{u}, \quad \tilde{u} \in D(A) \subset \tilde{H} \quad (2.10)$$

на собственные значения для оператора  $A$ .

Исследование этой задачи с использованием теории линейных операторов в пространстве с индефинитной метрикой приводит к следующим выводам.

**Теорема 2.2.** Пусть для операторов  $A_k$  ( $k = \overline{1, m}$ ) кроме условий (2.3) выполнены дополнительные условия

$$0 < c_k \leq \frac{\|A_k^{\frac{1}{2}}\|_{\mathbb{H}}^2}{\|A_1^{\frac{1}{2}}u\|_{\mathbb{H}}^2} \leq d_k < \infty, \quad (2.11)$$

$$k = \overline{2, m}, u \in D(A_1^{\frac{1}{2}})$$

Тогда решения спектральной задачи (2.10) обладают следующими свойствами.

1.0 Спектр задачи (2.10) симметричен относительно вещественной оси и расположен в полуплоскости  $\operatorname{Re} \lambda \geq c > 0$ , где  $c$  определена в (2.8).

2.0 Задача (2.10) имеет не более конечного числа незначительных собственных значений.

3.0 Предельный спектр задачи (2.10) совпадает с предельным спектром оператора

$$B = A_{22} + A_{12}^* A_{11}^{-1} A_{12} \gg 0, \quad B \in L(\mathbb{H}^{n-1}), \quad (2.12) \quad \text{где } A_{1k} \text{ определены в (2.7).}$$

4.0 В области  $\lambda \notin \sigma(B)$ ,  $\lambda \in \mathbb{R}$ , спектр задачи (2.10) дискретен и может иметь в качестве предельных точек для (конечнократных) собственных значений точку  $\lambda = +\infty$ , а также точки множества  $\sigma(B)$ . При этом к точкам  $\sigma(B)$  ветви собственных значений дискретного спектра могут подходить лишь по вещественной оси.

5.0 Если в задаче (2.10) выполнены условия

$$A_k = \alpha_k A_1, \quad \alpha_k > 0, \quad k = \overline{2, m} \quad (2.13)$$

что соответствует при  $m = 2$  случаю вязкоупругой жидкости, то эта задача имеет дискретный спектр, состоящий из  $m - 1$  серий собственных значений  $\lambda_n^{(k)} \rightarrow \beta_k (n \rightarrow \infty, k = \overline{2, m})$  и серии  $\lambda_n^{(\infty)} \rightarrow +\infty (n \rightarrow \infty)$ . Здесь  $\beta_k$  — бесконечнократные собственные значения оператора  $B$  со свойствами  $0 < \gamma_2 < \beta_2 < \dots < \gamma_m < \beta_m < \infty$ , являющиеся нулями функции  $1 + \sum_{k=2}^m \alpha_k / (\gamma_k - \lambda) = f_0(\lambda)$ .

Более детальную структуру спектра задачи (2.10) при дополнительных предположениях устанавливает

**Теорема 2.3.** В условиях теоремы 2.2 в задаче (2.10) при  $m = 2$  можно так подобрать коммутирующие операторы  $A_1$  и  $A_2$ , что весь спектр оператора  $B$  будет являться предельным спектром и совпадет с отрезком  $[\gamma_2 + 1, \gamma_2 + 2]$ ; при  $m = 3$ ,  $\gamma_2 = \gamma_3$  можно так подобрать коммутирующие между собой операторы  $A_1$ ,  $A_2$  и  $A_3$ , что спектр оператора  $B$  будет являться его предельным спектром и совпадет с множеством  $\gamma_2 \cup [\gamma_2 + 2, \gamma_2 + 4]$ .

Доказательство теоремы 2.3 получено совместно с Т.Я.Азизовым. Из нее следует, в частности, что общая структура спектра задачи (2.10) может быть достаточно сложна. Уточнение этих свойств дает

**Теорема 2.4.** Имеют место следующие утверждения.

1. Пусть операторы  $A_k$  имеют структуру

$$A_k = \alpha_k A_1 + C_k, \quad C_k = A_1^{\frac{1}{2}} F_k A_1^{\frac{1}{2}}, \quad F_k \in G_{\infty}, \quad k = \overline{2, m} \quad (2.14)$$

и выполнены условия:

а) операторы  $\tilde{A}_{1k} := \sum_{k=2}^m F_k / (\beta_k - \gamma_k) + \beta_k A_1^{-1}$  ( $k = \overline{2, m}$ ) бесконечномерны;

б)  $\tilde{A}_k := I - [f'_0(\beta_k)]^{-1} T_k \gg 0$ ,  $T_k := A_1^{-1} - \sum_{k=2}^m F_k / (\beta_k - \gamma_k)^2$ .

Тогда спектр задачи (2.10) дискретен и может быть разбит на  $m$  серий положительных собственных значений с предельными точками  $\beta_k$ ,  $k = \overline{2, m}$  и  $+\infty$ , где числа  $\beta_k$  — те же, что и в свойстве 5.0 теоремы 2.2.

2.0 Пусть выполнены условия 1.0,  $\text{Ker } \tilde{A}_{1k} = \{0\}$  ( $k = \overline{2, m}$ ), собственные значения  $\lambda_j(A_1)$  оператора  $A_1$  имеют асимптотическое поведение

$$\lambda_j(A_1) = a_1^{-1/\delta_1} j^{1/\delta_1} [1 + o(1)] \quad (j \rightarrow \infty, a_1 > 0, \delta_1 > 0)$$

а собственные значения операторов  $\tilde{A}_{1k}$  — асимптотическое поведение

$$\lambda_j^\pm(\tilde{A}_{1k}) = \pm (a_k^\pm)^{1/\delta_k} j^{-1/\delta_k} [1 + o(1)] \quad (j \rightarrow \infty, a_k^\pm > 0, \delta_k^\pm > 0, k = \overline{2, m}).$$

Тогда ветвь  $\lambda_j^{(\infty)}$  имеет асимптотическое поведение

$$\lambda_j^{(\infty)} = \lambda_j(A_1) [1 + o(1)] \quad (j \rightarrow \infty);$$

а каждая из ветвей  $\{\lambda_n^k\}$  с предельными точками  $\beta_k$  ( $k = \overline{2, m}$ ) может быть разбита на две подветви  $\{\lambda_n^{k,\pm}\}_{j=1}^\infty$ , расположенные справа и слева от  $\beta_k$  и имеющие асимптотическое поведение

$$\lambda_j^{k,\pm} = \beta_k + \lambda_j^\pm(\tilde{A}_{1k}) (f'_0(\beta_k))^{-1} [1 + o(1)] \quad (j \rightarrow \infty, k = \overline{2, m})$$

Отметим еще одно свойство решений задачи (2.10), полученное при участии Г.Я.Азизова.

**Теорема 2.5** В задаче (2.10) в условиях теоремы 2.2 можно выделить ветвь положительных собственных значений  $\{\lambda_n^\infty\}_{n=1}^\infty$  с предельной точкой  $+\infty$ , этой ветви отвечают проекции на  $N$  собственных элементов, образующие базис Рисса с конечным дефектом в пространстве  $N$ . Если выполнено условие  $A_1^{-1} \in G_{p_1}$ , то указанный базис является (см.[17])  $p$ -базисом (с конечным дефектом) в  $N$  при  $p \geq 2p_1$ .

**4. Теорема о корректной разрешимости. Несамосопряженный случай.** Вернемся к задаче (2.1) и будем считать, что выполнены условия (2.2), а взамен (2.3) — условия

$$D(A_k) \supset D(A_1), \quad k = \overline{2, m}, \quad 0 < A_1^{-1} \in G_\infty, \tag{2.14}$$

$$\|A_k u\| \leq c_k \|A_1 u\|, \quad \forall u \in D(A_1).$$



**Теорема 2.6.** Пусть выполнены условия (2.14) и (2.9). Тогда справедливы утверждения теоремы 2.1.

Доказательство этой теоремы основано на переходе от (2.1) к интегральному уравнению Вольтерра и использовании принципа сжимающих отображений.

Очевидно, теорема 2.6 является обобщением теоремы 2.1 на случай, когда операторы  $A_k$  ( $k = \overline{2, m}$ ) не обязательно самосопряженные, в частности, для них не требуется выполнение условий (2.11).

### §3. Релаксирующие гидросистемы.

**1. Постановка задачи.** Движение жидкости, обладающей свойством релаксации, определяется полями скорости, давления и плотности не только в данный момент времени, но и поведением этих полей во все время движения до этого момента: релаксирующие жидкости обладают "памятью", учитывающей предысторию движения.

Так, поле плотности идеальной релаксирующей жидкости, заполняющей некоторую область  $\Omega$ , в простейшем случае является решением интегродифференциального уравнения

$$\frac{\partial^2 u(t, x)}{\partial t^2} - \Delta(a^2(x)u) + b \Delta \int_0^t e^{-\delta(t-s)} u(s, x) ds = f(t, x), \quad x \in \Omega, \quad (3.1)$$

где  $a^2(x)$  — квадрат скорости звука,  $b \in \mathbb{R}$ ,  $\delta > 0$ , а  $\Delta$  — оператор Лапласа.

Обобщая эту ситуацию, рассмотрим в сепарабельном гильбертовом пространстве  $H$  задачу Коши для интегродифференциального уравнения

$$\frac{d^2 u}{dt^2} + A^1 u + \sum_{k=2}^m \int_0^t \exp(-\gamma_k(t-s)) A_k u(s) ds = f(t), \quad (3.2)$$

$$u(0) = u^0, \quad u'(0) = u^1, \quad \gamma_k > 0 \quad (k = \overline{2, m}).$$

Будем считать, что операторы  $A_k$  ( $k = \overline{2, m}$ ) обладают следующими свойствами

$$A_1 \gg 0, \quad 0 < A_1^{-1} \in G_\infty, \quad D(A_k) \supset D(A_1) \quad (k = \overline{2, m}), \quad (3.3)$$

$$\|A_k u\| \leq c_k \|A_1 u\| \quad (\forall u \in D(A_1), c_k > 0, (k = \overline{2, m}))$$

Отметим, что если все  $A_k = 0$  ( $k = \overline{2, m}$ ), то (3.2) переходит в хорошо исследованную задачу Коши для гиперболического уравнения.

**2. Теорема о коррективной разрешимости.** Доказательство формулируемой ниже теоремы об однозначной разрешимости задачи Коши (3.2) проводится по тому же плану, который был использован в работе [18] для случая  $m = 2$ ,  $A_2 = a_2 A_1$ ,  $a_2 > 0$ .

**Теорема 3.1.** Пусть выполнены условия (3.3) и условия

$$u^0 \in D(A_1), \quad u^1 \in D(A_1^{\frac{1}{2}}), \quad f(t) \in C'([0, T]; H). \quad (3.4)$$

Тогда задача (3.2) имеет единственное решение на отрезке  $[0, T]$ .

Если условия (3.4) не выполнены, то при более слабых ограничениях можно установить существование обобщенного решения задачи (3.2).

**Теорема 3.2.** Пусть выполнены условия (3.3) и условия

$$u^0 \in H, \quad u^1 \in (H_{A_1})^*, \quad f(t) \in C([0, T]; (H_{A_1})^*) \quad (3.5)$$

Тогда задача (3.2) имеет единственное обобщенное решение, т.е. непрерывную функцию  $u(t)$ , являющуюся решением интегрального уравнения Вольтерра

$$u(t) = \cos\left(t A_1^{\frac{1}{2}}\right) u^0 + \sin\left(t A_1^{\frac{1}{2}}\right) \left(A_1^{-\frac{1}{2}} u^1\right) + \int_0^t \sin\left[(t-s) A_1^{\frac{1}{2}}\right] A_1^{-\frac{1}{2}} f(s) ds - \\ - \sum_{k=2}^m \int_0^t U_k(t-s) (A_1 + \gamma_k^2 I)^{-1} A_k u(s) ds, \quad (3.6)$$

$$U_k(t) = \exp(-\gamma_k t) I - \cos\left(t A_1^{\frac{1}{2}}\right) + \gamma_k \sin\left(t A_1^{\frac{1}{2}}\right) A_1^{-\frac{1}{2}},$$

равносильного задаче (3.2).

**3. Нормальные колебания релаксирующей жидкости в ограниченной области.** Рассмотрим уравнение (3.1) при граничном условии Дирихле

$$u = 0 \quad (x \in \partial\Omega) \quad (3.7)$$

на границе  $\partial\Omega$  области  $\Omega$ . Введя оператор

$A_0 u = -\Delta u$ ,  $u \in D(A) = \overset{0}{W}_2(\Omega) \simeq \overset{0}{H}(\Omega)$ , приходим к выводу, что  $A \gg 0$ ,  $0 < A^{-1} \in G_\infty$ , если  $H = L_2(\Omega)$ .

Осуществляя в (3.1) замену

$$v(t, x) = \int_0^t b e^{-\delta(t-s)} u(s, x) ds, \quad (3.8)$$

полагая  $f(t) \equiv 0$  и рассматривая решения вида  $v(t, x) = e^{-\lambda t} v(x)$ , приходим к спектральной задаче вида

$$L(\lambda)v = (\lambda^2(1 - \tau\lambda)A_0 - \tau\lambda I + B)v = 0, \\ A_0 v = (a_\infty^{-1}(x))A^{-1}(a_\infty^{-1}(x))v, \quad Bv = \alpha(\tau, x)v, \quad (3.9)$$

$$\alpha(\tau, x) = 1 - \tau\gamma(x), \quad \gamma(x) = b/a_\infty^2(x) > 0, \quad \tau = 1/\delta > 0$$

**Лемма 3.1.** Если функция  $a_\infty^{-1}(x)$  положительна и непрерывна в  $\bar{\Omega}$ , то оператор  $A_0$  положителен и компактен в  $L_2(\Omega)$ , его собственные значения имеют асимптотическое поведение

$$\lambda_k(A_0) = \left( \frac{1}{6\pi} \int_\Omega a_\infty^{-3}(x) dx \right)^{2/3} k^{-2/3} [1 + o(1)] \quad (k \rightarrow \infty) \quad (3.10)$$

**Лемма 3.2.** Пусть выполнены естественные с физической точки зрения условия  $0 < \alpha(\tau, x) < 1$ , а  $\gamma_- = \inf\{\gamma(x), x \in \bar{\Omega}\}$ ,  $\gamma_+ = \sup\{\gamma(x), x \in \bar{\Omega}\}$ . Если  $a_\infty^{-2}(x)$  непрерывна и положительна в  $\bar{\Omega}$ , то оператор  $B$  самосопряжен и положителен в  $H$ , причем  $\sigma(B) = [\alpha_-(\tau), \alpha_+(\tau)]$ ,  $\alpha_\pm(\tau) = 1 - \tau\gamma_\mp$ . Если  $a_\infty(x) = a = \text{const}$ , то отрезок спектра смыкается в точку.

**Теорема 3.3.** Для решений задачи (3.9) имеют место следующие свойства.

1.0 Отрезок  $\Delta_\tau = [\alpha_-(\tau)/\tau, \alpha_+(\tau)/\tau]$  является предельным спектром задачи (3.9); вне этого отрезка задача имеет дискретный спектр, состоящий из конечнократных собственных значений, расположенных симметрично относительно вещественной оси, с возможными предельными точками на указанном отрезке и точки  $\lambda = +\infty$ .

2.0 Вещественный спектр задачи расположен на промежутке  $[\alpha_-(\tau)/\tau, 1/\tau]$  и потому на промежутке  $(\alpha_+(\tau)/\tau, 1/\tau)$  может быть не более счетного множества собственных значений  $\{\lambda_k^0\}$  с возможными предельными точками на отрезке  $\Delta\tau$ . Если время релаксации настолько мало, что  $0 < \tau \leq 1/(3\gamma_+)$ , то не вещественные собственные значения задачи (3.9) не могут иметь в качестве предельных точки отрезка  $\Delta\tau$ , т.е. предельного спектра задачи.

**Теорема 3.4.** Имеют место следующие свойства.

1.0 Задача (3.9) имеет две ветви не вещественных собственных значений  $\{\lambda_k^\pm\}$ , расположенных в полосе  $\tau/(2\lambda_1(A_0)) < \text{Re } \lambda < 2/(3\tau)$  и имеющих асимптотическое поведение

$$\lambda_k^\pm = \pm i (\lambda_k(A_0))^{-1/2} [1 + o(1)] \quad (k \rightarrow \infty) \quad (3.11)$$

2.0 Система элементов вида  $\left\{ \left( v_{kq}^\pm; i \lambda_k^\pm A_0^{\frac{1}{2}} v_{kq}^\pm \right)^t \right\}$ , отвечающая собственным значениям  $\lambda_k^\pm$  и собственным и присоединенным элементам  $v_{kq}^\pm$  задачи (3.9), имеет не более конечного дефекта в гильбертовом пространстве  $(L_2(\Omega))^2$ .

3.0 Если параметры задачи (3.9) удовлетворяют условиям

$$\lambda_1^{\frac{1}{2}}(A_0) < \tau, \quad 1 - \tau\eta_- < 0, \quad \tau^2 + \lambda_1(A_0) - 6\tau\lambda_1^{\frac{1}{2}}(A_0) + 4\tau^2\lambda_1^{\frac{1}{2}}(A_0)\eta_- > 0,$$

то упомянутая выше система элементов полна в  $(L_2(\Omega))^2$ .

4.0 Для вещественных собственных значений  $\lambda_k^0$  задачи (3.9), расположенных на промежутке  $(\alpha_+(\tau)/\tau, 1/\tau)$ , имеют место двусторонние оценки

$$\delta_k^- / \tau \leq \lambda_k^0 \leq \delta_k^+ / \tau, \quad k \in N,$$

где  $\delta_k^\pm$  — корни уравнений

$$\lambda_k(A_0) x^2(1-x) = (x - \alpha_\pm(\tau)) \tau^2,$$

расположенные на промежутке  $(\alpha_+(\tau), 1)$ .

Как следует из утверждений теорем 3.3 и 3.4, в релаксирующей жидкости с переменной скоростью звука существуют два типа волновых движений: акустическо-релаксационные волны, близкие к обычным акустическим волнам, и чисто релаксационные волны.

Отметим в заключение, что теоремы 2.6 и 3.1 допускают обобщение на случай интегродифференциальных уравнений в банаховом пространстве с интегральными операторами Вольтерра, ядра которых зависят от разности аргументов. В задаче (3.2) при этом используется

косинус-оператор функция, являющаяся операторным обобщением тригонометрического косинуса [19,20].

Отметим также, что результаты §1 получены Н.Д.Копачевским и Ю.С.Пашковой, а §2 и §3 — Н.Д.Копачевским и Л.Д.Орловой (Болговой).

Авторы благодарят Т.Я.Азизова за обсуждение результатов и сотрудничество по некоторым вопросам, рассмотренным в этой работе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. E.E.Zayas. The Kelvin Chetaev theorem and extensions J.Austronaut.Sci X I 1964 2 46—49
2. W.Tomson (Lord Kelvin) and P.G.Tait. Treatise on natural philosophy. Part 1, Kembridge University Press, 1921.
3. Н.Г.Четаев. Устойчивость движения.- М: Наука, 1960.
4. А.И.Милославский. Обоснование спектрального подхода в неконсервативных задачах теории упругой устойчивости //Функциональный анализ и его приложения. — Т.17, 1983.- N 3.-С.83—84.
5. В.Н.Пивоварчик. О спектре квадратичного операторного пучка в правой полуплоскости // Матем.заметки.— Т.45, 1989.
6. В.Н.Пивоварчик. О спектре некоторых квадратичных пучков неограниченных операторов // Функциональн. анализ и его приложения.—Т.23, 1989.- N 1
7. В.Н.Пивоварчик. Об общей алгебраической кратности спектра в правой полуплоскости для некоторого класса квадратичных операторных пучков // Алгебра и анализ.— Т.3, 1991.- Вып.2.
8. С.Г.Крейн. Линейные дифференциальные уравнения в банаховом пространстве.- М: Наука, 1967.- 464 с.
9. И.Ц.Гохберг, М.Г.Крейн. Введение в теорию линейных несамосопряженных операторов в гильбертовом пространстве.- М: Наука, 1965.—448 с.
10. А.С.Маркус. Введение в спектральную теорию полиномиальных операторных пучков.- Кншинев: Штиинца, 1986.- 260 с.
11. Н.Д.Копачевский, С.Г.Крейн, Нго Зуи Кан. Операторные методы в линейной гидродинамике // М: Наука, 1989.- 416 с.
12. Вадиаа Али. Применение методов спектрального анализа оператор-функций в задаче о колебаниях маятника с полостью, заполненной жидкостью .—Канд.дисс., Симферополь, СГУ, 1994.-205с.
13. Н.Д.Копачевский, А.Н.Темнов. Колебания стратифицированной жидкости в бассейне произвольной формы // Журн. вычисл. матем. и матем. физ.— Т.26, 1986.- N 5.- 734—755 с.
14. С.И.Смирнова. Малые движения и собственные колебания идеальной неоднородной несжимаемой жидкости.—Канд. дисс., Симферополь, СГУ, 1994.- 140 с.
15. А.И.Милославский. Спектр малых колебаний вязкоупругой наследственной среды // Докл. АН СССР.— Т.309, 1989.- N 3.- 532-536 с.
16. О.А.Ладыженская. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости.- М:Наука, 1970.- 288 с.
17. В.А.Пригорский. О некоторых классах базисов гильбертова пространства УМН. - Т.20, 1965.- N 5.- Вып.125.- 231—236 с.
18. R.K.Miller, R.L.Wheeler. Well-posedness and stability of linear Volterra integrodifferential equations in abstract spaces//Funkcialaj Ekvacioj.- V.21, 1978.- 279—305 pp.
19. M.Sova. Cosine operator functions // Rosprawy Matematyczne.-V.49, 1966.- 1-47
20. U.O.Fattorini. Second Order Linear Differential Equations in Banach Spaces North-Holland.- 1985.
21. М.Ю.Царьков. Об операторном подходе в задачах гидродинамики // Депонировано в ГНТБ Украины 06.04.94, N 645—Ук 94.- 12с.

## РЕГУЛЯРНЫЕ $U$ -ИНВАРИАНТНЫЕ РАСШИРЕНИЯ ЭРМИТОВЫХ ОПЕРАТОРОВ

А. В. Кужель, доктор физико-математических наук, профессор

**1. Предварительные понятия и результаты.** Пусть  $A$  - эрмитов оператор с индексом дефекта  $(m, m)$  ( $m \leq \infty$ ), действующий в гильбертовом пространстве  $H$ ,  $U$  - некоторое множество унитарных в  $H$  операторов и такое, что из  $U \in \mathcal{U}$  следует  $U^* \in \mathcal{U}$ .

**О п р е д е л е н и е.** Оператор  $A$  называется  $U$ -инвариантным, если он коммутирует с любым оператором  $U$  из  $\mathcal{U}$ .

В работе Филиппа /3/ показано, что расширение по Фридрихсу  $U$ -инвариантного полуограниченного симметрического оператора  $A$   $U$ -инвариантно. С другой стороны, в той же работе построен пример  $U$ -инвариантного (относительно некоторого коммутативного семейства  $U$ ) симметрического оператора с индексом дефекта  $(1, 1)$ , не имеющего  $U$ -инвариантных самосопряженных расширений.

В работе Кочубея /1/ вопрос о существовании  $U$ -инвариантных самосопряженных расширений симметрического оператора  $A$  решается в терминах характеристической функции А.В.Штрауса /4/.

Здесь приводится отличное от первоначального обоснование теоремы Р.Филиппа, а также устанавливаются условия существования регулярных (в частности, самосопряженных)  $U$ -инвариантных расширений эрмитовых (не обязательно плотно заданных)  $U$ -инвариантных операторов.

В п.5 анализируется пример  $U$ -инвариантного симметрического оператора  $A$ , не имеющего  $U$ -инвариантных самосопряженных расширений. При этом отмечается особенность диссипативного расширения  $A_\lambda$  оператора  $A$ , определяемого равенством /27/, которая состоит в том, что точечный спектр оператора  $A_\lambda$  заполняет всю плоскость.

### **2. Некоторые общие свойства $U$ -инвариантных эрмитовых операторов.**

**Предложение 1.** Пусть  $A$  - эрмитов  $U$ -инвариантный оператор. Тогда при любых  $U \in \mathcal{U}$  и  $\lambda \in \mathbb{C}$

$$U : D_A \rightarrow D_A, U : \mathfrak{N}_\lambda \rightarrow \mathfrak{N}_\lambda$$

где  $\mathfrak{N}_\lambda$  - дефектное подпространство оператора  $A$ .

□ Первое соотношение из /1/ вытекает из равенства  $AU = UA$  ( $\forall U \in \mathcal{U}$ ). Для доказательства второго соотношения из /1/ заметим, что при любых  $x \in D_A$  и  $x_\lambda \in \mathfrak{N}_\lambda$  ( $(A - \lambda I)x, Ux_\lambda$ ) =  $(U^*(A - \lambda I)x, x_\lambda)$  =  $((A - \lambda I)U^*x, x_\lambda)$  = 0, и, следовательно,  $U : \mathfrak{N}_\lambda \rightarrow \mathfrak{N}_\lambda$  ■

**Лемма 2.** Замыкание  $U$ -инвариантного оператора также есть  $U$ -инвариантный оператор.

□ Пусть  $A$  -  $U$ -инвариантный оператор и  $\bar{A}$  - его замыкание. Тогда, если  $x_n \in D_A, x_n \rightarrow x$  и  $Ax_n \rightarrow y$ , то  $x \in D_A$  и  $y = \bar{A}x$ .

Пусть, далее,  $U \in \mathcal{U}$ . Так как  $Ux_n \rightarrow Ux$  и то  $Ux_n \in D_A$ , то  $A(Ux_n) = U(Ax_n) \rightarrow Uy$ . Но тогда  $Ux \in D_A$  и  $\bar{A}Ux = Uy = U\bar{A}x$ , то есть  $\bar{A}U = U\bar{A}$ . ■

**Теорема 3.** Если замкнутый  $U$ -инвариантный оператор  $A$  имеет хотя бы одну вещественную точку регулярного типа, то у оператора  $A$  существует  $U$ -инвариантное самосопряженное решение.

□ Пусть  $\lambda \in \pi(A) \cap \mathbb{R}$ , где  $\pi(A)$  — множество точек регулярного типа (см. напр., /2/. §1), линейалы  $D_A$  и  $\mathfrak{N}_\lambda$  линейно независимы. Рассмотрим на линейале  $D_A = D_A + \mathfrak{N}_\lambda$  эрмитов оператор  $\tilde{A}$ , определяемый равенством  $\tilde{A}(x_0 + x_\lambda) = \tilde{A}x_0 + \lambda x_0 (x_0 + D_A x_\lambda \in \mathfrak{N}_\lambda)$ . На основании предложения 1 оператор  $\tilde{A}$  является  $U$ -инвариантным.

Кроме того, рассуждая так же, как и в /2/ (§3 доказательство теоремы фон Неймана) убеждаемся, что эрмитов оператор  $\tilde{A}$  плотно определен и его дефектные числа равны нулю. Замыкание этого оператора есть самосопряженный оператор, который, на основании леммы 2, является  $U$ -инвариантным. ■

### 3. Полуограниченные операторы. Теорема Филиппса.

Теорема 4. Фридрихсово расширение  $U$ -инвариантного полуограниченного симметрического оператора  $A$   $U$ -инвариантно.

□ В соответствии с пунктом 3.1 без ограничения общности можем считать, что оператор  $A$  удовлетворяет условию (см /2/ §3)

$$(Ax, x) \geq (x, x) \quad (x \in D_A)$$

Пусть  $(\bullet, \bullet)_\bullet$ -скалярное произведение, определяемое на линейале  $D_A$  равенством

$$(x, y)_\bullet = (Ax, y) \quad (\{x, y\} \subset D_A) \quad /2/$$

Если  $U \in U$ , то на основании /1/  $U: D_A \rightarrow D_A$

При этом  $(Ux, Uy)_\bullet = (AUx, Uy) = (UAx, Uy) = (x, y)_\bullet$ .

Таким образом,  $U$  есть унитарный оператор в предгильбертовом пространстве  $D_A$ . Расширяя оператор  $U$  по непрерывности на все пространство  $D_0$ , получим унитарный оператор  $U_0$ , действующий в  $D_0$  (относительно пространства  $D_0$  (см /2/§3). При этом, если  $x \in D_0$  и  $x_n \rightarrow x/x_n \in D_A$ , то

$$\|Ux_n - Ux\| = \|x_n - x\| \leq \|x_n - x\|_\bullet = \|Ux_n - U_0x\| \rightarrow 0 \quad (n \rightarrow \infty)$$

и, следовательно,  $Ux_n \rightarrow Ux$ . А это означает, что  $U_0x = Ux$ , то есть  $U_0$  есть сужение оператора  $U$  на линейал  $D_0$ .

Итак, оператор  $U_0 = U/D_0$  является унитарным оператором в гильбертовом пространстве  $D_0$ . Кроме того, так как  $U^* \in U$ , то, по аналогии с предыдущим,  $U^*: D_0 \rightarrow D_0$ . При этом если  $y \in D_A$ ,  $x \in D_0$  то,

$$(U^*x, y)_\bullet = (x, Uy)_\bullet = (x, U_0y)_\bullet = (U^*x, y)_\bullet,$$

откуда следует, что  $U_0^* = U^*/D_0$ .

Пусть  $\tilde{A}$  - расширение по Фридрихсу оператора  $A$ . На основании равенства (3.27) из /2/

$$\tilde{A}x = A^*x \quad (D_A = D_A \cap D_0).$$

Поэтому, в соответствии с равенством  $(\tilde{A}x, y)_\bullet = (x, y)_\bullet$  при любых  $x$  и  $y$  из  $D_0$

$(U\tilde{A}x, y) = (\tilde{A}x, U^* \circ y) = (x, U^* \circ y)_\bullet = (U \circ x, y)_\bullet = (\tilde{A}Ux, y)$  и, таким образом,  $U\tilde{A} = \tilde{A}U$ . ■

4. Условия существования регулярных  $U$ -инвариантных расширений в терминах формул фон Неймана. Пусть  $A$  -эрмитов  $U$ -инвариантный оператор,  $B$  -регулярное расширение оператора  $A$  и  $\lambda \in \sigma_\rho(B) / \text{Im} \lambda \neq 0 /$ . Тогда произвольный вектор  $x$  из  $D_B$  представим в виде (см. /2/, §5)

$$x = x_0 + x_\lambda + \Phi x_\lambda \quad (x_0 \in D_A, x_\lambda \in D_\Phi) \quad /3/$$

где оператор  $\Phi$  действует из  $\mathfrak{N}_\lambda$  в  $\mathfrak{N}_\lambda$ . При этом

$$Bx = Ax_0 + \bar{\lambda}x_\lambda + \lambda\Phi x_\lambda \quad /4/$$

**Теорема 5.** Регулярное расширение  $B$   $U$ -инвариантного эрмитова оператора  $A$ , определяемое равенствами /3/ и /4/, является  $U$ -инвариантным тогда и только тогда, когда  $U$ -инвариантным является оператор  $\Phi$  в формулах /3/ и /4/.

□ Пусть оператор  $B$  является  $U$ -инвариантным. Тогда при любых  $U$  из  $U$  и  $x \in D_B$  вектор  $y = Ux \in D_B$ . При этом, на основании равенства /3/ и предложения 1,

$$y = y_0 + y_\lambda + U\Phi U^* y_\lambda \quad /5/$$

где  $y_0 = Ux_0 \in D_A$ ,  $y_\lambda = Ux_\lambda \in \mathfrak{N}_\lambda$ . А так как при фиксированном  $\lambda \in \sigma_\rho(B)$  оператор  $\Phi$  в /3/ определяется однозначно, то, на основании /3/ и /5/  $U\Phi U^* = \Phi$  то есть,

$$U\Phi = \Phi U \quad (\forall U \in U) \quad /6/$$

Очевидно, что и наоборот - если оператор  $\Phi$  удовлетворяет условию /6/, то, то оператор  $B$ , определяемый равенствами /3/ и /6/, является  $U$ -инвариантным.

**Теорема 6.** Пусть существует регулярное  $U$ -инвариантное расширение  $U$ -инвариантного эрмитова оператора  $A$ , определяемое равенствами /3/ и /4/. Если при этом оператор  $\Phi$  в указанных равенствах ограничен, определен на всем пространстве  $\mathfrak{N}_\lambda$  и  $0 \in \rho(\Phi)$ , то существуют также и самосопряженное  $U$ -инвариантное расширение оператора  $A$ .

□ Пусть  $\Phi = V(\Phi)$  - полярное представление оператора  $\Phi$  и  $U \in U$ . Так как, по условию, оператор  $B$  является  $U$ -инвариантным расширением оператора  $A$ , то, на основании теоремы 5, оператор  $U$  коммутирует с  $\Phi$ . Но тогда оператор  $|\Phi| = \sqrt{\Phi^* \Phi}$ , который действует в подпространстве  $\mathfrak{N}_\lambda$ , также коммутирует с  $U$ . Кроме того, с учетом условия теоремы оператор  $|\Phi|$  отображает  $\mathfrak{N}_\lambda$  на  $\mathfrak{N}_\lambda$ . Поэтому  $V$  является унитарным оператором, отображающим  $\mathfrak{N}_\lambda$  на  $\mathfrak{N}_\lambda$  и, очевидно,  $V$  коммутирует с  $U /U \in U/$ .

Рассмотрим оператор  $S$ , определяемый следующим образом: произвольный вектор  $x$  из  $D_S$  представим в виде

$$x = x_0 + x_\lambda + Vx_\lambda \quad (x_0 \in D_A, x_\lambda \in \mathfrak{N}_\lambda)$$

При этом  $Sx = Ax_0 + \bar{\lambda}x_\lambda + \lambda Vx_\lambda$ .

Заданный так оператор является самосопряженным и коммутирует с  $U$  то есть  $S$  - самосопряженное  $U$ -инвариантное расширение оператора  $A$ . ■

### 5. Условия существования самосопряженных $U$ -инвариантных расширений в терминах характеристической функции А. В. Штрауса

Пусть  $A$  - замкнутый эрмитов оператор,  $\lambda (\text{Im} \lambda < 0)$  - фиксированное число и  $\mathfrak{N}_\lambda$  - дефектное подпространство оператора  $A$ . Как можно показать (см /4/) оператор  $A_\lambda$ , определяемый на линейале  $D_{A_\lambda} = D_A + \mathfrak{N}_\lambda$  равенством

$$A_\lambda(x_0 + x_\lambda) = Ax_0 + \bar{\lambda}x_\lambda \quad /7/$$

где  $x_0 \in D_A$ , а  $x_\lambda \in \mathfrak{N}_\lambda$ , является максимальным диссипативным оператором. Если при этом оператор  $A$   $U$ -инвариантен то, очевидно, оператор  $A_\lambda$  также является  $U$ -инвариантным.

Пусть  $\mu / \text{Im} \mu < 0 /$  фиксированная точка. Так как  $\mu \in \rho(A_\lambda)$ , то, с учетом формул фон Неймана, вектор  $x = x_0 + x_\lambda$  из  $D_{A_\lambda}$  представим в виде

$$x = y_0 + y_\mu + \Phi y_\mu \quad /8/$$

где  $D_\Phi = \mathfrak{R}_\mu$  (в силу того, что оператор  $A_\lambda$  максимальный);  $\Phi: \mathfrak{R}_\mu \rightarrow \mathfrak{R}_\mu$  и, очевидно, при фиксированном  $\mu$  оператор  $\Phi$  зависит от  $\lambda: \Phi = \Phi_\lambda$ . При этом

$$A_\lambda x = Ay_0 + \bar{\mu}y_\mu + \mu\Phi y_\mu \quad /9/$$

На основании /8/ и /9/

$$(A_\lambda - \mu I)x = (A - \mu I)y_0 + (\bar{\mu} - \mu)y_\mu \quad /10/$$

Применяя к обеим частям равенства /10/ оператор  $(A_\lambda - \mu I)^{-1}$  и учитывая равенство  $Ay_0 = A_\lambda y_0$ , получим

$$x = y_0 + (\bar{\mu} - \mu) \quad /11/$$

Из равенства /11/ и /8/ следует, что

$$\Phi_\lambda y_\mu = -(A_\lambda - \bar{\mu} I)(A_\lambda - \mu I)^{-1} y_\mu \quad /12/$$

В работе А.В.Штрауса /4/ оператор

$$C(\lambda) = (A_\lambda - \bar{\mu} I)(A_\lambda - \mu I)^{-1} \quad /13/$$

назван характеристической функцией эрмитова оператора  $A$ . Таким образом, в случае оператора  $A_\lambda$  оператор  $\Phi_\lambda$  из соответствующих формул фон Неймана лишь знаком отличается от характеристической функции  $\tilde{N}(\lambda)$  эрмитова оператора  $A$ .

Теорема 7. Пусть при некоторых фиксированных  $\lambda / \text{Im} \lambda < 0 /$  и  $\mu / \text{Im} \mu < 0 /$   $0 \in \rho(C(\lambda))$

Тогда существует самосопряженное  $U$ -инвариантное расширение  $U$ -инвариантного эрмитова оператора  $A$ .

□ Действительно, если  $A$  - инвариантный эрмитов оператор и  $U \in U$ , то, на основании равенства /7/,  $A_\lambda$  коммутирует с  $U$ . Но тогда из равенства /13/ следует, что оператор  $C(\lambda)$  также коммутирует с оператором  $U$ . Для завершения доказательства теоремы остается воспользоваться равенством  $\Phi_\lambda = -C(\lambda)$  и теоремами 5 и 6.

6. Симметрический  $U$ -инвариантный оператор, не имеющий  $U$ -инвариантных самосопряженных расширений. Рассмотрим в пространстве  $\dot{I} = \ell_2(-\infty, \infty)$  оператор  $V$ , который определяется следующим образом:

$$D_V = \{x \in \dot{I} \mid x = (\dots, x_{-2}, x_{-1}, [0], x_1, x_2, \dots)\} \quad /14/$$

$$Vx = (\dots, x_{-3}, x_{-2}, [x_{-1}], 0, x_1, x_2, \dots) \quad /15/$$

Таким образом, для любых  $x$  и  $y$  из  $D_V$   $(Vx, Vy) = (x, y)$  то есть  $V$  — изометрический оператор. При этом, как легко убедиться,  $1 \in \sigma_p(V)$ . Это дает возможность рассмотреть оператор  $A$ :

$$A = i(V + I)(V - I)^{-1} \quad (D_A = D_{V-1}) \quad /16/$$

который является эрмитовым (как преобразование Кели изометрического оператора).

Покажем, что оператор  $A$  плотно определен и, таким образом, является симметрическим оператором. Действительно, пусть вектор  $h = (\dots, h_{-1}, [h_0], h_1, \dots)$  ортогонален линейалу  $D_A$ . Тогда  $((V - I)x, h) = 0$ , то есть

$$(Vx, h) = (x, h) \quad (\forall x \in D_V). \quad /17/$$



Рассмотрим вектор  $\ell_m = (\dots, \delta_{(-2)m}, \delta_{(-1)m}, [\delta_{0m}], \delta_{1m}, \delta_{2m}, \dots)$ , где  $m \in \mathbb{Z}$  и  $\delta_{km}$  — символ Кронекера. При любом целом  $m \neq 0$  вектор  $\ell_m \in D_V$ . Подставляя в /17/  $x = \ell_m / m \neq 0$ , получим, что  $\tilde{h}_{m+1} = h_m$  и, следовательно,

$$h_0 = h_{-1} = h_{-2} = \dots = a, \quad h_1 = h_2 = h_3 = \dots = b$$

что возможно лишь при  $a = b \neq 0$ . Таким образом,  $h=0$ . Следовательно,  $A$  — симметрический оператор.

Пусть  $\mathfrak{R}_\lambda$  — дефектное подпространство оператора  $A$  и  $x_\lambda \in \mathfrak{R}_\lambda$ . Тогда

$$((A - \lambda I)x, x_\lambda) = 0 \quad (\forall x \in D_A). \quad /18/$$

А так как  $x = (V - I)f$ , где  $f \in D_V$ , и, с учетом равенства /16/  $A = iI + 2i(V - I)^{-1}$ , то

$$\begin{aligned} (A - \lambda I)x &= (i - \lambda)x + 2i(V - I)^{-1}x = (i - \lambda)(V - I)f + 2if = \\ &= (i - \lambda)Vf + (\lambda + i)f. \end{aligned} \quad (19)$$

Но тогда, на основании /18/ и /19/,

$$(i - \lambda)(Vf, x_\lambda) + (\lambda + i)(f, x_\lambda) = 0 \quad /20/$$

В частности, при  $\lambda = i$  равенство /20/ переписывается в виде:

$$(f, x_i) = 0 \quad / \forall f \in D_V/. \text{ Следовательно,}$$

$$x_i = (\dots, 0, 0, [1], 0, 0, \dots) \quad /21/.$$

Таким образом,  $\mathfrak{R}_i = \langle x_i \rangle$ , где вектор  $x_i$  определяется равенством /21/.

Аналогично, при  $\lambda = -i$  /  $\forall f, x_{-i} / \quad / \forall f \in D_V /$ , и, следовательно,  $\mathfrak{R}_{-i} = \langle x_{-i} \rangle$ , где вектор  $x_{-i}$  определяется равенством

$$x_{-i} = (\dots, 0, 0, [0], 1, 0, 0, \dots) \quad /22/$$

Рассмотрим семейство унитарных операторов  $U_\theta$ , которые определяются следующим образом: если

$$x = (\dots, x_{-2}, x_{-1}, [x_0], x_1, x_2, \dots) \in I \quad /23/$$

$$\text{то } U_{\theta x} = (\dots, x_{-2}, x_{-1}, [x_0], \theta x_1, \theta x_2, \dots) \quad /24/$$

где  $\theta \in \mathbb{C}$ ,  $|\theta| = 1$  и  $\theta \neq 1$ . На основании равенств /14/-/16/ оператор  $U_\theta$  является  $U$ -инвариантным, причем

$$U_\theta x_i = x_i, \quad U_\theta x_{-i} = \theta x_{-i} \quad /25/$$

где  $x_i$  и  $x_{-i}$  — векторы из дефектных подпространств оператора  $A$ , определяемые равенствами /21/ и /22/.

Предположим, что существует  $U$ -инвариантное самосопряженное расширение  $S$  оператора  $A$ . Тогда, если  $x \in D_S$ , то

$$x = x_0 + x_i + \Phi x_i, \quad Sx = Ax_0 - i x_i + i \Phi x_i,$$

где  $\Phi$  — унитарный оператор, отображающий  $\mathfrak{R}_i$  в  $\mathfrak{R}_{-i}$ . При этом, так как дефектные подпространства  $\mathfrak{R}_i$  и  $\mathfrak{R}_{-i}$  одномерные, то

$$\Phi x_i = a x_{-i} \quad (|a| = 1) \quad /26/$$

Кроме того, оператор  $\Phi$ , в силу теоремы 5, также должен быть  $U$ -инвариантным. Однако, на основании равенств /25/ и /26/,

$$\Phi U_0 x_i = \Phi x_i, U_0 \Phi x_i = \theta \Phi x_i,$$

и, таким образом, равенство  $\Phi U_0 x_i = U_0 \Phi x_i$  возможно лишь при. Получили противоречие.

Итак, на основании предыдущего, не существует  $U$ -инвариантных самосопряженных расширений рассматриваемого  $U$ -инвариантного симметрического оператора  $A$ . В то же время регулярные  $U$ -инвариантные расширения оператора  $A$  существуют. Таким, например, является диссипативный оператор  $A_\lambda$ , определяемый на линейале  $D_{A_\lambda} = D_A + \mathfrak{R}_\lambda$  равенством

$$A_\lambda(x_0 + x_\lambda) = Ax_0 + \bar{\lambda}x_\lambda (x_0 \in D_A, x_\lambda \in \mathfrak{R}_\lambda) \quad /27/$$

где  $\mathfrak{R}_\lambda$  — дефектное подпространство оператора  $A$ , а  $\lambda / \text{Im } \lambda < 0 /$  — фиксированная точка.

Отметим одну особенность оператора  $A_\lambda$  в рассматриваемом случае.

**Теорема 8.** Пусть симметрический оператор  $A$  определяется равенством /16/. Тогда точечный спектр оператора  $A_\lambda$ , который определяется равенством /27/, заполняет всю верхнюю полуплоскость.

о Пусть  $\lambda \neq i$ . Тогда, на основании равенства /20/

$$(\forall f, x_\lambda) = K_\lambda(f, x_\lambda) \quad /28/$$

где  $K_\lambda = \frac{\lambda + 1}{\lambda - 1}$ . При этом

$$(|K_\lambda| - 1) \text{Im } \lambda > 0 \quad (\text{Im } \lambda \neq 0) \quad /29/$$

Пусть  $x_\lambda = (\dots, \varphi_{-2}, \varphi_{-1}, [\varphi_0], \varphi_1, \varphi_2, \dots)$ . Рассуждая так же, как и при рассмотрении равенства /18/, убеждаемся, что при любом целом  $n \neq 0$   $\varphi_{n+1} = K_\lambda \varphi_n$  и, следовательно,

$$\varphi_n = (K_\lambda)^{n-1} \varphi_1, \varphi_{-n} = (-K_\lambda)^{-n} \varphi_0 \quad (n \in \mathbb{N}) \quad /30/$$

Пусть  $\text{Im } \lambda > 0$ . Тогда, на основании /29/,  $|K_\lambda| > 1$ . Поэтому, с учетом /30/,  $|\varphi_n| \geq |\varphi_1| \quad / \forall n \in \mathbb{N} /$ , что возможно лишь при  $\varphi_1 = 0$ . Таким образом, при  $\text{Im } \lambda > 0$   $\varphi_n = 0 \quad / n \in \mathbb{N} /$ . Кроме того, так как  $(K_\lambda)^{-1} = K_{\bar{\lambda}}$ , то  $\varphi_{-n} = K_\lambda^n \varphi_0$ . Но тогда / при  $\text{Im } \lambda > 0$  и  $\varphi_0 = 1 /$

$$x_\lambda = (\dots, K_\lambda^2, K_\lambda, [1], 0, 0, \dots) \quad /31/$$

При этом, так как  $|K_\lambda| < 1$ , то

$$\|x_\lambda\|^2 = 1 + \sum_{n=1}^{\infty} |K_\lambda^n|^2 = (1 - |K_\lambda|^2)^{-1}$$

В частности, при  $\lambda = i$   $K_\lambda = 0$  и вектор  $x_\lambda$  совпадает с вектором  $x_i$ , который определяется равенством /21/.

Аналогично, при  $\text{Im } \lambda < 0$   $|K_\lambda| < 1$  и, следовательно, на основании /30/,  $\varphi_{-n} = 0$  при любом целом  $n \geq 0$ . Но тогда, с учетом равенств /30/, при  $\varphi_1 = 1$  и  $\text{Im } \lambda < 0 /$

$$x_\lambda = (\dots, 0, 0, [0], 1, K_\lambda, K_\lambda^2, \dots) \quad /32/$$

При этом  $\|x_\lambda\|^2 = (1 - |K_\lambda|^2)^{-1}$  и при  $\lambda = -i$  вектор  $x_\lambda$  совпадает с вектором  $x_{-i}$  (см равенство /22/).

Пусть  $\lambda_0 / \text{Im } \lambda_0 > 0$  — фиксированное число. Тогда, как оператор  $A_\lambda$ , определяемый равенством /27/, диссипативный, то  $\mu = \bar{\lambda}_0 \in \sigma_p(A_\lambda)$ . Поэтому, с учетом формул фон Неймана, произвольный вектор  $x = x_0 + x_{\bar{\lambda}}$  из  $D_{A_\lambda}$  представим в виде  $x = y_0 + y_\mu + \Phi y_\mu$ , то есть

$$x = y_0 + y_{\bar{\lambda}_0} + \Phi y_{\bar{\lambda}_0} \left( y_0 \in D_A, y_{\bar{\lambda}_0} \in \mathfrak{R}_{\bar{\lambda}_0} \right),$$

где  $y_{\bar{\lambda}_0} = ax_{\bar{\lambda}_0}$ ,  $\Phi y_{\bar{\lambda}_0} = bx_{\lambda_0}$ ,  $a, b$  — некоторые комплексные числа /. Итак, окончательно,

$$x = y_0 + ax_{\bar{\lambda}_0} + bx_{\lambda_0}, \quad /33/$$

где  $y_0 \in D_A$ , а векторы  $x_{\lambda_0}$  и  $x_{\bar{\lambda}_0}$ , на основании равенств /31/, /32/ и  $K_{\bar{\lambda}} = K_\lambda^{-1}$ , представимы в виде

$$x_{\lambda_0} = (\dots, K_{\lambda_0}^2, K_{\bar{\lambda}_0}, [1], 0, 0 \dots) \quad /34/$$

$$x_{\bar{\lambda}_0} = (\dots, 0, 0, [0], 1, K_{\lambda_0}^{-1}, K_{\lambda_0}^{-2}, \dots) \quad /35/$$

С учетом равенств /27/, /33/ и формул фон Неймана находим, что

$$Ax_0 + \bar{\lambda}x_\lambda = Ay_0 + a\lambda_0 x_{\bar{\lambda}_0} + b\bar{\lambda}_0 x_{\lambda_0} \quad /36/$$

При этом

$$x_0 = (V - I)\phi, \quad y_0 = (V - I)\psi \quad (\{\phi, \psi\} \in D_V) \quad /37/$$

и, на основании /16/

$$Ax_0 = i(V + I)\phi, \quad Ay_0 = i(V + I)\psi,$$

Но тогда равенство /36/ переписывается так:

$$i(V + I)\phi + \bar{\lambda}x_\lambda = i(V + I)\psi + a\lambda_0 x_{\bar{\lambda}_0} + b\bar{\lambda}_0 x_{\lambda_0} \quad /38/$$

Умножая /33/ на  $i$  и вычитая из /38/, получим, с учетом равенств  $x = x_0 + x_{\bar{\lambda}}$  и /37/, что

$$2i\phi + (\bar{\lambda} - i)x_\lambda = 2i\psi + a(\bar{\lambda}_0 - i)x_{\bar{\lambda}_0} + b(\bar{\lambda}_0 - i)x_{\lambda_0} \quad /39/$$

Пусть  $P: H \rightarrow D_V^\perp$  - ортопроектор в  $H$ . Тогда  $P\phi = P\psi = 0$  и, с учетом равенств /32/, /35/ и /34/

$$Px_\lambda = Px_{\bar{\lambda}_0} = 0, \quad Px_{\lambda_0} = e_0 \quad /40/$$

где  $e_0 = (\dots, 0, 0, [1], 0, 0, \dots)$ . Применяя оператор  $P$  к обеим частям /39/ и учитывая равенства /40/, получим равенство  $b(\bar{\lambda}_0 - i)e_0 = 0$ , откуда следует, что  $b = 0$ . Таким образом, при любом  $\lambda_0$  из верхней полуплоскости  $\Phi y_{\bar{\lambda}_0} = bx_{\lambda_0} = 0$ .

Но тогда  $x = y_0 + y_{\bar{\lambda}_0}$ ,  $A_\lambda x = Ay_0 + a\lambda_0 x_{\bar{\lambda}_0}$ .

А так как  $y_{\bar{\lambda}_0} = \alpha x_{\bar{\lambda}_0}$ , то при  $y_0 = 0$   $A_\lambda x_{\bar{\lambda}_0} = \lambda_0 x_{\bar{\lambda}_0}$ , то есть  $\lambda_0 \in \sigma_P(A_\lambda)$ . Таким образом, вся верхняя полуплоскость принадлежит точечному спектру оператора  $A_\lambda$ .  $\square$

#### ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочубей А.Н. О симметрических операторах, коммутирующих с семейством унитарных операторов // Функцион. анализ и его прил. - 1979. -Т. 13, N4. -С. 77-78.
2. Кужель А.В. Расширения эрмитовых операторов. -К.: Виша школа, 1989. -55с.
3. Филлипс Р.С. Расширение дуальных подпространств, инвариантных относительно алгебры // Математика / сб. переводов /. -1964. -Т. 8, N6. -С. 81-108.
4. Штраус А.В. О расширениях и характеристической функции симметрического оператора // Изв. АН СССР, Сер. матем. - 1968. -Т2. 32, N1. -С. 186-207.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ПАР ЛИНЕЙНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ ИЗ ОДНОГО ПРОСТРАНСТВА В ДРУГОЕ

А.И.Криворучко, кандидат физико-математических наук, доцент

Введение. Пусть  $f, g: V \rightarrow W$  — гомоморфизмы конечномерных векторных пространств. На основе теории элементарных делителей  $\lambda$ -матриц сначала в [1] (в регулярном случае, когда среди отображений  $f + \lambda g$  имеются изоморфизмы), а затем в [2] (в сингулярном случае) построены базисы  $V$  и  $W$ , в которых  $f$  и  $g$  (одновременно) описываются "наиболее простыми" матрицами, и дана линейная классификация пар  $(f, g)$ .

Вопросы, связанные с линейной классификацией четверок плоскостей, приводят к следующей задаче.

Пусть  $f: A \rightarrow W$  и  $g: B \rightarrow V$  — гомоморфизмы конечномерных векторных пространств, удовлетворяющие одному из следующих двух условий:

1.  $A \subset V, B \subset W$ .

II.  $A$  и  $B$  — подпространства некоторого векторного пространства  $L, V = W$ .

Построить базисы, в которых  $f$  и  $g$  описываются "возможно более простым" (каноническим) способом, определяемым классом линейной эквивалентности пары  $(f, g)$ .

В настоящей заметке решается эта задача. При этом получена линейная классификация пар гомоморфизмов, удовлетворяющих указанным выше условиям.

1°. Пусть  $f, g$  удовлетворяют условиям I или II. В первом случае положим  $P = A + g(B), Q = B + f(A)$ , а во втором —  $P = A + B, Q = f(A) + g(B)$ .

Будем считать, что  $P \cap Q$  содержит лишь общий нулевой вектор  $P$  и  $Q$ .

Назовем  $(f, g)$ -цепочкой (или просто цепочкой) цветной граф, являющийся простой цепью, вершины которой — попарно различные ненулевые векторы из  $P \cup Q$ ; при этом каждому ребру графа сопоставлено  $f$  или  $g$  (цвет ребра) так, что выполняются следующие условия:

а) у каждого подграфа — одна из вершин является образом другой при гомоморфизме, сопоставленном ребру подграфа;

б) у каждого подграфа — одному из его ребер сопоставлено  $f$ , а другому —  $g$ .

Две цепочки назовем эквивалентными, если между ними существует изоморфизм цветных графов, сохраняющий принадлежность вершин соответствующим пространствам  $P, Q$ .

Пару базисов  $P, Q$  для пространств  $P, Q$  соответственно назовем канонической для  $(f, g)$ , если  $P \cup Q$  допускает разбиение  $(P_0, Q_0, T_1, \dots, T_k)$  такое, что  $P_0 \subset P, Q_0 \subset Q$  соответствующие сужения  $f, g$  являются изоморфизмами между  $\langle P_0 \rangle$  и  $\langle Q_0 \rangle$  (и можно считать, что их соответствующая композиция  $\varphi: \langle P_0 \rangle \rightarrow \langle P_0 \rangle$  имеет в базисе  $P_0$ , например, вторую естественную форму), а  $T_i$  является множеством всех вершин некоторой максимальной  $(f, g)$ -цепочки ( $i = 1, k$ ) (случай  $P_0 = Q_0 = \emptyset, k = 0$  не исключаются).

Нетрудно проверить, что если такое разбиение существует, то оно единственно с точностью до перестановки  $T_1, \dots, T_k$ .

Будем называть его каноническим разбиением пары  $(P, Q)$ .

Пусть  $(P', Q')$  — еще одна каноническая пара базисов для  $(f, g)$ ,  $(P'_0, Q'_0, T'_1, \dots, T'_k)$  — ее каноническое разбиение,  $\varphi': \langle P'_0 \rangle \rightarrow \langle P_0 \rangle$  — соответствующий этой паре базисов автоморфизм. Назовем  $(P', Q')$  эквивалентной  $(P, Q)$ , если  $\varphi$  и  $\varphi'$  линейно эквивалентны,  $k = k'$  и, с точностью до перестановки,  $T'_i$  эквивалентна  $T_i$  для всех  $i = \overline{1, k}$ .

**Теорема.** Пусть  $(f, g)$  удовлетворяет условиям I или II. Тогда  $(f, g)$  имеет каноническую пару базисов и любые две канонические пары базисов  $(f, g)$  эквивалентны.

2<sup>0</sup>. Докажем теорему, предполагая, что  $f$  и  $g$  удовлетворяют условию I.

В этом случае среди всех пар подпространств  $X \subset A$ ,  $Y \subset B$ , для которых  $f(X) = Y$ ,  $g(Y) = X$ , существует наибольшая пара  $(A_0, B_0)$ ; ее а также пару  $(f|_{A_0}, g|_{B_0})$  будем называть биективными частями  $(A, B)$  и  $(f, g)$  соответственно.

**Лемма I.** Пусть  $(f, g)$  — пара с нулевой биективной частью  $C = f(A) \cap B$ ,  $h = g|_C$ . Тогда  $(f, h)$  — пара с нулевой биективной частью и, если для нее существует каноническая пара базисов, то и для  $(f, g)$  существует каноническая пара базисов; при этом, если любые две канонические пары базисов  $(f, h)$  эквивалентны, то и любые две канонические пары базисов  $(f, g)$  эквивалентны.

**Доказательство.** Пусть  $(P', Q')$  — каноническая пара базисов  $(f, h)$ . Тогда  $P' \cup Q'$  распадается на максимальные цепочки следующих четырех типов:

$$T_j^1 \text{ - цепочка } \begin{array}{ccccccc} & a_{j1}^1 & & \dots & & & \\ & \searrow & \nearrow & & \searrow & & \\ & & b_{j1}^1 & & & b_{j1}^1 & \in B \end{array}$$

где  $j = \overline{1, l_1}$ ;

$$T_j^2 \text{ - цепочка } \begin{array}{ccccccc} & a_{j1}^2 & & \dots & & & a_{j1}^2 \notin \ker f \\ & \searrow & \nearrow & & \searrow & \nearrow & \\ & & b_{j1}^2 & & & & \end{array}$$

где  $j = \overline{1, l_2}$ ;

$$T_j^3 \text{ - цепочка } \begin{array}{ccccccc} & a_{j1}^3 & & \dots & & & a_{j1}^3 \in A \\ & \searrow & \nearrow & & \searrow & \nearrow & \\ & & b_{j1}^3 & & & & \end{array}$$

где  $j = \overline{1, l_3}$ ;

$$T_j^4 \text{ - цепочка } \begin{array}{ccccccc} & a_{j1}^4 & & \dots & & & \\ & \searrow & \nearrow & & \searrow & & \\ & & b_{j1}^4 & & & b_{j1}^4 \notin \ker g & \end{array} \quad \text{где } j = \overline{1, l_4}.$$

Положим  $D = A \cap g(B)$ . Будем считать, что  $a_{j1}^i \in D$  для всех  $j \leq m_i$  и  $a_{j1}^i \in D$  для всех  $j > m_i$ , где  $0 \leq m_i \leq l_i$ .

Пусть  $Q''$  состоит из всех  $b_{jk}^i \in C \setminus \ker h$ ,  $C = \langle Q'' \rangle$ . Тогда  $h|_C$  — мономорфизм,  $C = \ker h \oplus C$ ,  $B = \ker g \oplus B'$  для некоторого  $B' \supset C$ . Пусть  $g' = g|_{B'}$ . Тогда  $g': B' \rightarrow g(B)$  — изоморфизм,  $D \subset g(B)$  и поэтому для всех  $i = \overline{1,4}$  и  $j > m_i$  найдется  $b_{j0}^i \in B'$ , для которого  $g(b_{j0}^i) = a_{j1}^i$ .

Векторы  $b_{jk}^i \in B'$  линейно независимы и их можно дополнить векторами  $b_{j1}^5 \in B' (j = \overline{1, l_5})$  и  $b_{j1}^6 \in \ker g (j = \overline{1, l_6})$  до базиса в  $B$ .

Теперь множество  $P$  всех  $a_{jk}^i$  является объединением множества  $\tilde{A}$  всех тех из них, которые принадлежат  $A$  (и образуют базис  $A$ ), и  $g'(B')$ , где  $B'$  — множество всех  $b_{jk}^i \in B'$ ;  $B'$  — базис  $B'$ , поэтому  $g'(B')$  — базис  $g(B)$ ; кроме того,  $g'(B') \cap \tilde{A}$  — базис  $A \cap g(B)$ . Отсюда  $P$  — базис  $P$ . Аналогичным образом показывается, что  $Q = \tilde{B} \cup f(A')$ , где  $A'$  — множество всех  $a_{jk}^i \in A \setminus \ker f$ ,  $\tilde{B}$  — множество всех  $b_{jk}^i \in B$ , является базисом  $Q$ . По построению,  $(P, Q)$  каноническая пара базисов. При этом класс эквивалентности пары  $(P, Q)$  определяется классом эквивалентности пары  $(P', Q')$ , которая, в свою очередь, определяется парой  $(P, Q)$ .

**Лемма 2.** Пусть  $(A_0, B_0)$  — биективная часть пары  $(A, B)$ ,  $\tilde{f}: A/A_0 \rightarrow B/B_0$ ,  $\tilde{g}: B/B_0 \rightarrow A/A_0$  — фактор отображения отображений  $f$  и  $g$ . Тогда  $(\tilde{f}, \tilde{g})$  имеет нулевую биективную часть.

**Доказательство.** Допустим, что  $\tilde{f}[a] = [b]$ ,  $\tilde{g}[b] = \mu[a]$ . Тогда  $f(A') \subset B'$ ,  $g(B') \subset A'$ , где  $A' = A_0 + \langle a \rangle$ ,  $B' = B_0 + \langle b \rangle$ . В силу максимальности биективной пары  $(A_0, B_0)$ , отсюда  $[a]$  и  $[b]$  — нулевые векторы в фактопространствах. Предположим, что существуют двумерные  $C \subset A/A_0$  и  $D \subset B/B_0$  такие, что  $\tilde{f}(C) = D$ ,  $\tilde{g}(D) = C$ . Пусть ненулевой  $[a] \in C$ . Тогда  $\tilde{f}[a] = [b] \neq 0$ ,  $\tilde{g}[b] = [a_1] \neq [a]$ . Следовательно,  $C = \langle [a], [a_1] \rangle$ ,  $D = \langle [b], [b_1] \rangle$ , где  $[b_1] = \tilde{f}[a_1]$ ,  $f(a) = b + b_2$ ,  $g(b) = a_1 + a_2$ ,  $f(a_1) = b_1 + b_3$ ,  $g(b_1) = l a + m a_1 + a_3$ ,  $\langle a_2, a_3 \rangle \subset A_0$ ,  $\langle b_2, b_3 \rangle \subset B_0$ ,  $\langle a, a_1 \rangle \cap A_0 = \langle b, b_1 \rangle \cap B_0 = \langle 0 \rangle$ . Положим  $A' = \langle A_0, a, a_1 \rangle$ ,  $B' = \langle B_0, b, b_1 \rangle$ . Тогда  $f(A') = B'$ ,  $g(B') \subset A'$ , что невозможно. Лемма доказана.

Пусть теперь  $T$  —  $(\tilde{f}, \tilde{g})$ -цепочка. Пользуясь тем, что  $f$  и  $g$  отображают классы эквивалентности векторов на классы эквивалентности, из каждого класса, являющегося вершиной  $T$ , то можно выбрать представитель таким образом, чтобы выбранные представители образовывали  $(f, g)$ -цепочку, эквивалентную  $T$ . Кроме того, полагая  $A_1 = A/A_0$ ,  $B_1 = B/B_0$ ,  $A_{2k+2} = A_{2k+1}$ ,  $B_{2k+2} = B_{2k+1} \cap \tilde{f}(A_{2k+1})$ ,

$A_{2k+3} = A_{2k+2} \cap \tilde{g}(B_{2k+1}), B_{2k+3} = B_{2k+2}$ , по индукции строим убывающую последовательность  $(A_i, B_i)$ , которая поэтому стабилизируется, а тогда  $A_i = B_i = \langle 0 \rangle$  для некоторого  $i$ . Используя это, а также леммы 1 и 2, получаем доказательство теоремы в случае, когда  $f$  и  $g$  удовлетворяют условию 1.

3°. Предположим теперь, что  $f$  и  $g$  удовлетворяют условию II. Определим пару  $(f, g)_f$ . Положим  $A_0 = B_0 = C_0 = D_0 = \langle 0 \rangle$ , и если  $A_i, B_i, C_i, D_i$  уже определены, то  $A_{i+1} = f^{-1}(C_i), B_{i+1} = A_{i+1} \cap B, D_{i+1} = g(B_{i+1}), C_{i+1} = D_{i+1} \cap f(A)$ .

Последовательности  $(A_i), (B_i), (C_i), (D_i)$  возрастают и поэтому стабилизируются, начиная с некоторого номера  $k$ .

Положим

$$(f, g)_f = (f|_{A_k}, g|_{B_k}). \quad (1)$$

Аналогичным образом определяются  $(f, g)_g$ .

Лемма 3. Если для  $(f, g)_f$  существуют канонические пары базисов и все такие пары базисов эквивалентны друг другу, то и для  $(f, g)$  существуют канонические пары базисов и все они эквивалентны друг другу.

Доказательство. Пусть  $(f, g)_f$  определена равенством (1). Заметим, что  $f^{-1}(g(A_k)) = A_k$  и  $f(A_i) \subset g(A_{i-1})$  для всех  $i$ ; (2)

это позволяет определить фактор отображения

$$\tilde{f}: A/A_k \rightarrow W/g(A_k), \quad \tilde{g}: B/A_k \rightarrow W/g(A_k).$$

В силу уже доказанной части теоремы и мономорфности  $\tilde{f}$  получаем, что  $(\tilde{f}, \tilde{g})$  имеет канонические пары базисов, причем все они эквивалентны друг другу. Пусть  $(\tilde{P}, \tilde{Q})$  — одна из этих пар. Если  $T$  —  $(\tilde{f}, \tilde{g})$ -цепочка, входящая в каноническое разбиение  $(\tilde{P}, \tilde{Q})$ , то из каждого класса, являющегося вершиной  $T$ , можно выбрать представитель таким образом, чтобы все эти представители образовывали  $(f, g)$ -цепочку, эквивалентную  $T$ . При этом используется то, что  $\tilde{f}$  — мономорфизм, а  $g$  отображает классы эквивалентности на классы эквивалентности.

Допустим теперь, что  $[a_i] \in \tilde{P}_0, [u_i] \in \tilde{Q}_0, \tilde{f}[a_i] = [u_i] (i = \overline{1, m}), \tilde{g}[a_j] = [u_{j+1}]$

$$(j = \overline{1, m-1}), \tilde{g}[a_m] = \sum_{i=1}^m \gamma_i [u_i] (\gamma_i \neq 0).$$

Тогда можно считать, что

$$\left. \begin{aligned} f(a_i) &= u_i (i = \overline{1, m}), g(a_j) = u_{j+1} + d_j \\ (j = \overline{1, m-1}), g(a_m) &= \sum_{i=1}^m \gamma_i u_i + d_m \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$



где  $d_i \in g(A_k)$  ( $i = \overline{1, m}$ ). Отсюда  $d_i = g(e_i)$ ,  
 $e_i \in A_k, f(e_i) \in g(A_{k-1})$ . Поэтому для  
 $\tilde{a}_i = a_i - e_i \in [a_i]$  и  $\tilde{u}_i = u_i + f(e_i) \in [u_i]$  после переобозначения представи-  
 телей, имеем (3), где  $d_i \in g(A_{k-1})$ . Производя аналогичную замену  $k$  раз, получаем (3),  
 где теперь все  $d_i = 0$ .

Дополняя множество всех выбранных таким образом представителей векторами из  $P \cup Q$ , где  $(P, Q)$  - каноническая пара базисов для  $(f, g)_f$ , получаем каноническую пару базисов для  $(f, g)$ , класс эквивалентности которой определяется классами эквивалентности пар  $(P, Q)$  и  $(\tilde{P}, \tilde{Q})$ . Лемма доказана.

Для доказательства теоремы положим  $(f_1, g_1) = (f, g)_f$ , и если уже определена па-  
 ра  $(f_{2m-1}, g_{2m-1})$ , то положим  $(f_{2m}, g_{2m}) = (f_{2m-1}, g_{2m-1})_{g_{2m-1}}$ ,  
 $(f_{2m+1}, g_{2m+1}) = (f_{2m}, g_{2m})_{f_{2m}}$ .

Пусть  $X_i$  — область определения  $f_i$ ,  $Y_i$  — область определения  $g_i$ . Тогда последовательности  $(X_i)$  и  $(Y_i)$  убывают и поэтому стабилизируются на некотором номере  $s$ , а тогда

$$(f_s, g_s)_{f_s} = (f_s, g_s)_{g_s} = (f_s, g_s). \quad (4)$$

В частности,  $X_s = Y_s$  и можно сослаться на указанные во введении результаты, полученные в [1; 2] (см. также [3, с. 312 - 324]).

Замечание. Условие (4) позволяет построить каноническую пару базисов для  $(f_s, g_s)$  тем же способом, который применялся при доказательстве лемм 1 и 3, не используя теории элементарных делителей  $\lambda$ -матриц и результатов из [1, 2]. При этом выясняется геометрический смысл минимальных индексов и других линейных инвариантов пары гомоморфизмов, определенных алгебраически в [1, 2] для случая  $A = B$ .

Работа финансируется из Государственного фонда фундаментальных исследований и ГКНТ Украины.

#### Список литературы

1. K. Weierstrass, Zur Theorie der bilinearen und quadratischen Formen.- Monatsh. Akad. Wiss. Berlin (1867), s. 310-338.
2. L. Kronecker, Algebraische Reduction der Scharen bilinearer Formen.- Sitz.- Ber. Akad. Wiss. Phys.-math. Klasse, Berlin (1890), s. 763-776.
3. Ф.Р. Гентмахер, Теория матриц. Наука, Москва (1988), 552 с.

## ТЕОРЕМА ЛАГРАНЖА В ТОПОЛОГИЧЕСКИХ И ПСЕВДОТОПОЛОГИЧЕСКИХ ВЕКТОРНЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

И.В.Орлов, кандидат физико-математических наук, доцент

Введение. Классическая формула конечных приращений для отображения отрезка в вещественное локально выпуклое топологическое пространство ([1]) дает глобальную замкнутую выпуклую оценку

$$f(b) - f(a) \in [g(b) - g(a)] \cdot B \quad (1)$$

при наличии локальной оценки  $f'(t) \in g'(t) \cdot B$ ,  $a < t < b$ , где  $f$  и  $g$  непрерывны на  $[a, b]$  и дифференцируемы кроме конечного или счетного "исключительного множества"  $d$ ,  $g$  возрастает,  $B$  замкнуто и выпукло в  $E$ . В данной работе последовательно рассмотрены три направления обобщений формулы Лагранжа (1):

1) формула Лагранжа в ЛВП без предположения о счетности "исключительного множества"  $d$ ; (§1)

2) формула Лагранжа без предположения о локальной выпуклости ТВП  $E$ ; (§2)

3) формула Лагранжа для псевдотопологических ЛВП (§3).

В заключительном разделе (§4) рассмотрен ряд приложений: формула Тейлора, формула Лагранжа-Стокса и др.

### §1. Обобщенная формула Лагранжа в топологических ЛВП. ([2]-[4])

Всюду далее  $m\epsilon s^*$  - внешняя мера Лебега в  $\mathbb{R}$ ,  $m\epsilon s$  - соответствующая мера,  $(L) \int_A \varphi(t) dt$  - интеграл Лебега в  $\mathbb{R}$ . Приведем важную лемму, имеющую самостоятельное значение.

**Лемма 1.1.** Если  $f$  - вещественная непрерывная на  $\mathbb{R}$  функция,  $D \subset \mathbb{R}$ ,  $m\epsilon s^* D < +\infty$ , то для любого  $\epsilon > 0$  найдется дизъюнктивное покрытие интервалами  $\{(\alpha_n, \beta_n)\}$  множества  $D$ , для которого:

$$\sum_n |f(\beta_n) - f(\alpha_n)| < m\epsilon s^* f(D) + \epsilon.$$

С использованием этого результата и ряда других утверждений может быть получена оценка, переход от которой к общему случаю уже не составляет труда.

**Теорема 1.2.** Если  $f$  — вещественная, непрерывная на  $[a, b]$  функция, дифференцируемая на  $[a, b] \setminus d$ ,  $\varphi$  неотрицательна и суммируема на  $[a, b] \setminus d$ , причем  $f'(t) \leq \varphi'(t)$  для  $t \notin d$ , то

$$f(b) - f(a) \leq (L) \int_{[a, b] \setminus d} \varphi(t) dt + m\epsilon s^* f(d).$$

**Следствие 1.3.** Если, в условиях теоремы 1.2,  $m\epsilon s^* f(d) = m\epsilon s f(d) = 0$ , то

$$f(b) - f(a) \leq (L) \int_{[a, b] \setminus d} \varphi(t) dt. \quad (2)$$

Применение оценки (2) и теоремы Хана-Банаха по известной схеме (сравни [1]) приводит к общей формулировке.

**Теорема 1.4.** Пусть  $E$  — отделимое локально выпуклое пространство над  $R$ ,  $B$  — его замкнутое выпуклое подмножество;  $f: [a, b] \rightarrow E$  непрерывно на  $[a, b]$  и дифференцируемо на  $[a, b] \setminus d$ ;  $f(d)$  имеет скалярную меру нуль ([5]);  $\varphi$  неотрицательна и суммируема на  $[a, b] \setminus d$ ;  $f'(t) \in \varphi(t) \cdot B$  при  $t \in [a, b] \setminus d$ . Тогда

$$f(b) - f(a) \in (L) \int_{[a, b] \setminus d} \varphi(t) dt \cdot B. \quad (3)$$

Отметим, что классическая оценка (1) является весьма частным случаем формулы (3), соответствующим  $\varphi(t) = g'(t)$ , где  $g(t)$  — непрерывная на  $[a, b]$  и дифференцируемая на  $[a, b] \setminus d$  функция,  $g'(t) \geq 0$  и  $m \text{es } d = m \text{es } g(d) = 0$ ,  $f(d)$  — скалярной меры нуль. При этом "исключительное множество"  $d$  может быть также несчетным.

**Следствие 1.5** ("теорема о среднем"). В условиях теоремы 1.4, относящихся к  $f$ ,

$$f(b) - f(a) \in m \text{es}([a, b] \setminus d) \cdot \overline{\text{conv}} f'([a, b] \setminus d). \quad (4)$$

В случае  $m \text{es}(d) = 0$  оценка (4) принимает стандартный вид

$$(f(b) - f(a) / b - a) \in \overline{\text{conv}} f'([a, b] \setminus d). \quad (5)$$

(Здесь  $\overline{\text{conv}}$  — замкнутая выпуклая оболочка множества).

**Следствие 1.6** ("теорема о среднем для двух функций"). Если, при тех же условиях для  $f$ , функция  $g$  непрерывна и строго монотонна на  $[a, b]$ , дифференцируема на  $[a, b] \setminus d$  и  $g'(t) \neq 0$ , то

$$f(b) - f(a) \in m \text{es } g([a, b] \setminus d) \cdot \overline{\text{conv}} \frac{f'}{g'}([a, b] \setminus d). \quad (6)$$

В случае  $m \text{es } g(d) = 0$  оценка (6) принимает вид "формулы Коши"

$$(f(b) - f(a) / g(b) - g(a)) \in \overline{\text{conv}} \frac{f'}{g'}([a, b] \setminus d). \quad (7)$$

Оценки (6)-(7) существенно используются при выводе обобщенной формулы Тейлора в ЛВП (см. §4).

## §2. Отделимая выпуклая оценка в формуле Лагранжа. ([6])

Как уже отмечалось, классическая формула (1) (вместе с ее обобщением (3)) дает замкнутую, а значит, нестрогую оценку  $\Delta f$  даже при наличии строгой оценки производной (скажем,  $\|f'(t)\| < C$ ). Другим недостатком является обязательное условие локальной выпуклости  $E$ , сохраняющееся и в псевдотопологическом случае ([1],[7]). Мы введем ниже понятие отделимой выпуклости, позволяющее уточнить оценки (1)-(3) и при этом вывести теорему Лагранжа и основанную на ней технику анализа за рамки класса локально выпуклых пространств.

Пусть  $E$  — произвольное вещественное ТВП,  $A \subset E$ ,  $A \neq \emptyset$ . Назовем *отделимой выпуклой оболочкой*  $\text{con}\hat{v}A$  множества  $A$  в  $E$  пересечение всех открытых выпуклых подмножеств  $E$ , содержащих  $A$ . Отметим некоторые свойства  $\text{con}\hat{v}A$ .

1. Понятие  $\text{con}\hat{v}A$  всегда определено, но реально полезно, если  $E_R^* \neq \{0\}$  (иначе  $\text{con}\hat{v}A = E$ ).

2. Если  $\text{con}\hat{v}A \neq E$ , то  $\text{con}\hat{v}A$  есть пересечение всех открытых полупространств, содержащих  $A$ .

3. Если  $A$  связно, то  $\text{con}\hat{v}A$  функционально отделимо:

$$\text{con}\hat{v}A = \left\{ x \in E \mid \forall x^* \in E^* : \langle x^*, x \rangle \in \langle x^*, A \rangle \right\} \quad (8)$$

4. Назовем  $A$  *отделимо выпуклым*, если  $\text{con}\hat{v}A = A$ . В  $\mathbb{R}$  все выпуклые множества отделимо выпуклы, в  $\mathbb{R}^2$  уже нет.

5. Любое открытое выпуклое множество в ТВП  $E$  отделимо выпукло. Любое замкнутое выпуклое подмножество ЛВП  $E$  отделимо выпукло.

6. Если любая прямая в ТВП  $E$  дополняема (в частности, если  $E$  — ЛВП), то точки в  $E$  отделимо выпуклы.

Таким образом, класс отделимо выпуклых множеств достаточно широк и включает в себя, в большинстве случаев, как все открытые, так и все замкнутые выпуклые множества.

С помощью свойства функциональной отделимости (8) оценку (3) теоремы 1.4 нетрудно распространить на случай отделимо выпуклой оценки производной.

**Теорема 2.1.** Пусть  $E$  — отделимое топологическое векторное пространство над  $\mathbb{R}$ ;  $\hat{B}$  — отделимо выпуклое подмножество  $E$ ;  $f: [a, b] \rightarrow E$  непрерывно на  $[a, b]$  и дифференцируемо на  $[a, b] \setminus d$ ,  $f(d)$  — скалярной меры нуль;  $\varphi$  неотрицательна и суммируема на  $[a, b] \setminus d$ ,  $f'(t) \in \varphi(t) \cdot \hat{B}$  при  $t \in [a, b] \setminus d$ . Тогда

$$f(b) - f(a) \in (L) \int_{[a, b] \setminus d} \varphi(t) \cdot \hat{B}. \quad (9)$$

Отметим, что рассматривая, как и в §1, частный случай  $\varphi(t) = g'(t)$ , где  $g(t)$  непрерывна на  $[a, b]$ , дифференцируема на  $[a, b] \setminus d$ ,  $\text{mes } d = \text{mes } g(d) = 0$ ;  $f(d)$  — скалярной меры нуль, мы получаем переход к отделимой выпуклой оценке в классической формуле (1): из локальной оценки  $f'(t) \in g'(t) \cdot \hat{B}$ , где  $\hat{B}$  — отделимо выпуклое подмножество ТВП  $E$ , вытекает глобальная оценка

$$f(b) - f(a) \in [g(b) - g(a)] \cdot \hat{B}. \quad (10)$$

Следствие 2.2 ("теорема о среднем"). В условиях теоремы 2.1, относящихся к  $f$ ,

$$f(b) - f(a) \in \text{nes}([a, b] \setminus d) \cdot \text{con} \hat{v} f'([a, b] \setminus d). \quad (11)$$

В случае  $\text{nes}(d) = 0$  оценка (11) принимает вид

$$(f(b) - f(a) \setminus b - a) \in \text{con} \hat{v} f'([a, b] \setminus d). \quad (12)$$

### §3. Формула Лагранжа в псевдотопологических пространствах. ([8])

Псевдотопологии были введены в связи с невозможностью задать топологию в  $L(E, F)$  для ненормируемого  $E$ , в которой вычисление  $(L, x) \mapsto Lx$  непрерывно ([9]), и нашли широкое применение в небанаховом дифференциальном исчислении ([10],[11]). Однако, теорема о среднем рассматривалась, как правило, при наличии в  $E$  локально выпуклой топологии, либо в ассоциированной локально выпуклой топологии. Мы вводим понятие однородной дифференцируемости на множестве (совпадающей с обычной в топологическом случае), что позволяет получить формулу Лагранжа в псевдотопологических ЛВП.

Псевдотопологическое векторное пространство  $E$  (ПВП) назовем **локально выпуклым** (ПЛВП), если каждый фильтр  $\Phi \downarrow E$  мажорируется фильтром  $\Phi^c \downarrow E$  с базисом из выпуклых множеств.

Отображение  $f: D \rightarrow E$  ( $D \in R$ ,  $E$  — ПВП), дифференцируемое на  $D$ , **однородно дифференцируемо на  $D$** , если

$$\left[ \sup_{t \in D} \left( \frac{\Delta f}{\Delta t}(t) - f'(t) \right) (V) \right] \downarrow E \quad (V \downarrow R).$$

Заметим, что в ТВП  $E$  любое дифференцируемое отображение  $f: D \rightarrow E$  однородно дифференцируемо. В псевдотопологическом случае возможна как однородная, так и неоднородная дифференцируемость. Приведем сначала класс примеров однородной дифференцируемости.

Ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} x_n$  в ПВП  $E$  назовем **однородно сходящимся**, если

$$\left( \left( \sup_{n \geq 1} |\lambda_n| \right) \rightarrow 0 \right) \Rightarrow \left( \left( \sum_{n=1}^{\infty} \lambda_n x_n \right) \rightarrow 0 \right).$$

Последовательность  $f_n: [a, b] \rightarrow R$  назовем **равностепенно дифференцируемой** в точке  $t \in [a, b]$ , если

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \sup_{n \geq 1} \left\| \frac{\Delta f_n}{\Delta t}(t) - f'_n(t) \right\| = 0.$$

**Теорема 3.1.** Если ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} x_n$  однородно сходится в ПВП  $E$ , а последовательность  $\{f_n(t)\}_{n=1}^{\infty}$  равномерно ограничена на  $[a, b]$  и равностепенно дифференцируема в каждой точке  $t \in [a, b]$ , то функция

$$F(t) = \sum_{n=1}^{\infty} f_n(t) \cdot x_n$$

однородно дифференцируема на  $[a, b]$ .

Приведем теперь пример отображения, однородно дифференцируемого лишь локально.

Назовем ПВП  $E$  *счетно-псевдонормированным*, если  $E = \bigcup_{n=1}^{\infty} E_n, E_1 \subset E_2 \subset \dots \subset E_n \subset E_{n+1} \subset \dots$ ; все  $E_n$  — нормированные пространства и  $\|x\|_n \leq \|x\|_{n+1}$  при  $x \in E_n$ . Сходимость в  $E$  определяется фильтрами

$$\Phi_n = \left\{ \{B_n(\varepsilon)\}_{\varepsilon > 0} \right\}, B_n(\varepsilon) = \{x \in E_n \mid \|x\|_n < \varepsilon\}.$$

Конкретным примером счетно-псевдонормированного пространства служит любое пространство  $E = X^*$ , сопряженное к счетно-нормированному; здесь

$$\|x^*\|_n = \inf \left\{ C \mid \|x^*, x\| \leq C \|x\|_n, x \in X \right\}, n \geq n(x^*).$$

Выберем в счетно-псевдонормированном пространстве  $E$  последовательность  $\{x_n\}_{n=1}^{\infty}, x_n \notin E_{k_n}, k_n \rightarrow \infty$ , и произвольное счетное разбиение  $t_0 < t_1 < \dots < t_n < \dots \in T$  отрезка  $[t_0, T)$ . Положим при  $t_{n-1} \leq t \leq t_n$ :

$$f(t) = t^2 - 2t \left( \sum_{k=0}^{n-1} t_k \Delta x_{k+1} \right) + \left( \sum_{k=0}^{n-1} t_k^2 \Delta x_{k+1} \right); n = 1, 2, \dots$$

Нетрудно проверить, что отображение  $f$  однородно дифференцируемо на каждом отрезке  $[t_0, t_n]$ , но не является однородно дифференцируемым на  $[t_0, T)$ .

Сформулируем теперь основной результат.

**Теорема 3.2.** Пусть  $E$  — ПЛВП, отображение  $f: [a, b] \rightarrow E$  непрерывно на  $[a, b]$  и локально однородно дифференцируемо на  $(a, b)$ , причем  $f'(t) \in g'(t) \cdot B$ , где  $g$  непрерывна и возрастает на  $[a, b]$ , дифференцируема на  $(a, b)$ ,  $B$  замкнуто и выпукло в  $E$ . Тогда

$$f(b) - f(a) \in [g(b) - g(a)] \cdot B.$$

**Следствие 3.3.** Результат теоремы 3.2 остается в силе, если  $f$  локально однородно дифференцируемо на  $[a, b] \setminus \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ .

Заметим, что схема доказательства теоремы 3.2 позволяет в некоторых случаях не требовать монотонности  $g$ ; эти результаты являются новыми и в топологическом случае.

**Следствие 3.4.** Результат теоремы 3.2 остается в силе при произвольном знаке  $g'(t)$ , если  $B$  — замкнутое аффинное подпространство  $E$ .

**Следствие 3.5.** Если, в условиях теоремы 3.2,  $B$  абсолютно выпукло, а  $g'(t)$  (произвольного знака) абсолютно  $\mathbb{R}$ -интегрируема, то

$$f(b) - f(a) \in \int_a^b |g'(t)| dt \cdot B.$$

Теперь рассмотрим вопрос о переносе отделимой выпуклой оценки (9)-(10) на псевдотопологический случай. Заметим, что в этом случае приведенные в §2 три варианта определения отделимо выпуклой оболочки уже не равносильны. Для наших целей нужно именно свойство функциональной отделимости (8).

Назовем выпуклое множество  $\hat{B}$  в ПЛВП  $E$  *отделимо выпуклым*, если

$$(x \in \hat{B}) \Leftrightarrow (\forall x^* \in E_R^* \langle x^*, x \rangle \in \langle x^*, B \rangle). \quad (13)$$

**Теорема 3.6.** Пусть  $E$  — отделимое ПЛВП над  $\mathbb{R}$ ;  $\hat{B}$  — отделимо выпуклое подмножество  $E$ ;  $f: [a, b] \rightarrow E$  непрерывно на  $[a, b]$  и дифференцируемо на  $[a, b] \setminus d$  (не обязательно однородно);  $f(d)$  — скалярной меры нуль;  $\varphi$  неотрицательна и суммируема на  $[a, b] \setminus d$ ;  $f'(t) \in \varphi(t) \cdot \hat{B}$  при  $t \in [a, b] \setminus d$ . Тогда выполняется оценка (9).

Отметим, что оценки (11)-(12) также переносятся на этот случай.

#### §4. Некоторые приложения. ([2]-[4],[12])

**1. Формула Тейлора.** Рассмотрим сначала случай ЛВП  $E$ . Пусть  $f: [a, b] \rightarrow E$  непрерывно на  $[a, b]$  и дифференцируемо на  $[a, b] \setminus d$ ;  $t \in (a, b) \setminus d$ . Для достаточно малых  $\Delta t$  обозначим  $\Delta t_d := \text{mes}([t, t + \Delta t] \setminus d)$ . Если  $f$   $n$  раз дифференцируема в точке  $t$ , то введем обобщенный многочлен Тейлора  $P_n^d(t, \Delta t)$  и остаточный член обобщенной формулы Тейлора  $R_n^d(t, \Delta t)$ :

$$P_n^d(t, \Delta t) = \sum_{k=0}^n \frac{\Delta t^k}{k!} f^{(k)}(a); \quad R_n^d(t, \Delta t) = f(t + \Delta t) - P_n^d(t, \Delta t).$$

На базе формул (4)-(7) можно получить следующие оценки остаточного члена обобщенной формулы Тейлора.

**Теорема 4.1 (форма Лагранжа).** Если  $f \in C^n[a, b]$ ,  $f^{(n)}$  дифференцируема на  $[a, b] \setminus d$ , множества  $f^{(k)}(d)$ ,  $k = \overline{0, n}$ , скалярной меры нуль, то

$$R_n^d(t, \Delta t) \in \frac{\Delta t_d^{n+1}}{(n+1)!} \overline{\text{conv}} f^{(n+1)}([t, t + \Delta t] \setminus d) \quad (14)$$

**Теорема 4.2 (форма Пеано).** Если  $f \in C^n(t)$ , множества  $f^{(k)}(d)$ ,  $k = \overline{0, n-1}$ , скалярной меры нуль, то

$$R_n^d(t, t + \Delta t) = o(\Delta t_d^n) \text{ при } \Delta t \rightarrow 0. \quad (15)$$

**Теорема 4.3 (скалярная интегральная форма).** Если  $f^{(k)}$ , ( $k = \overline{0, n}$ ) скалярно абсолютно непрерывны на  $[a, b]$ , множества  $f^{(k)}(d)$ , ( $k = \overline{0, n-1}$ ) — скалярной меры нуль, то для всякого  $x^* \in E^*$ :

$$\langle x^*, R_n^d(a, b - a) \rangle = \frac{1}{n!} (L) \int_{[a, b] \setminus d} \langle x^*, f^{(n)}(t) \rangle' \cdot (b - t)_d^n dt \quad (16)$$

Оценки (14)-(16) являются новыми и в скалярном случае; они совпадают с классическими оценками при  $\text{mes}(d) = 0$ . Отметим также, что при отказе в т.4.2 от непрерывности  $f^{(n)}$  в точке  $t$  равенство (15) может не выполняться уже при  $n = 1$ .

Перейдем к случаю псевдотопологического ЛВП  $E$ . Опираясь на т.3.2, для однородно дифференцируемых отображений можно получить аналоги оценок (14)-(16).

**Теорема 4.4.** Если  $f$   $n$  раз непрерывно однородно дифференцируемо на  $[a, b]$ ,  $f^{(n)}$  однородно дифференцируемо на  $[a, b]$ , то

$$R_n(t, \Delta t) = f(t, t + \Delta t) - \sum_{k=0}^n \frac{\Delta t^k}{k!} f^{(k)}(a) \in \frac{\Delta t^{n+1}}{(n+1)!} \overline{\text{conv}} f^{(n+1)}([t, t + \Delta t]).$$

**Теорема 4.5.** Если  $f$   $n$  раз однородно дифференцируемо в точке  $t$ , то



$$R_n(t, \Delta t) = o(\Delta t^n) \text{ при } \Delta t \rightarrow 0.$$

**Теорема 4.6.** Если  $f^{(k)}$  ( $k = \overline{0, n}$ ) ( $f^{(k)}$  — однородные производные) скалярно абсолютно непрерывны на  $[a, b]$ , то для всякого  $x^* \in E^*$ :

$$\langle x^*, R_n(a, b - a) \rangle = \frac{1}{n!} (L) \int_a^b \langle x^*, f^{(n)}(t) \rangle \cdot (b - t)^n dt.$$

Наконец, рассмотрим случай отдельных выпуклых оценок в произвольном ПВП  $E$ . Использование оценок (11)-(12) приводит к аналогам теорем 4.1 и 4.3.

**Теорема 4.7.** Если  $f$   $n + 1$  раз дифференцируемо в окрестности  $o(t)$  точки  $t$ , множества

$f^{(k)}(d)$  ( $k = \overline{0, n}$ ) — скалярной меры нуль, то

$$R_n^d(t, \Delta t) \in \frac{\Delta t_d^{n+1}}{(n+1)!} \text{con} \hat{v} f^{(n+1)}([t, t + \Delta t] \setminus d).$$

**Теорема 4.8.** Если  $f^{(k)}$  ( $k = \overline{0, n}$ ) скалярно абсолютно непрерывны на  $[a, b]$  ( $f^{(k)}$  — обычные производные),  $f^{(k)}(d)$ , ( $k = \overline{0, n-1}$ ) — скалярной меры нуль, то выполняется равенство (16).

Заметим, что вывод асимптотической формы (15) остаточного члена существенно использует замкнутую оценку в теореме о среднем и поэтому не переносится на данную ситуацию.

**2. Обобщенные степенные ряды.** Отметим некоторые свойства функций  $(\Delta t_d)^k$  ( $k \in \mathbb{N}$ ):

1)  $(\Delta t_d)^k$  возрастает и удовлетворяет условию Липшица с константой

$$k \cdot (\text{mes}([t, t + \Delta t] \setminus d))^{k-1};$$

2)  $\varphi(d)$  имеет меру нуль при  $\varphi(\Delta t) = (\Delta t_d)^k$ ;

3)  $\varphi'(\Delta t) = k \cdot \Delta t_d^{k-1}$  в точках разрежения  $d$ ,  $\varphi'(\Delta t) = 0$  в точках  $t$  плотности  $d$ .

Для произвольного набора коэффициентов  $\{C_n\}_{n=1}^\infty$  из ЛВП  $E$  определим обобщенные многочлены "с дефектом  $d$ ":

$$P_n^d(\Delta t) = \sum_{k=0}^n (\Delta t_d)^k \cdot C_k; \quad (n = 0, 1, 2, \dots).$$

**Теорема 4.9.** Если  $t$  — точка разрежения  $d$ , то

$$C_k = \frac{1}{k!} (\bar{P}_n^d)^{(k)}(0); \quad (k = \overline{0, n}). \quad (17)$$

(Здесь  $F_{ap}^{(k)}$  — аппроксимативная производная  $k$ -го порядка). Аналогичным образом определим теперь обобщенные степенные ряды "с дефектом  $d$ ":

$$\sum_{n=0}^{\infty} (t - t_0)_d^n \cdot C_n. \quad (18)$$

Не обсуждая здесь весьма интересный вопрос об области сходимости рядов (18), мы лишь сформулируем аналог формул (17).

**Теорема 4.10.** Если  $E$  — полное отделимое ЛВП, и все ряды вида

$$\sum_{n=k}^{\infty} n(n-1)\dots(n-k+1)(t - t_0)_d^{n-k} \cdot C_n$$

равномерно сходятся в некоторой окрестности  $t_0$ , то

$$C_n = \frac{1}{n!} (F^d)_{ap}^{(n)}(t_0); \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

где  $F^d$  — сумма ряда (18).

Заметим, что с помощью обобщенных рядов Тейлора

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(t - t_0)_d^n}{n!} F_{ap}^{(n)}(t_0)$$

можно "склеивать" аналитические функции с константами. Пусть, например,

$$f(t) = e^{-1/t^2} \text{ при } -1 \leq t < 0, \quad f(t) = 0 \text{ при } t \geq 0.$$

При  $d = [0, +\infty)$  имеем:

$$f(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(-1)}{n!} (t + 1)_d^n.$$

**3. Формула Лагранжа-Стокса.** Пусть  $w$ -дифференциальная  $k$ -форма, заданная на кусочно-гладкой компактной поверхности  $S \in R^n$  порядка  $k$ , с коэффициентами из ЛВП  $E$ :

$$w = \sum_{1 \leq i_1 < \dots < i_k \leq n} W_{i_1, \dots, i_k}(\bar{x}) dx^{i_1} \wedge \dots \wedge dx^{i_k};$$

соответственно

$$\Phi = \sum_{1 \leq i_1 < \dots < i_k \leq n} \varphi_{i_1, \dots, i_k}(\bar{x}) dx^{i_1} \wedge \dots \wedge dx^{i_k};$$



## ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ МНОГОМОДОВЫЙ СВЕТОВОД-ГОЛОГРАММА.

А.М.Быков, кандидат физико-математических наук, доцент,  
И.С.Волков, В.В.Брежнев.

В ряде работ проблема передачи линейно поляризованного света через многомодовый волоконный световод решается технологией его изготовления [1,2] и голографическими методами [3,4]. Как показано в [1], технологическими факторами удастся создать волокна, передающие излучение с малой деполаризацией, длиной, однако, не более нескольких метров, чувствительных к тому же к внешним воздействиям. В [3] используется голографический метод восстановления исходного состояния поляризации на выходе многомодового световода произвольного типа при специальных условиях записи корректирующей голограммы. Однако прямой угол сведения опорного и сигнального пучков создает дополнительные светопотери и, кроме того, имеет место поляризационная фильтрация колебаний электрического вектора в плоскости падения двух пучков на формируемую голограмму. Использование анизотропных голограмм [5] для решения задачи также имеет ряд недостатков, главным из которых является низкая дифракционная эффективность (ДЭ), в то время как ДЭ изотропных голограмм может достигать 100%.

В настоящей работе представлены результаты преобразования поляризационных параметров света на выходе волокна относительно их изменения на входе.

Как показали исследования, проведенные по схеме [4], спекл-картина светового поля на выходе многомодового световода представляет стохастический набор линейно поляризованных состояний, а после прохождения модулятора происходит пространственная селекция этих состояний, т.е. дифрагировавшие на модуляторе вторичные волновые фронты линейно поляризованы и пространственно раздроблены.

Если пропускание системы световод-пространственный модулятор выбрать таким образом, чтобы его автокорреляционная функция пропускания имела острый центральный максимум, то в выходной плоскости сформируется фазово-однородный фронт. Рассмотрим состояние поляризации сформированного волнового фронта. Основной вклад в восстановленный волновой фронт будут давать вторичные волновые фронты, векторы поляризации  $e_j$  которых будут коллинеарны вектору поляризации излучения  $e_\phi$ , вводимого в световод. Волновые фронты, векторы поляризации которых будут ортогональны  $e_\phi$ , вклада в восстановленный волновой фронт не дадут. В случае, когда угол между векторами и занимает промежуточное положение между 0 и  $\pi/2$ , в скорректированном волновом фронте будут присутствовать вклады от таких вторичных волновых фронтов. Однако в силу стохастичности направлений векторов после выполнения суммирования в (6) результирующий вектор поляризации будет коллинеарен вектору, поскольку составляющие  $e_j$ , ортогональные  $e_\phi$ , будут взаимно компенсироваться. Таким образом, в выходной плоскости будет формироваться не только фазово-, но и поляризационно-однородный волновой фронт с поляризацией, идентичной состоянию поляризации света, вводимого в световод.

Для кварц-кварцевого световода КК 125/50 длиной 120 м пространственный модулятор представляет собой отбеленный фотошаблон с плотностью случайно расположенных круговых фазовых рассеивателей  $\sim 100 \text{ мм}^{-2}$ .

При восстановлении голограммы светом, прошедшим систему световод-пространственный модулятор, в задней фокальной плоскости фурье-линзы восстанавливается линейно поляризованное состояние, идентичное вводимому в световод.

Исследование отклика данной системы на изменение состояния поляризации на входе показало, что вращение плоскости поляризации света, вводимого в световод, приводит к синхронному вращению плоскости поляризации на выходе системы. Синхронный поворот плоскости поляризации выходящего излучения относительно ее вращения на входе, по-видимому, обязан тому, что на дифракционные решетки, записанные с максимальной эффективностью в плоскости голограммы, падают и дифрагируют в первый порядок волновые фронты, плоскость линейной поляризации которых повернута на угол  $\varphi$ . Тогда составляющие  $e_j$ , ортогональные  $e_\varphi$ , будут взаимно компенсироваться вследствие стохастичности распределения направлений колебаний электрических векторов выходящего излучения.

Таким образом, многомодовые волокна с корреляционно-оптическим преобразователем на основе одноэкспозиционной голограммы оказываются вполне конкурентноспособными с одномодовыми волокнами, а возможность передачи и управления линейной поляризацией открывает возможности их применения для поляризационной модуляции и поляризационного уплотнения оптических сигналов в волоконно-оптических линиях связи.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Быков А.М., Воляр А.В. - Опт.и спектр.,1984, т. 56, в. 5, с. 894-899.
- [2] Быков А.М., Воляр А.В., Кучикян Л.М. - УФЖ, 1979, т. 24, N 1, с. 132-134.
- [3] Быков А.М., Воляр А.В., Гнатовский А.В. - Письма в ЖТФ, 1984, т. 29, N 21, с. 1321-1324.
- [4] Быков А.М., Воляр А.В., Гнатовский А.В., Савченко В.Н. - УФЖ, 1984, N 6, с. 826-829.
- [5] Басиладзе Г.Д., Быков А.М., Гнатовский А.В. - А. с.1015333 (СССР). Оpubл. в Б.И., 1983, N 6.

## ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС В ВЕЩЕСТВАХ С МАГНИТНЫМ ПОРЯДКОМ.

Г.Н.Абеляшев, В.Н.Бержанский, доктор физико-математических наук, профессор,  
член-корр. КАН, С.Н.Полулях, кандидат физико-математических наук, доцент,  
Н.А.Сергеев, доктор физико-математических наук, профессор

### ВВЕДЕНИЕ

Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) является эффективным методом изучения магнитоупорядоченных веществ (МУВ), позволяющим получать информацию на микроскопическом уровне с точностью, недоступной другим методам. Так, с помощью ЯМР могут быть проведены прецизионные измерения температурной зависимости параметра порядка в магнетиках, определены неэквивалентные позиции атомов, степень локальных искажений кристаллической структуры. Метод ЯМР позволяет изучать магнитные и электрические квадрупольные сверхтонкие взаимодействия (СТВ) в магнетиках, ковалентные эффекты, обусловленные переносом электронной плотности при формировании химических связей и др. Однако исследование МУВ методом ЯМР сопряжено с рядом трудностей, связанных с расшифровкой спектров ЯМР при наличии доменной структуры, и эти трудности возрастают при наличии в кристаллах квадрупольных взаимодействий.

В связи с этим была поставлена задача, с одной стороны, исследовать особенности формирования сигналов ядерного спинового эхо (СЭ) при возбуждении сигналов ЯМР в модельных кристаллах с квадрупольными ядрами. С другой стороны, использовать обнаруженные при этом закономерности для изучения свойств МУВ.

Основные отличительные особенности ЯМР в МУВ, по сравнению с диа- и парамагнетиками, состоят в следующем: (I) наличие сильных магнитных полей на ядрах как магнитных, так и немагнитных ионов, что позволяет наблюдать сигналы ЯМР как при наличии, так и в отсутствие внешнего МП; (II) появление коэффициента усиления ЯМР  $\eta$ , пропорционального электронной магнитной восприимчивости, что приводит как к увеличению в  $\eta$  раз амплитуды приложенного к образцу переменного МП, так и к увеличению в  $\eta$  раз амплитуды отклика ядерной спиновой системы; (III) появление нового типа взаимодействий между ядерными спинами - взаимодействие ядерных спинов посредством виртуальных магнонов электронной намагнитченности; (IV) существенной анизотропии магнитных и квадрупольных электрических СТВ в кристаллических образцах, симметрия которых ниже кубической.

Указанные эффекты в той или иной степени влияют на динамику ядерной спиновой системы, определяя условия формирования сигналов СЭ и ядерную релаксацию в МУВ.

### ФОРМИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ ЯДЕРНОГО СПИНОВОГО ЭХО В МУВ.

В условиях характерного для большинства МУВ сильного неоднородного уширения спектральной линии основным методом наблюдения ЯМР является метод ядерного спинового эхо. Для возбуждения сигнала СЭ на исследуемый образец воздействуют переменным МП в течение времени  $\tau_1$ , т.е. прикладывают возбуждающий радиочастотный (РЧ) импульс. Затем, через время  $\tau$  после окончания действия первого импульса, к образцу прикладывают второй импульс длительностью  $\tau_2$ . Через время  $\tau$  после окончания действия второго импульса (если, как обычно,  $\tau_1, \tau_2 \ll \tau$ , то в момент времени  $t \approx 2\tau$ ) в приемной катушке спектрометра возникает сигнал э.д.с., получивший название сигнала эхо (рис.1). При этом сигналы эхо наблюдаются только при совпадении частоты колебаний переменного МП с какой-либо собственной частотой ядерной спиновой системы.

Известная простая и наглядная векторная модель формирования сигналов СЭ [1] может быть использована лишь для ядер со спином  $I = 1/2$ . Для ядер с большим спином, помимо простого увеличения числа энергетических уровней, появляется неэквидистантность энергетического спектра, обусловленная электрическими квадрупольными взаимодействиями. В качестве иллюстрации на рис.2 приведена структура энергетических уровней квадрупольного ядра со спином  $I = 3/2$  и величиной квадрупольного расщепления  $\omega_q$ . Примером такого ядра может являться ядро  $^{53}\text{Cr}$ , находящееся в кристаллографической позиции, симметрия которой ниже кубической.

В ферромагнитной шпинели  $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$  ионы  $\text{Cr}^{3+}$  занимают октаэдрические позиции; локальная симметрия которых является тригональной. При исследовании сигналов ядерного СЭ от ядер  $^{53}\text{Cr}$  этих ионов при температуре  $T = 4.2$  К нами было экспериментально обнаружено появление, наряду с основным сигналом эхо  $2\tau$ , дополнительного сигнала эхо в момент времени  $t = 4\tau$  [2]. Появление дополнительных сигналов эхо в МУВ может происходить вследствие (I) возбуждения ядерной спиновой системы, не находящейся в состоянии термодинамического равновесия при слишком большой частоте следования возбуждающих импульсов; (II) динамических эффектов, возникающих вследствие магнитных СТВ; (III) многоквантовых эффектов в спиновых системах с неэквидистантным энергетическим спектром.

В результате проведенного теоретического анализа получено, что сигнал эхо  $4\tau$  обусловлен многоквантовыми эффектами и является трехквантовым эхо от квадрупольного ядра. При его формировании первый возбуждающий импульс "связывает" состояния с  $m'' = 3/2$  и  $m'' = -3/2$ , а вторым импульсом "связываются" состояния с  $m = -1/2$  и  $m' = 1/2$  (рис.2). Несмотря на то, что для таких эхо-сигналов пока не удалось найти физически наглядную модель формирования, на базе предложенного подхода в результате численного моделирования были воспроизведены основные экспериментально наблюдаемые особенности возникновения этих сигналов: длительность первого возбуждающего импульса больше длительности второго; критичность к амплитуде РЧ поля; частотный диапазон формирования и т.д. В результате сопоставления результатов численных расчетов с экспериментальными данными получены численные значения амплитуд РЧ поля, действующего на ядерные спины и т.д. [3].

Оказалось также, что множественная структура сигнала эхо, обусловленная многоквантовыми эффектами, может иметь и более сложную структуру. В качестве иллюстрации, на рис.3 приведена осциллограмма двухимпульсного отклика от ядер  $^{53}\text{Cr}$  в  $\text{HgCr}_2\text{Se}_4$  при  $T = 4.2$  К. При анализе этих результатов нам впервые удалось показать, что магнитные и квадрупольные электрические неоднородности, определяющие неоднородное уширение спектральной линии в образце, не являются независимыми [4]. В случае  $\text{HgCr}_2\text{Se}_4$  указанный зависимость обусловлена ориентационной неоднородностью вектора электронной намагниченности в кристалле, т.к. величины квадрупольного расщепления и локального МП на ядре зависят от одного и того же параметра угла между вектором электронной намагниченности и локальной осью симметрии третьего порядка.

Обнаружено, что сигналы СЭ могут наблюдаться не только при двухимпульсном, но и при одноимпульсном возбуждении. Сигналы одноимпульсного эхо наблюдались нами экспериментально при температуре  $T = 4.2$  К на ядрах  $^{53}\text{Cr}$  в ферромагнитных полупроводниках  $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$ , легированных серебром и индием [5]. Известно, что формирование сигналов одноимпульсного эхо может происходить вследствие (I) амплитудных выбросов на фронтах возбуждающего импульса; (II) неоднородного возбуждения спектральной линии (амплитуда РЧ поля намного меньше ширины спектральной линии) при площадях возбуждающего импульса

(произведение длительности импульса на амплитуду РЧ поля в импульсе) больших и расстройке между центром неоднородно уширенной спектральной линии и частотой колебаний переменного МП; (III) неоднородного возбуждения спектральной линии при наличии динамических электронно-ядерных взаимодействий в магнетиках либо при наличии частотной зависимости коэффициента усилителя ЯМР; (IV) неоднородного возбуждения спектральной линии при наличии фазовых искажений фронтов возбуждающих импульсов. В результате сравнения результатов численного моделирования с экспериментальными данными показано, что формирование сигналов одноимпульсного эхо в исследованных образцах обусловлено механизмом (IV). Однако, вопрос о механизмах искажений фронтов импульса остается открытым.

### СПЕКТРЫ ЯМР В МУВ.

При ЯМР-исследованиях диа- и парамагнитных веществ широкое распространение получил метод Фурье-спектроскопии. Суть метода состоит в том, что к исследуемому образцу прикладывается один или несколько возбуждающих импульсов и спектр ЯМР восстанавливается путем Фурье-преобразования соответствующего отклика ЯМР. Одно из основных условий применимости этого метода состоит в том, что амплитуда РЧ поля во время действия импульсов должна быть много больше ширины спектральной линии. Так как ЯМР в МУВ характеризуется большой величиной неоднородного уширения, то создание столь мощных РЧ полей является технически сложной задачей. Помимо технических сложностей, по-видимому, есть и принципиальные ограничения. Дело в том, что из-за сильных СВЧ внешние РЧ поля действуют на ядерные спины посредством электронной намагнитченности. Если амплитуды внешних полей будут достаточно велики, то возникнут нелинейные эффекты, связанные с зависимостью восприимчивости магнетика от величины переменного поля, и применение Фурье-анализа в этом случае представляется сомнительным.

В ЯМР-спектроскопии МУВ получил распространение метод, состоящий в регистрации частотной зависимости амплитуды сигнала эхо с помощью стробоскопического интегратора. Теоретический анализ показывает, что этот метод регистрации является неискажающим в двух случаях. (I) При однородном возбуждении спектральной линии (амплитуда РЧ поля, выраженная в единицах частоты  $\omega_1$  много больше ширины линии) и фазовом детектировании с использованием сигнала строба интегратора, полностью перекрывающего сигнал эхо. (II) При неоднородном возбуждении спектральной линии ( $\omega_1$  много меньше ширины линии). Во всех остальных случаях экспериментально зарегистрированные спектры должны быть шире истинных спектров образца на величину  $\omega_1$ .

Обнаружено, что в МУВ при амплитудном детектировании сигнала в условиях однородного возбуждения спектральной линии экспериментально наблюдаемые уширения спектров меньше расчетных [6]. С целью устранения указанных противоречий нами проведено численное моделирование данной методики с учетом отклонения формы возбуждающих импульсов от прямоугольной: экспоненциальный "завал" передних фронтов и соответствующее "затягивание" задних. Получено, что учет таких искажений возбуждающих импульсов может оказаться достаточным для объяснения различий экспериментальных и расчетных спектров, однако, как и в случае одноимпульсного эхо, вопрос о механизмах искажений остается открытым.

Для случая ЯМР квадрупольных ядер нами было экспериментально и теоретически показано, что использование многоквантовых сигналов эхо позволяет существенно повысить разрешающую способность метода [3,7,8]. Так, спектр ЯМР квадрупольного ядра со спином  $I = 3/2$ , зарегистрированный по эхо  $2\tau$ , содержит частоты как центрального перехода  $\pm 1/2 \leftrightarrow \mp 1/2$ , так и частоты квадрупольных сателлитов  $\pm 3/2 \leftrightarrow \pm 1/2$ . В то же время,



спектры, зарегистрированные по эхо  $4\tau$ , не содержат квадрупольных сателлитов. В спектре «дробного» сигнала эхо  $2.5\tau$ , наоборот, содержатся только частоты квадрупольных сателлитов, а центральный переход сильно подавлен.

Использование метода многоквантовой ЯМР спектроскопии позволило обнаружить магнитную гетерогенность образцов халькогенидных шпинелей хрома, т.е. показать одновременное сосуществование в этих образцах магнитных доменов с ориентациями намагниченностей вдоль различных кристаллографических осей [9]. Благодаря использованию многоквантовых сигналов эхо удалось расшифровать сложные ЯМР спектры ядер хрома в халькогенидных шпинелях и исследовать катионное распределение в литий-хромовом феррите [10].

### ОСОБЕННОСТИ ЯДЕРНОЙ РЕЛАКСАЦИИ В МУВ.

В импульсном ЯМР эксперименте однородное уширение спектральной линии приводит к затуханию сигнала эхо при увеличении задержки между возбуждающими импульсами. При этом ядерная намагниченность стремится к своему равновесному значению - ориентации вдоль направления постоянного поля. Принято различать продольную и поперечную релаксации.

Процессы поперечной релаксации состоят в уменьшении до нуля компоненты ядерной намагниченности, перпендикулярной внешнему полю. Поперечная релаксация происходит вследствие необратимой расфазировки ядерных спинов, источником которой являются временные флуктуации секулярной части ядерного спинового гамильтониана. Такие флуктуации могут возникать как вследствие ядерно-ядерных взаимодействий в парамагнитной спиновой системе, так и вследствие флуктуаций  $Z$ -компоненты локальных магнитных полей на ядрах. Основным механизмом ядерно-ядерных взаимодействий в магнетиках является взаимодействие Сула-Накамуры, которое реализуется посредством обмена виртуальными магнонами электронной намагниченности.

Нами было получено прямое экспериментальное подтверждение наличия таких взаимодействий при исследовании затухания сигналов СЭ в тонких магнитных пленках железо-иттриевого феррит-граната с различной концентрацией магнитного изотопа  $^{57}\text{Fe}$  [11]. Кроме того, в этих же образцах обнаружена анизотропия скорости поперечной релаксации для ядер железа октаэдрических ионов  $\text{Fe}^{3+}$  [12]. Для теоретической интерпретации обнаруженной анизотропии предложен механизм релаксации, состоящий в динамической модуляции эффективной концентрации ядерных спинов, связанных СН - взаимодействием. Источником модуляции является динамическая ориентационная неоднородность вектора электронной намагниченности в образце.

Для процессов затухания многоквантовых сигналов эхо предложен механизм релаксации, обусловленный флуктуациями секулярной части спинового гамильтониана [13]. В качестве источника таких флуктуаций предложено рассматривать ориентационные флуктуации вектора электронной намагниченности в образце. В рамках Лоренц-Марковского и Гаусс-Марковского процессов спектральной диффузии впервые получены выражения, описывающие затухание многоквантовых сигналов эхо в МУВ.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований изучены условия формирования ядерного СЭ в МУВ и обоснован метод многоквантовой эхо-спектроскопии, позволяющий значительно повысить разрешающую способность метода ЯМР в магнитоупорядоченных кристаллах с квадрупольными ядрами. Исследованы особенности ядерной спиновой динамики в МУВ, и показана необходимость взаимосвязи магнитных и электрических квадрупольных взаимодействий, при-

водящих к неоднородному уширению спектральной линии. Дальнейшее развитие данного направления связано с распространением предложенного подхода на ЯМР квадрупольных ядер со спином, большим  $3/2$ ; исследованием релаксационных процессов многоквантовых сигналов эхо; изучением взаимного влияния электронной, фононной и ядерной подсистем в магнетиках.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вашман А.А., Пронин И.С. Ядерная магнитная релаксация и ее применение в химической физике. М.:Наука, 1979.
2. Абеяшев Г.Н., Бержанский В.Н., Сергеев Н.А., Федотов Ю.В. // Письма в ЖЭТФ - 1985. - Т.42, N11 - С.453.
3. Абеяшев Г.Н., Бержанский В.Н., Полулях С.Н. и др. // ЖЭТФ - Т.100, В.4 - С.1255.
4. Абеяшев Г.Н., Бержанский В.Н., Полулях С.Н. и др. // ЖЭТФ - Т.100, В.6 - С.1981.
5. Абеяшев Г.Н., Полулях С.Н., Сергеев Н.А., Федотов Ю.В. в сб.Тез. XVIII Всесоюзн.конф.по ФМЯ. Калинин, 1988. С. 515.
6. Абеяшев Г.Н., Бержанский В.Н., Полулях С.Н., Сергеев Н.А. в сб.Тез.XII Всесоюзн.школы-симпоз. по Магнитному Резонансу. Пермь, 1991. С.77.
7. Абеяшев Г.Н., Бержанский В.Н., Сергеев Н.А., Федотов Ю.В. // ЖЭТФ - 1988 - Т.94, В.1 - С.227.
8. Abelyashev G.N., Berzhansky V.N., Sergeev N.A., Fedotov Yu.V. // Phys.Lett.A. - V.133, N 4,5 - P.263.
9. Абеяшев Г.Н., Бержанский В.Н., Федотов Ю.В. //Письма в ЖЭТФ - 1987 - Т.45, В.1 - С.94.
10. Абеяшев Г.Н., Бержанский В.Н., Сергеев Н.А., Федотов Ю.В. // Укр.физ.журн. - 1989 - Т.34, В.6 - С.935.
11. Бержанский В.Н., Полулях С.Н. // ФТТ - 1989 - Т.31, В.8 - С.256.
12. Абеяшев Г.Н., Бержанский В.Н., Полулях С.Н. в сб.Тез.VII Междунар.семина по ФМЯ. Донецк,1994. С.14.
13. Polulyakh S.N. and Sergeew N.A. in Abstr. of RAMIS'95. Poznan, Poland, 1995.

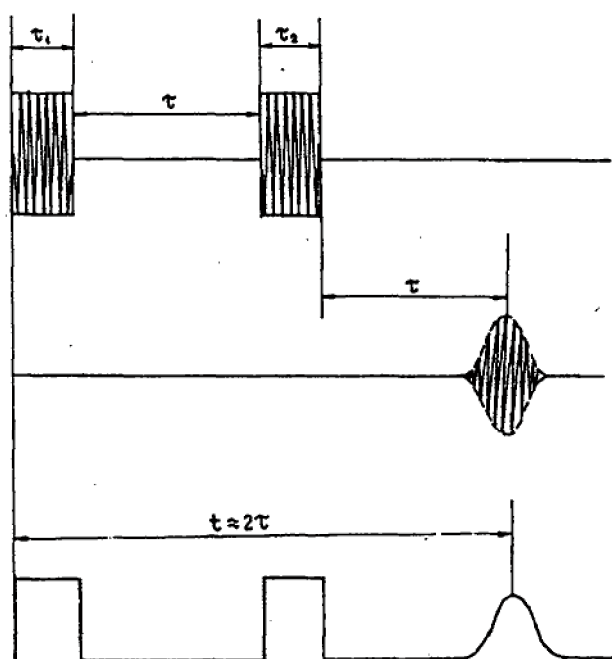


Рис. 1. Схема наблюдения сигнала эхо.

- а) возбуждающие импульсы;
- б) сигнал эхо  $2\tau$ ;
- в) продетектированные сигнал.

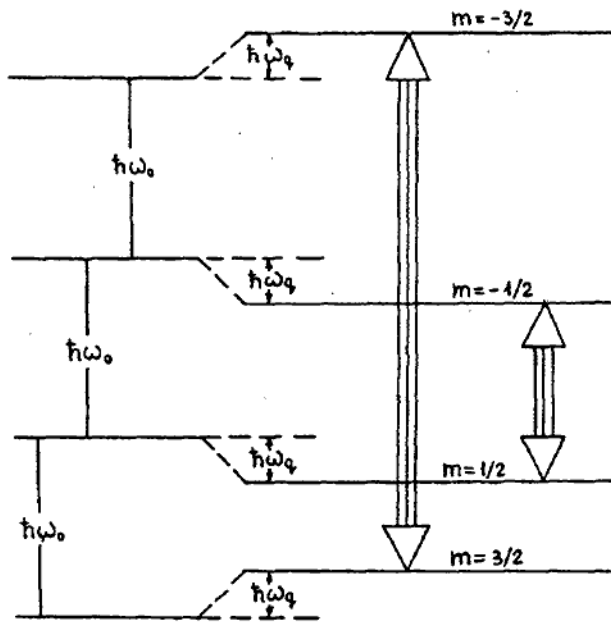


Рис. 2. Схема энергетических уровней квадрупольного ядра со спином  $I=3/2$

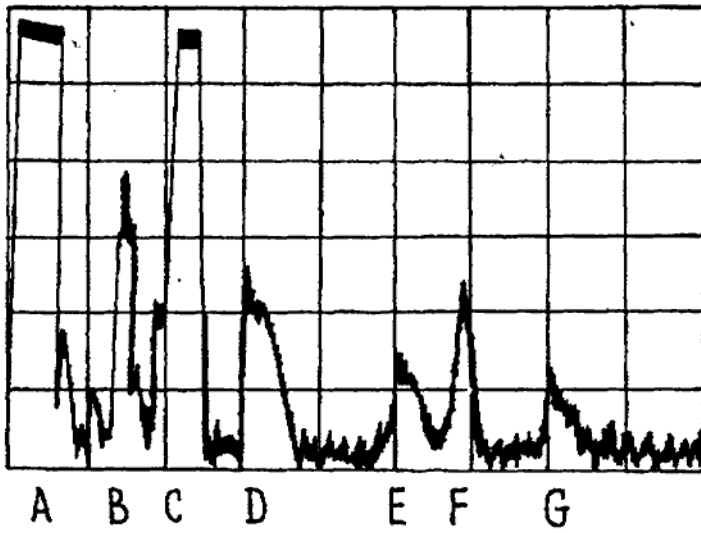


Рис. 3. Множественная структура сигнала эхо от ядер  $^{53}\text{Cr}$  в  $\text{HgCr}_2\text{Se}_4$ .

Сигнал А - второй возбуждающий импульс.

Сигнал С — эхо  $2\tau$ .

## АДСОРБЦИЯ И ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПЛАТИНЕ В ПРИСУТСТВИИ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА И ПЕРМАНГАНАТ-ИОНА В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ.

Н.А.Грошенко, кандидат физико-математических наук, профессор, член-корр.  
КАХН, заслуженный изобретатель Украины, профессор, Е.Д.Першина, кандидат  
химических наук, доцент, С.В.Костык, Н.А.Сурова

До настоящего времени не имеется однозначного мнения об адсорбционных процессах, происходящих в сложных многокомпонентных системах, где на химическое взаимодействие накладывається влияние электрических составляющих. При этом роль адсорбции достаточно велика, т.к. она является, как правило, предварительной стадией любого каталитического процесса. В частности, интерес представляет взаимовлияние компонентов системы в случае одновременного присутствия в ней ПАВ (табл.1), пероксида водорода и катализаторов распада пероксида водорода - платинированной платины и перманганата калия. Данное исследование имеет не только теоретическую направленность, но и позволяет оценить принципиальную возможность электрокаталитической деструкции ПАВ в вышеуказанных системах практически, что в свою очередь предопределяет подходы к разработке новых экологически чистых методов очистки сточных вод от ПАВ.

Адсорбционное поведение ПАВ на Pt/Pt в водных растворах исследовалось электрохимическим методом дифференциальных кривых заряжения, позволяющим оценить степень заполнения поверхности электрода-катализатора в процессе адсорбции, и методом сдвига потенциала, оценивающим характер адсорбции. По разнице степеней заполнения поверхности ( $Q_r$ ) оценивалось адсорбционное поведение данного соединения в системе. Изучение каталитического распада в присутствии ПАВ и добавок растворенного катализатора проводилось волюмометрическим методом. Последующая электрокаталитическая очистка проводилась в модельных и реальных сточных водах при плотности тока 200-250 А/см<sup>2</sup>. Контроль полноты деструкции ПАВ оценивался по разнице химического потребления кислорода раствором до и после очистки.

Данные по адсорбции органических веществ в водных растворах на платине (и на других материалах с высоким адсорбционным потенциалом по отношению к водороду и кислороду) [1] показывают, что в целом процесс адсорбции включает две составляющих: хемосорбцию ( $Q_r$ ) и физическую адсорбцию ( $Q_f$ ), определяемые структурой молекул. Было показано [2], что адсорбция азокрасителей на платине носит физический характер без глубоких хемосорбционных взаимодействий, что связывалось с особенностями строения их молекул и с возникновением гидратных оболочек на ионогенных группировках этих молекул.

Адсорбция ПВС, некаля и лейканола (табл.2) на платине носит хемосорбционный характер, поскольку степень заполнения поверхности электрода после очистки довольно высока. Это связано, видимо, с наличием разомкнутых связей в молекуле ПВС, что предопределяет способность к ассоциативной хемосорбции и образованию прочной химической связи с поверхностью электрода и подтверждается характерным участком в катодной области кривой заряжения. Контакт некаля и лейканола с электродом при потенциалах двойнослойной области кривой заряжения ведет к появлению в системе нестационарных катодных токов, которым соответствуют адсорбционные сдвиги потенциала в анодную область. Направление сдвига и характер токов свидетельствуют о диссоциативной хемосорбции этих ПАВ, но наличие адсорбционного пика в катодной области указывает на возможность ассоциативной хемосорбции, что вызвано наличием нафталиновой структуры с неспаренными -электронами в молекулах некаля и лейканола и возможностью -электронного взаимодействия бензольных колец с поверхностью электрода [2].

При введении в модельные растворы пероксида водорода установлено, что продукты его гетерогенно-каталитического распада на платине способствуют окислительной деструкции органических соединений. При этом отмечена роль развитой поверхности катализатора. В соответствии с полученными в работе кинетическими данными разложение  $H_2O_2$  на Pt/Pt тормозится продуктами распада ПАВ, и интенсивность генерации новых окислительных частиц определяется степенью деструкции органической компоненты и десорбции ее остатков с

поверхности катализатора. Судя по характеру волюмометрических кривых разложения  $H_2O_2$ , можно предположить, что ее адсорбция является конкурирующим процессом при адсорбции ПАВ, вызывая снижение скорости распада  $H_2O_2$  в их присутствии. Вот почему для деструкции ПАВ целесообразно применять двухстадийное окисление: 1 этап - каталитический распад  $H_2O_2$  в присутствии катализатора ее разложения -  $KMnO_4$ , 2 этап - доокисление органических остатков электрохимически на платиновом электроде. Благодаря разделению стадий снижение каталитической активности платины в результате хемосорбционных процессов существенно преодолено.

При взаимодействии пероксида водорода с перманганат-ионом в нейтральных водных растворах [3] образуется гель гидратированного диоксида марганца, обладающий сильно развитой поверхностью и высокой каталитической активностью. Добавки на первой стадии в модельные растворы и перманганат-иона (0,1 г/л) приводят к ускорению и резкому повышению эффективности (до 60 %) процесса очистки, что объясняется, по-видимому, характером адсорбции ПАВ. В процессе образования каталитически активного геля при введении в раствор первой порции  $H_2O_2$  и перманганат-иона на частицах геля адсорбируются молекулы ПАВ. Этот процесс облегчен квазигомогенностью системы и высокой степенью взаимоприближения адсорбата и адсорбента. При введении в раствор последующих порций пероксида водорода последний, проникая к частицам  $MnO_4$ , претерпевает каталитический распад с отдачей в раствор активных кислородсодержащих фрагментов, окисляющих расположенные вблизи молекулы ПАВ. За счет совместной объемной адсорбции ПАВ и на катализаторе  $H_2O_2$  и стерической обусловленности реагентов степень полезного использования активного кислорода становится существенно выше, чем при поверхностной адсорбции указанных соединений на твердом катализаторе. Продукты деструкции ПАВ на данной стадии, как правило, жидкие и поверхностно менее активные, чем исходные вещества. Это позволяет проводить их эффективное доокисление электрокаталитически на платине.

## ЛИТЕРАТУРА.

1. Васильев Ю.Б., Максимов К.А., Горохова Л.Т. // Электрохимия. - 1985. - Т.21. - С.186.
2. Першина Е.Д., Видович Г.Л., Богдановский Г.А. // Вест. Моск. ун-та. Сер.2. Химия. - 1992. - Т.33, N 6. - С.555.
3. Kanungo S.B., Parida K.M., Sant B.R. // Electrochim. Acta. - 1981. - V.26, N 8. - P.1157.

Таблица 1.  
Названия и молекулярные массы ПАВ.

N	Название	Функциональные группы	Молекулярная масса
1	Поливиниловый спирт (ПВС)	$-CH_2 - CH(OH) -$	440
2	Дибутилнафталинсульфокислый натрий (некаль)	$SO_3^{2-}$	374
3	Полиметилнафталинсульфокислый натрий (лейканол)	$SO_3^{2-}$	326

Таблица 2.  
Степень заполнения поверхности Pt/Pt-электрода поверхностно-активными веществами в водных растворах.

Компонент	$Q_r$ (общая)		$Q_r'$		$Q_r''$	
	по водороду	по кислороду	по водороду	по кислороду	по водороду	по кислороду
ПВС	0,6	--	0,5	--	0,1	--
некаль	0,4	0,5	0,3	0,5	0,1	0,0
лейканол	0,4	0,5	0,4	0,4	0,0	0,1

## АНАЛИЗ И СИНТЕЗ СУБМИКРОННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТРУКТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТУННЕЛЬНОГО МИКРОСКОПА

О.В.Курносиков, кандидат физико-математических наук, доцент, А.И.Банщикова,  
Н.А.Грошенко, кандидат физико-математических наук, профессор, член-корр.  
КАХН, заслуженный изобретатель Украины, профессор, П.Ю.Перов

С момента изобретения Биннингом и Рорером сканирующего туннельного микроскопа (СТМ) минуло уже более 10 лет [3], однако возможности этого прибора расширяются с каждым годом. Одна из возможностей использования СТМ - в качестве инструмента для формирования заданных структур субмикронного и нанометрового масштаба на поверхности [2]. Это делает СТМ не только прибором для анализа поверхности, но и для синтеза, например, отдельных элементов микроэлектронных схем или их коррекции. Так как величина неоднородности, которую можно создать с помощью СТМ, имеет порядок единиц и десятков нанометров, когда могут проявляться квантово-размерные эффекты, не исключено, что с помощью СТМ можно будет создавать новые функциональные материалы и приборы, в работе которых используются именно эти эффекты. Формированию поверхностных структур посвящен ряд работ [4,6,7]. В бывшем СССР конкретные результаты представлены в [1], на Украине такие исследования авторам не известны.

Нами с помощью СТМ реализована модификация поверхности золота, серебра, никеля, ниобия, хрома, графита. В отличие от других авторов, мы не стремились получать рекордные по величине размеры неоднородности. Это позволило нам исследовать несколько методов формирования поверхностных структур, подвергнуть испытанию ряд широко применяемых материалов и освободило нас от сложных в технологическом смысле процессов получения атомарно-гладких поверхностей.

Все результаты получены с помощью СТМ, работающего при комнатной температуре и нормальном атмосферном давлении. Одним из самых ответственных узлов СТМ является узел сканирования, состоящий из пьезокерамического трехкоординатного перемещателя и острейного зонда. Острейный зонд имеет радиус закругления кончика десятки нанометров, так что на самом кончике может быть сформировано микроострие, заканчивающееся одним атомом. Именно с него происходит туннелирование электронов, и этот факт определяет высокое пространственное разрешение СТМ. Острейный зонд изготавливался нами из вольфрама. За основу изготовления его взята методика, описанная в [5], которая была доработана нами. Управление работой СТМ полностью осуществляется от компьютера.

Нами осуществлено два метода формирования поверхностных структур - метод погружения острейного зонда в материал подложки и метод подачи импульсов напряжения на острейный зонд.

Для осуществления внедрения острия в материал подложки в заданной точке производится разрыв цепи обратной связи и подача на пьезоперемещатель "Z" дополнительно увеличивающегося напряжения. Глубина погружения острия задается максимальным значением этого напряжения. После осуществления "укола" острие отводится на исходное положение, восстанавливается обратная связь и производится дальнейшее сканирование. Считывание полученной структуры поверхности производится сразу после окончания процедуры модификации всего кадра СТМ. Время, необходимое на осуществление одного "укола" порядка 100 мс, на считывание одного кадра СТМ - 10...100 с в зависимости от масштаба.

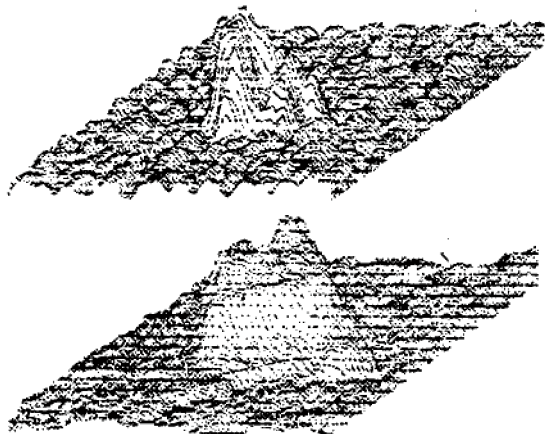
Второй метод - метод подачи импульсов напряжения - работал эффективно, как оказалось, при подаче нескольких импульсов с проверкой результата после каждого импульса. Импульс напряжения может иметь как положительную, так и отрицательную полярность с амплитудой до 10 В, длительностью от 20 мкс до 1 с. После действия импульса регистрируется изменение позиции острия по нормали, что свидетельствует о появлении неоднородности. Если это изменение не обнаруживается, или если оно не превышает некоторого порогового значения, то процесс подачи импульсов повторяется. Такое постепенное выращивание позволяет формировать размер неоднородности, значительно превышающий величину туннельного про-

межутка. Так как последний имеет размер 0.5...2нм, то необходимость такого последовательного процесса очевидна.

Первоначально мы получали результаты методом внедрения острия в материал подложки. Формируемая неоднородность представляла собой ямку, рядом с которой иногда возникал бугорок. После того как мы добились лучшего качества острия с помощью указанной выше методики, размер формируемого углубления составил 50...100нм. Бугорок или отсутствовал, или присутствовал кольцеобразный бруствер.

На площади поверхности 1.5 x 1.5мкм мы сформировали упорядоченные структуры с 6-ю углублениями на серебре, с 12-ю углублениями на ниобии и пленке Fe-Ni. Слои серебра напылялись нами методом термического испарения в вакууме на горячие подложки из слюды и ситалла и имели поликристаллитную структуру. Пленки Fe-Ni получались методом катодного распыления и также обладали кристаллитной структурой. Ниобиевый образец в виде монокристаллической пластины предварительно был подвергнут электрохимической полировке. Если при достаточно глубоком погружении острия в серебро можно было получить размер ямки очень больших размеров, то на пленке Fe-Ni удавалось получать ямки ограниченных размеров. Возможно, это связано с меньшей пластичностью материала. В местах проведенной модификации нами регистрировалось изменение работы выхода материала подложки, причем эта характеристика позволяла идентифицировать сформированную неоднородность, даже если таковая не обнаруживалась при регистрации рельефа поверхности или маскировалась большими исходными неоднородностями поверхности. На поверхности серебра размером 1.4мкм x 1.4мкм мы осуществили запись в виде букв "СГУ", состоящих из отдельных точек. После записи с течением времени происходят изменения на поверхности. За 6 часов между отдельными точками появились перемычки. Разные материалы проявили разную скорость деградации: на золоте созданные углубления заплывали за полчаса - час, на ниобии никаких изменений углублений не было зарегистрировано. Возможно, на скорость деградации оказывает также влияние примесей, поверхностных загрязнений и дефектов, тормозящих процессы поверхностной диффузии. При анализе работы выхода в каждой точке сразу после модификации регистрировалось как повышенное, так и пониженное значение сигнала относительно уровня, определяемого немодифицированной поверхностью. Через 6 часов спустя измерение в этом режиме давало отклонение сигнала только в одну сторону. Это показывает, что наряду с деградацией рельефа поверхности работа выхода также претерпевает изменения. Если считать каждую ямку одним битом информации, то этому изображению соответствует плотность записи  $10^{10}$  бит/см<sup>2</sup>, что на три-четыре порядка превышает плотность при оптической и магнитной записи. При формировании углублений методом погружения острия само острие остается работоспособным. Нами был записан на поверхности серебряной пленки площадью 1.5мкм x 1.5мкм массив из 100 углублений и этим же острием произведено считывание записанного массива. Несомненно, вопрос сохранности острия требует детального исследования, но наш опыт показал, что неглубокие и аккуратные погружения безопасны для острия. Мы наблюдали порчу острия, когда попытались получить более крупные ямки на Fe-Ni путем дальнейшего внедрения острия.

В отличие от метода внедрения острия, методом подачи импульсов напряжения у нас получались бугорки. Для формирования одного бугорка требовалось подавать от 3-х до 30-ти импульсов напряжения.



На рис.1 представлены бугорки, выращенные на золоте и ниобии. Между острием и подложкой прикладывалось напряжение 6...8 В, длительность импульса около 1 мс. Полярность напряжения - плюс на острие, минус на образце. Обратная полярность позволяет на серебре получить бугорки, но меньшие по высоте и большие в поперечнике; на ниобии обратная полярность не вызывала возникновения бугорков, хотя наблюдалось некоторое изменение структуры поверхности в целом. Такая зависимость от полярности указывает на возможность ионного

механизма процесса формирования бугорков. Нами зафиксировано, что бугорки на золоте через некоторое время исчезают; на ниобии такой процесс не выявлен. Существует пороговое значение напряжения, при котором возможно сформировать бугорок. Оно лежит в диапазоне около 2...4 В для разных материалов. На подложках из золота, серебра получить бугорки удавалось практически всегда, разница была лишь в их размерах. На ниобии, графите и алмазоподобной углеродной пленке попадались участки, на которых модификацию получить не удавалось. Эти участки, по-видимому, имеют большие размеры, так как в пределах поля зрения СТМ обычно модификация если удавалась, то удавалась во многих точках.



На рис. 2 представлен созданный массив из 9-ти бугорков на ниобии. Аналогичная запись на золоте происходит с пропаданием части бугорков. На ниобии видно, что все бугорки имеют двойную форму - очевидно, острие имело два микровыступа, участвующих в формировании бугорка. Лишь только один микровыступ образует туннельный промежуток при считывании. Этот результат доказывает, что за

формирование бугорков при приложении импульсов напряжения ответственны физические процессы, не связанные исключительно с туннелированием. Действие импульсов напряжения не приводит к деградации острия; более того, импульсы обратной полярности иногда делали острие работоспособным, если вначале оно таковым не являлось.

Таким образом, нами показана возможность формирования структур на поверхности твердых тел в виде бугорков и ямок с характерным размером менее 100 нм относительно простыми методами. Осуществление такой модификации зависит от материала образца, формы острия и условий эксперимента. Вполне реально объединение описанных методов в одну комбинированную, что позволит создать более сложные объекты на поверхности твердых тел. Необходимы эксперименты с более широким набором материалов и в условиях контролируемого газового окружения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Адамчук В.К., Ермаков А.В., Федосеенко С.И. Сканирующий туннельный и силовой микроскопы для сверхплотной записи информации. Возможности практической реализации накопителей информации большой емкости. *Электронная промышленность*. 1991. N 3. с.14.
2. Becker R.S., Golovchenko J.A., Swartzentruber B.S. Atomic-scale surface modification using a tunneling microscope, *Nature*. 1987. v.325. N 6103. P.419.
3. Binning G., Rohrer H. Scanning Tunneling Microscopy, *Helv. Phys. Acta*. 1982. v.55. P.726.
4. Dagata J.A., Tseng W., Bennett J. et al. Nanolithography on III - V semiconductor surfaces using a scanning tunneling microscope operating in air, *J. Appl. Phys.* 1991. v.70. N 7. P.3661.
5. Lemke H., Goddenhenrich T., Bochem H.P. et al. Improved microtips for scanning probe microscopy, *Rev. Sci. Instrum.* 1990. v.61. N 10. P.2538.
6. Naganara L., Lindsay S.M., Thundat T., Knipphig U. Tip-bias induced surface modification on gold surfaces, *J. Microsc.* 1988. v.152. N 1. P.145.
7. Wiesendanger R. Fabrication of nanometer structures using STM, *Appl. Surf. Sci.* 1992. v.54. P.271.



## ВРАЩАТЕЛЬНАЯ ИНВАРИАНТНОСТЬ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ В ТЕОРИИ МАГНИТОУПРУГИХ ВОЛН.\*

Ю.Н.Мицай, доктор физико-математических наук, профессор, член-корр. КАН,  
А.Н.Майорова, Ю.А.Фридман, кандидат физико-математических наук, доцент

Изучение динамических проявлений магнитоупругой связи имеет принципиальное значение в теории магнетизма. Во-первых, спин-решеточное взаимодействие определяет связь магнитных и механических (упругих, акустических, стрикционных и т.д.) характеристик системы. Во-вторых, магнитоупругие взаимодействия, как правило, кардинально меняют характер поведения системы при магнитных фазовых переходах. В частности, магнитоупругая связь может полностью подавить аномальные критические флуктуации в точке фазового перехода второго рода и заблокировать появление доменной структуры в диссимметричной фазе. Более подробно различные качественные аспекты влияния спин-решеточной связи на характер критического поведения системы, а также на другие физические свойства магнитоупорядоченных кристаллов описаны в [1].

Теоретические исследования динамических проявлений магнитоупругой связи велись до настоящего времени в рамках двух взаимно дополняющих друг друга подходов. Первый подход основан на общей гидродинамической теории. Такой подход является строгим (точнее, безмодельным), однако область его применения ограничена низкими частотами и большими длинами волн. Кроме того, чисто гидродинамический подход позволяет в общем случае исследовать лишь акустические и упругие свойства, но не спиновую динамику.

Второй подход также принято называть феноменологическим, однако он уже существенно использует конкретные динамические уравнения для описания спиновой системы, обычно это уравнения Ландау-Лифшица либо некоторая их модификация. Последнее обстоятельство существенно расширяет область применимости теории в смысле частот и длин волн, а также позволяет исследовать динамику в спиновой системе. Тем не менее, использование квазиклассических методов при описании спиновой динамики допустимо отнюдь не для всех систем. В частности, такой подход не применим к системам с сильной одноионной анизотропией, поскольку в этом случае невозможно обойтись без явного учета квантовых состояний магнитных ионов в кристаллическом поле. С другой стороны, именно в таких системах следует ожидать особенно сильные магнитоупругие эффекты [2].

Настоящая работа как раз и посвящена анализу магнитоупругой связи в магнетиках с мощной квантовой одноионной анизотропией. С самого начала мы будем последовательно учитывать как квантовые одноионные эффекты, так и эффекты нарушенной вращательной инвариантности магнитоупругой энергии системы, находящейся в магнитном поле.

На необходимость построения вращательно инвариантной теории магнитоупругих волн обращают внимание довольно давно [3,4]. Основным результатом в этой теории — предсказание нового механизма магнитоупругой связи. Качественно этот механизм можно понять следующим образом. При прохождении упругой волны через магнитный кристалл элементарная ячейка не только изменяет свой объем, но и испытывает сдвиговые деформации. В результате изменяется положение локальных осей магнитной анизотропии, пространственная ориентация которых определяет равновесное направление магнитного момента.

---

\*Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного комитета по вопросам науки и технологии. Проект № 2.3/687.

Таким образом, даже в отсутствии стандартной магнитоупругой связи, связь между магнитной и упругой подсистемами будет обеспечиваться за счет энергии анизотропии в гамильтониане.

Механические граничные условия, обусловленные способом закрепления образца, существенно влияют на структуру спонтанных деформаций в магнитном диэлектрике, что в свою очередь определяет основные характеристики спектров связанных магнитоупругих волн и типы фазовых переходов между магнитоупорядоченными фазами.

Рассмотрим описанные выше эффекты на примере модели ферромагнетика с одноионной анизотропией типа "легкая плоскость".

Как известно, [2], для такого ферромагнетика возможна реализация трех магнитных фаз при изменении магнитного поля, если  $\beta_4 \geq I(0)$ . Квадрупольная фаза (КУ) реализуется в интервале полей  $0 < \mathbf{H} < \mathbf{H}_{c_1}$ , квадрупольно-ферромагнитная (КФМ), или угловая фаза при  $\mathbf{H}_{c_1} < \mathbf{H} < \mathbf{H}_{c_2}$  и ферромагнитная фаза (ФМ) - при  $\mathbf{H} > \mathbf{H}_{c_2}$ , где

$$\mathbf{H}_{c_2} \sim \beta/2, \text{ а } \mathbf{H}_{c_1} \sim \sqrt{\beta \left( \beta/4 - I(0) \right)}.$$

Гамильтониан такой системы, с учетом вращательной инвариантности можно представить в виде:

$$\begin{aligned} H = & -\mathbf{H} \sum_{\mathbf{n}} \mathbf{S}_{\mathbf{n}}^z + \frac{\beta}{2} \sum_{\mathbf{n}} \left( \mathbf{R}_{\mathbf{z}\mathbf{i}}^{-1} \cdot \mathbf{S}_{\mathbf{n}}^{\mathbf{i}} \right)^2 - \frac{1}{2} \sum_{\mathbf{n}, \mathbf{n}'} I(\mathbf{n} - \mathbf{n}') \vec{\mathbf{S}}_{\mathbf{n}} \cdot \vec{\mathbf{S}}_{\mathbf{n}'} + \nu \cdot \\ & \cdot \sum_{\mathbf{n}} \left( \mathbf{R}_{\mathbf{if}}^{-1} \mathbf{S}_{\mathbf{n}}^{\mathbf{i}} \right) \left( \mathbf{R}_{\mathbf{if}}^{-1} \mathbf{S}_{\mathbf{n}}^{\mathbf{f}} \right) \xi_{\mathbf{if}}(\mathbf{n}) + \int d\mathbf{r} \left\{ \frac{\lambda + \eta}{2} (\xi_{\mathbf{xx}}^2 + \xi_{\mathbf{yy}}^2 + \xi_{\mathbf{zz}}^2) + \eta (\xi_{\mathbf{xy}}^2 + \xi_{\mathbf{xz}}^2 + \xi_{\mathbf{zy}}^2) + \right. \\ & \left. + \lambda (\xi_{\mathbf{xx}} \xi_{\mathbf{yy}} + \xi_{\mathbf{xx}} \xi_{\mathbf{zz}} + \xi_{\mathbf{yy}} \xi_{\mathbf{zz}}) \right\} \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь  $\mathbf{R}$ - оператор локальных поворотов, который через компоненты тензора днстор-  
сии  $\frac{\partial \mathbf{U}_i}{\partial \mathbf{x}_j}$  выражается следующим образом.

$$\mathbf{R}_{ij}^{-1} = \delta_{ij} - w_{ij} + \frac{1}{2} w_{ij}^2 + \frac{1}{2} (U_{ik} w_{kj} + w_{ik} U_{kj}) + o(U_{ij}^2)$$

$$U_{ij} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial \mathbf{U}_i}{\partial \mathbf{x}_j} + \frac{\partial \mathbf{U}_j}{\partial \mathbf{x}_i} \right) - \text{симметричная часть тензора деформации};$$

$$w_{ij} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial \mathbf{U}_i}{\partial \mathbf{x}_j} - \frac{\partial \mathbf{U}_j}{\partial \mathbf{x}_i} \right) - \text{антисимметричная часть тензора деформации};$$

$\xi_{ij} = U_{ij} + \frac{1}{2} (U_{ik} - w_{ik})(U_{kj} + w_{kj})$  - компоненты тензора конечных деформаций.

Кроме того в (1) введены следующие обозначения:  $\mathbf{H}$  - внешнее магнитное поле;  $\beta > 0$  - константа одноионной анизотропии;  $I(\mathbf{n} - \mathbf{n}')$  - обменный интеграл;  $\mathbf{S}_{\mathbf{n}}^{\alpha}$  - спиновый оператор в узле  $\mathbf{n}$ ,  $\nu$  - константа магнитоупругой связи;  $\lambda$ ,  $\eta$  - упругие модули. Далее бу-

дем считать, что спин магнитного иона равен единице. Теория может быть обобщена на случай произвольного спина.

Первые три слагаемых в (1) описывают магнитную подсистему, пятое слагаемое - упругую, а четвертое - стандартное описание магнитоупругой связи, которая для простоты вычислений выбрана изотропной.

Конкретные вычисления будем производить в рамках формализма операторов Хаббарда [5,6]. В терминах хаббардовских операторов удастся точно учесть как энергию анизотропии, так и энергию магнитоупругой связи в нулевом гамильтониане. Построенная теория справедлива при произвольных температурах, вплоть до температуры Кюри.

Хаббардовские операторы строятся в базисе волновых функций, являющихся решением одноионной задачи

$$H_0(n)\psi_n(M) = E_M\psi_n(M), \quad (2)$$

где

$$\begin{aligned} H_0(n) = & -(\mathbf{H}\cos\theta + I(0)\langle S \rangle)S^z + \frac{\mathbf{H}}{2i}(S^+ - S^-)\sin\theta + \\ & + \frac{\beta}{2}(S^z)^2\cos^2\theta - \frac{\beta}{8}[(S^+)^2 + (S^-)^2 - S^+S^- - S^-S^+]\sin^2\theta + \\ & + \frac{i\beta}{8}[S^+S^z + S^zS^+ - S^zS^- - S^-S^z]\sin 2\theta \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь введены следующие обозначения:  $S^\pm = \frac{1}{2}(S^x \pm iS^y)$ ,  $\theta$  - угол между

направлением магнитного поля и направлением магнитного момента. Появление этого угла обусловлено наличием сдвиговых деформаций и, как следствие, отклонением оси анизотропии от направления, существующего в недеформированном кристалле.

Решение уравнения (2) позволяет определить энергетические уровни магнитного иона:

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{\beta}{2} - \mathbf{H} + \frac{I(0)\langle S \rangle}{2} \cdot \frac{\beta/2 - \mathbf{H}}{\beta/2 - \mathbf{H}} \theta^2, \\ E_0 &= \frac{\mathbf{H}I(0)\langle S \rangle^2}{2(\mathbf{H}^2 - \beta^2/4)} \theta^2, \\ E_{-1} &= \frac{\beta}{2} + \mathbf{H} - \frac{I(0)\langle S \rangle}{2} \cdot \frac{\beta/2 + \mathbf{H}}{\beta/2 + \mathbf{H}} \theta^2. \end{aligned} \quad (4)$$

Здесь  $\mathbf{H} = H + I(0)\langle S \rangle$ , в этом случае и далее приводится решение, справедливое при малых углах  $\theta$ .

Для волновых функций получаем следующие выражения:

$$\begin{aligned}
\psi_n(1) &= \left[ 1 - \frac{\theta^2}{4} \left( \frac{H - \beta/2}{\bar{H} - \beta/2} \right)^2 \right] |1\rangle - i \frac{\theta}{\sqrt{2}} \cdot \frac{H - \beta/2}{\bar{H} - \beta/2} |0\rangle \\
&\quad - \frac{\theta^2}{4\bar{H}} \cdot \frac{H^2 - \bar{H}\beta/2}{\bar{H} - \beta/2} |-1\rangle \\
\psi_n(0) &= -\frac{i\theta}{\sqrt{2}} \cdot \frac{H - \beta/2}{\bar{H} - \beta/2} |1\rangle + \left[ 1 + \frac{\theta^2}{2} \left( \frac{H^2 - \beta^2/4}{\bar{H}^2 - \beta^2/4} - \left( \frac{\bar{H}H - \beta^2/4}{\bar{H}^2 - \beta^2/4} \right)^2 \right) \right] |0\rangle - \frac{i\theta}{\sqrt{2}} \cdot \frac{H + \beta/2}{\bar{H} + \beta/2} |-1\rangle, \\
\psi_n(-1) &= -\frac{\theta^2}{4\bar{H}} \cdot \frac{H^2 + \bar{H}\beta/2}{\bar{H} + \beta/2} |1\rangle - \frac{i\theta}{\sqrt{2}} \cdot \frac{H + \beta/2}{\bar{H} + \beta/2} |0\rangle + \\
&\quad + \left[ 1 - \frac{\theta^2}{2} \cdot \left( \frac{H + \beta/2}{\bar{H} + \beta/2} \right)^2 \right] |-1\rangle
\end{aligned} \tag{5}$$

Здесь  $|i\rangle$  - собственная функция оператора  $S^z$ .

На полученных волновых векторах строятся операторы Хаббарда

$$X_n^{MM'} \equiv |\psi_n(M')\rangle\langle\psi_n(M)|, \tag{6}$$

описывающие переходы из состояния  $M'$  в состояние  $M$ .

С учетом вклада магнитоупругого взаимодействия в одноионный гамильтониан, одноионную задачу можно переписать в следующем виде:

$$\tilde{H}_0(n)\tilde{\psi}_n(M) = \tilde{E}_M\tilde{\psi}_n(M), \tag{7}$$

$$\text{где } \tilde{H}_0(n) = H_0(n) + H_{M_y}(n) + H_{AM_y}(n),$$

$H_{M_y}(n)$  - четвертое слагаемое в гамильтониане (1), а  $H_{AM_y}(n) = \frac{\beta}{2}(R_{2i}^{-1}S^i)^2 - \frac{\beta}{2}(S^z)^2$ .

Слагаемое  $H_{AM_y}(n)$  описывает отклонение оси анизотропии от направления, существовавшего в недеформированном кристалле.

Окончательно для энергетических уровней магнитного иона с учетом спин-решеточного взаимодействия получаем:

$$\tilde{E}_1 = N - \Lambda,$$

$$\begin{aligned}
\tilde{E}_0 &= \frac{\beta}{2} \sin^2 \theta \left[ \sin^2 \theta - \frac{(H - \tilde{H} \cos \theta)^2}{\beta^2/4 - \bar{H}^2} \right] + \frac{\beta}{2} U_{yz}^2 \left[ 1 - \frac{(v - \beta/2)^2}{\beta^2/4 - \bar{H}^2} \right] + \\
&\quad + \frac{2\bar{H}(v - \beta/2)(H - \tilde{H} \cos \theta)}{\beta^2/4 - \bar{H}^2} U_{yz} \sin \theta + vU_{yy} \left( 1 + \frac{U_{yy}}{2} \right),
\end{aligned}$$

$$\tilde{\mathbf{E}}_{-1} = \mathbf{N} + \Lambda,$$

где

$$\begin{aligned} \mathbf{N} = & \frac{\beta}{2} \left[ 2 - \sin^4 \theta - \frac{(\mathbf{H} - \tilde{\mathbf{H}} \cos \theta)^2}{\beta^2/4 - \bar{\mathbf{H}}^2} \sin^2 \theta \right] + \frac{(\nu - \beta/2)^2 \beta / 4}{\beta^2/4 - \bar{\mathbf{H}}^2} \mathbf{U}_{yz}^2 + \\ & + \frac{\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{H} - \tilde{\mathbf{H}} \cos \theta)}{\beta^2/4 - \bar{\mathbf{H}}^2} (\nu - \beta/2) \mathbf{U}_{yz} \sin \theta + \frac{\nu}{2} \mathbf{U}_{yy} \left( 1 + \frac{\mathbf{U}_{yy}}{2} \right) + \\ & + \frac{\nu^2 \beta/2}{\beta^2/4 - \bar{\mathbf{H}}^2} \mathbf{U}_{yy}^2 + 2(\nu + \beta/8) \mathbf{U}_{yz}^2, \\ \mathbf{L} = & \bar{\mathbf{H}} + \frac{\mathbf{H}^2}{2\bar{\mathbf{H}}} \sin^2 \theta - 2\bar{\mathbf{H}} \sin^2 \frac{\theta}{2} + \frac{\nu^2}{\bar{\mathbf{H}}} \mathbf{U}_{yy}^2 + \frac{\nu^2}{2\bar{\mathbf{H}}} \mathbf{U}_{yz}^2 - \\ & - \frac{\nu\beta}{4\bar{\mathbf{H}}} \mathbf{U}_{yz} (\sin 2\theta + 2\mathbf{U}_{yz}) + \frac{\beta^2}{32\bar{\mathbf{H}}} (\sin \theta + 2\mathbf{U}_{yz})^2 - \\ & - \frac{\beta^2 \mathbf{H}^2}{8\bar{\mathbf{H}}(\beta^2/4 - \bar{\mathbf{H}}^2)} \sin^2 \theta - \frac{\beta^2}{8\bar{\mathbf{H}}(\beta^2/4 - \bar{\mathbf{H}}^2)} \left[ \nu \mathbf{U}_{yz} - \frac{\beta}{4} (\sin 2\theta + \mathbf{U}_{yz}) \right] - \quad (8) \\ & - \frac{\beta \mathbf{H}}{2(\beta^2/4 - \bar{\mathbf{H}}^2)} \sin \theta \left[ \nu \mathbf{U}_{yz} - \frac{\beta}{4} (\sin 2\theta + 2\mathbf{U}_{yz}) \right] - \\ & - \frac{\nu^2 \mathbf{U}_{yy}^2}{8\bar{\mathbf{H}}(\beta^2/4 - \bar{\mathbf{H}}^2)} \left[ \bar{\mathbf{H}}^2 + \frac{3}{4} \beta^2 - 2\bar{\mathbf{H}}^2 \frac{\bar{\mathbf{H}}^4 + \beta^4/16}{(\beta^2/4 - \bar{\mathbf{H}}^2)^2} \right]. \end{aligned}$$

Описанные выше результаты относятся к конкретным механическим граничным условиям, которые определяют структуру спонтанных деформаций.

На рисунке показаны выбранные нами механические граничные условия, и схематично показано, каким образом деформируется образец. Выбранная таким образом геометрия задачи накладывает следующие ограничения на тензор спонтанных деформаций  $\xi_{ij}^{(0)}$ :

$$\xi_{xx}^{(0)} = \xi_{zz}^{(0)} = \xi_{xy}^{(0)} = \xi_{xz}^{(0)} = 0.$$

Из этого равенства получим

$$\mathbf{U}_{xx}^{(0)} = \mathbf{U}_{zz}^{(0)} = \mathbf{U}_{xy}^{(0)} = \mathbf{U}_{xz}^{(0)} = \mathbf{w}_{xy}^{(0)} = \mathbf{w}_{xz}^{(0)} = 0.$$

Поскольку пространственная зависимость существует только от координаты  $y$ , выполняются следующие соотношения

$$\mathbf{U}_{yz}^{(0)} = -\mathbf{w}_{yz}^{(0)},$$

$$\xi_{yy}^{(0)} = \mathbf{U}_{yy}^{(0)} \left( 1 + \frac{\mathbf{U}_{yy}^{(0)}}{2} \right) + 2\mathbf{U}_{yz}^{(0)2} \neq 0, \quad (9)$$

$$\xi_{yz}^{(0)} = \mathbf{U}_{yz}^{(0)} \neq 0.$$

Отличные от нуля спонтанные деформации и угол отклонения оси анизотропии определяется из условия минимума плотности свободной энергии  $F = F_0 - \mathbf{T} \ln \mathbf{Z}$ ,

где

$$F_0 = \frac{\lambda + \eta}{2} \xi_{yy}^{(0)^2} + 2\eta \xi_{yz}^{(0)^2}, \quad (10)$$

$Z = \sum_M e^{-\tilde{E}M\Gamma}$  - статистическая сумма. Для угла  $\theta$  и спонтанных деформаций  $U_{yy}^{(0)}$  и  $U_{yz}^{(0)}$  получаем

$$\theta^2 = \frac{I(0)\langle S \rangle}{\bar{H} - \beta/2} \left[ \frac{(\nu - \beta/2)^2}{2\eta} \cdot \frac{I(0)\langle S \rangle}{\bar{H} - \beta/2} - \bar{H} + \frac{\beta}{2} \right] \cdot \left[ \beta + \frac{\beta}{4} I(0)\langle S \rangle \frac{I(0)\langle S \rangle + 4\bar{H}}{\beta^2/4 - \bar{H}^2} + \frac{\bar{H} \bar{H}^2 - \beta^2/4}{2 \beta^2/4 - \bar{H}^2} + \frac{I(0)\langle S \rangle}{2} \cdot \frac{\bar{H}^2 + \frac{5}{4} \beta^2}{\beta^2/4 - \bar{H}^2} - \frac{(\nu - \beta/2)^2}{4\eta} \cdot \frac{I(0)\langle S \rangle (I(0)\langle S \rangle + 4\bar{H})}{\beta^2/4 - \bar{H}^2} \right]^{-1}, \quad (11)$$

$$U_{yz}^{(0)} = \frac{\nu - \beta/2}{2\eta} \cdot \frac{\bar{H} \cos \theta - \bar{H}}{\beta/2 - \bar{H}} \sin \theta,$$

$$U_{yy}^{(0)} = -\frac{\nu}{2(\lambda + \eta)} - (\nu - \beta/2) \frac{\lambda + \eta}{\eta} \cdot \frac{\bar{H} \cos \theta - \bar{H}}{\beta/2 - \bar{H}} \sin \theta.$$

Выражения (11) были получены в предположении о малости угла  $\theta$  ( $\theta \ll 1$ ). Это значит, что система находится в окрестности точки фазового перехода КФМ - ФМ. Используя выражение для  $\theta^2$  (11) и условие перехода КФМ - ФМ  $\theta = 0$ , можно определить точку устойчивости системы, которая оказывается равной

$$\bar{H} = \frac{\beta}{2} + \frac{(\nu - \beta/2)^2}{2\eta},$$

а выражения (11) при  $\bar{H} \leq \bar{H}$  трансформируются следующим образом

$$\begin{aligned} \theta^2 &\approx \frac{(\nu - \beta/2)^2}{2\eta\beta}, \\ U_{yz}^{(0)} &\approx -\frac{(\nu - \beta/2)^2}{2\eta\sqrt{2\eta\beta}}, \\ U_{yy}^{(0)} &\approx -\frac{\nu}{2(\lambda + \eta)} + \frac{(\nu - \beta/2)^2}{\eta\sqrt{2\eta\beta}}. \end{aligned} \quad (12)$$

Анализ полученных результатов показывает, что учет механических граничных условий "затягивает" угловую (КФМ) фазу по магнитному полю. Это обстоятельство является существенным как при экспериментальных исследованиях по магнитоакустике, так и при теоретических расчетах, поскольку спин-решеточное взаимодействие максимально проявляется именно в окрестности линии фазового перехода.

Кроме того, как видно из (12), спонтанные деформации и угол отклонения оси анизотропии определяются как константой магнитоупругой связи, так и константой одиононной анизотропии.

Для "экзотических" материалов с малой одноионной анизотропией и большим спин-решеточным взаимодействием комбинация  $\nu - b/2 \approx 0$ . В этом случае, как легко видеть, влияние механических граничных условий либо минимально, либо полностью нейтрализуется.

Дальнейшие исследования влияния механических граничных условий на спин-решеточное взаимодействие будут посвящены исследованию спектров связанных магнитоупругих волн и другим динамическим эффектам.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Барьяхтар В.Г., Витебский И.М., Лавриненко Н.М., Соболев В.Л. Критическая динамика при ферропластичных фазовых переходах во внешнем поле //ЖЭТФ.- 1986.-т.90,№3.- С.1111 - 1117.
2. Онуфриева Ф.П. Квантовая теория ферромагнетиков с одноионной анизотропией в магнитном поле произвольного направления // ФТТ. 1981.- т. 23,№9.-С. 2664 - 2673.
3. Терстон Р. "Распространение волн в жидкостях и твердых телах" Сб. "Физическая акустика" под редакцией У. Мэзона т.1. Мир, Москва, 1966 г.
4. Барьяхтар В.Г., Туров Е.А. Магнитоупругие возбуждения // В сб. Электронная структура и электронные свойства металлов и сплавов.- Киев: Наукова Думка.- 1988.- С.39-70.
5. Зайцев Р.О. Обобщенная диаграммная техника и спиновые волны в анизотропном ферромагнетике //ЖЭТФ.-1972.-Т.63,№1.-С.207-215.
6. Мицай Ю.Н., Фридман Ю.А. Применение операторов Хаббарда в теории магнитоупругих волн//ТМФ.-1989.-Т.81,№2.-С.263-270.

## ВЫЧИСЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ОБЛАСТИ ОДНОРОДНОГО ПОЛЯ ДЛЯ РЕАЛЬНЫХ НАМАГНИЧИВАЮЩИХ СИСТЕМ

В.В.Милюков, кандидат физико-математических наук, доцент,  
М.А.Солдатов

В технике научного эксперимента для создания однородного магнитного поля часто используются катушки Гельмгольца /1/, в простейшем случае представляющие собой два круглых витка, расположенных друг относительно друга строго на определенном расстоянии, равном радиусу витка, рис 1.

К сожалению, степень однородности поля в рабочем объеме обычно бывает неизвестна, особенно для катушек с конечным сечением, поэтому получаемые экспериментальные результаты не обладают достаточной достоверностью.

Целью данной работы является компьютерный расчет размеров области, в которой неоднородность поля не превышает заданную величину и представление результатов в удобной для инженерного пользователя форме, позволяющей быстро оценивать размеры этой области для реальных катушек конечного сечения с витками круглой, квадратной и прямоугольной формы.

Расчет индукции поля круглого витка радиуса  $R$  с током  $I$  производился по формулам /2/

$$B_r = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot z \cdot k}{\rho \sqrt{\rho R}} \cdot \left\{ -K(k) + \frac{R^2 + \rho^2 + z^2}{(R - \rho)^2 + z^2} \cdot E(k) \right\},$$

$$B_z = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot k}{\sqrt{\rho R}} \cdot \left\{ K(k) + \frac{R^2 - \rho^2 - z^2}{(R - \rho)^2 + z^2} \cdot E(k) \right\},$$

где ось  $z$  согласована с направлением тока правым винтом,  $K(k), E(k)$  - полные эллиптические интегралы первого и второго рода с модулем

$$k^2 = \frac{4\rho R}{(\rho + R)^2 + z^2}.$$

Для вычисления интегралов использовались их полиномиальные представления /3/.

Поле катушек с прямоугольными витками вычислялось путем суперпозиции полей отрезков с током, для которых модуль индукции может быть записан в компактной форме

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} \cdot (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2),$$

где  $r$  - расстояние до оси с током,  $\alpha_1, \alpha_2$  - углы треугольника, образованного концами отрезка и точкой наблюдения.

Результаты работы заключаются в следующем.

1. Найдены оптимальные расстояния для двух квадратных и для двух вытянутых прямоугольных витков,  $H=1,089a$ ,  $H=1,15b$ , где  $2a$  - сторона квадрата,  $2b$  - малая сторона прямоугольника.

2. Показано, что даже незначительный сдвиг витков вдоль оси, выводящий их из оптимального положения, значительно ухудшает показатели однородности поля, особенно если рабочая зона мала и требуется высокая степень однородности поля.

Для анализа однородности поля использовалось максимальное относительное отклонение



$$\varepsilon_{\max} = \max_i \left| 1 - \frac{B_i}{\langle B \rangle} \right|, \quad i = 1, \dots, N,$$

и среднеквадратичное относительное уклонение

$$\varepsilon_{\text{ср.кв.}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (B_i - \langle B \rangle)^2}{\sum_{i=1}^n B_i^2}},$$

где  $B_i$  - значения индукции в узлах кубической решетки, размером  $\Delta$ , см. рис. 1,

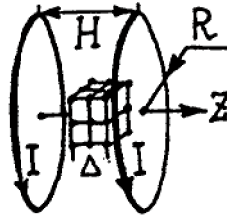


Рис. 1

$\langle B \rangle$  - среднее значение модуля индукции в рабочем объеме,  $N$  - число узлов кубической решетки.

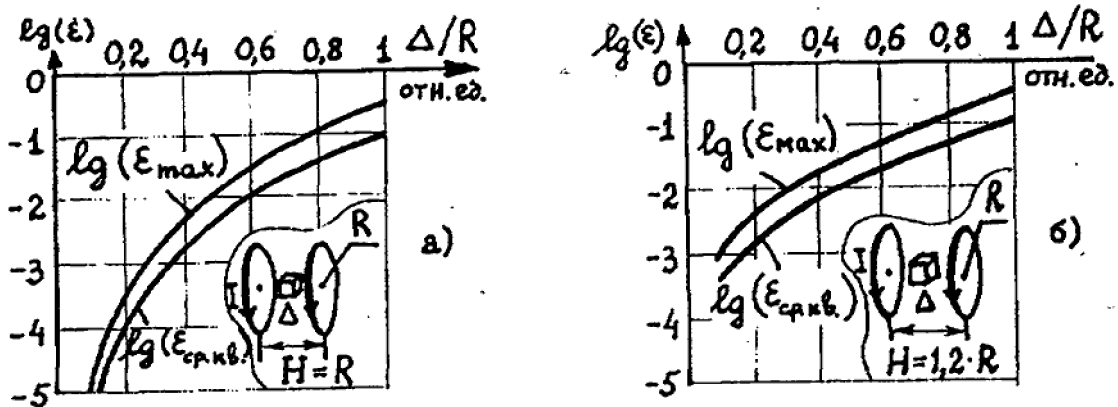


Рис. 2

На рис. 2 представлены графики зависимости десятичного логарифма уклонения поля от среднего значения для двух круглых витков при их оптимальном положении - рис 2а, и при раздвижении витков на 20% вдоль оси - рис. 2б. Из графиков видно, что при малых величинах рабочего объема неоднородность поля возрастает в десятки раз при раздвижении витков.

3. Показано, что квадратные витки с точки зрения создания однородного поля не уступают круглым.

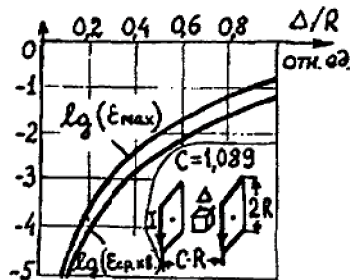


Рис. 3

На рис. 3 представлены графики зависимости параметров неоднородности поля от размеров рабочей зоны для двух оптимально расположенных квадратных витков. Анализ численных результатов показывает, что квадратные витки дают чуть лучшие результаты. По-видимому, это связано с выбором области исследуемого поля в виде куба.

4. Изучено влияние на однородность поля конечной толщины катушек (средний радиус совпадает с оптимальным) и конечной ширины (вдоль оси). Для катушек с круглыми витками толщина и ширина обмоток влияют на параметры неоднородности почти одинаково, рис. 4а - дисковая намотка, 4б - плоская.

5. Две катушки приближаются по характеристикам однородности поля к идеальным, состоящим из двух тонких витков, если толщина и ширина намотки не превосходит четверти радиуса среднего витка. При этом оптимальное расстояние между центрами катушек должно выбираться по их среднему радиусу, рис. 5.

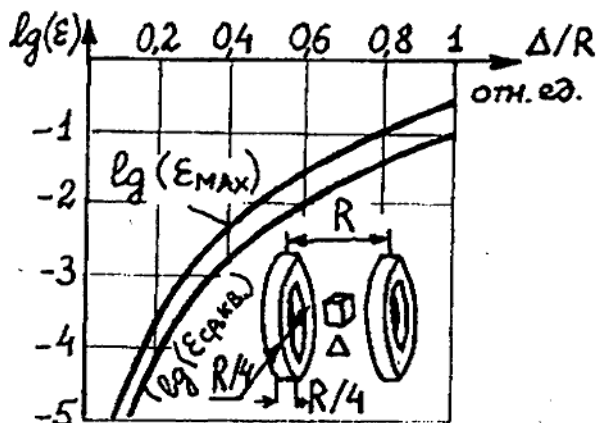


Рис.5

6. Вытянутые прямоугольные катушки могут быть использованы для исследования удлиненных образцов в однородном поле, рис. 6.

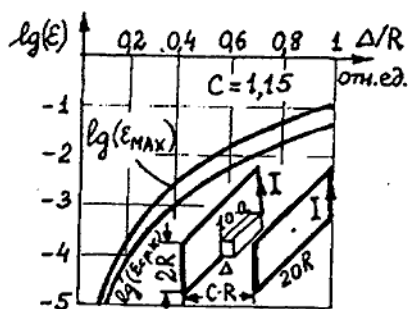


Рис.6

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каряк В.Р. Физика и техника сильных магнитных полей.-М.: Наука .- 1964 .- с.38.
2. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н. Сборник задач по электродинамике.- М.: Наука .- 1970 .- с.269.
3. Справочник по специальным функциям/ Под ред. М.Абрамовица и И.Стиган .- М.: Наука .- 1979 .- с.404.

## АКУСТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ КОТТОНА-МУТОНА В БОРАТЕ ЖЕЛЕЗА.

Ю.Н.Мицай, доктор физико-математических наук, профессор, член-корр. КАН,  
В.Н.Селезнев, доктор физико-математических наук, профессор, К.М.Скибиинский,  
М.Б.Стругацкий, кандидат физико-математических наук, доцент.

Туровым [1] на основе симметричного анализа показано, что для звука в антиферромагнетиках должен существовать эффект линейного двулучепреломления, аналогичный эффекту Коттона-Мутона в оптике. Экспериментально магнитооптический эффект Коттона-Мутона был обнаружен Гакелем [2] в кристаллах  $MnCO_3$ . В случае, когда величина эффекта достаточно велика, он может представлять значительный интерес для твердотельной электроники, поскольку позволяет управлять звуком с помощью магнитного поля.

В работе [3] исследовалось магнитоакустическое двулучепреломление в слабоферромагнитном антиферромагнетике  $FeVO_3$ . Поперечная звуковая волна частоты 178 МГц распространялась вдоль оси  $C_3$  кристалла. Магнитное поле прикладывалось в базисной плоскости, ортогональной  $C_3$ . Вследствие эффекта Коттона-Мутона линейно поляризованная звуковая волна после прохождения кристалла приобретала эллиптическую поляризацию. При этом параметры эллипса определялись величиной приложенного магнитного поля.

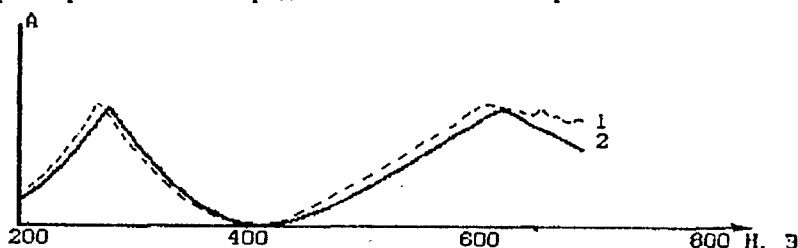


Рис. 1. Эффект Коттона-Мутона в неоднородно намагниченном образце:  
1 — эксперимент;  
2 — теория.

На рис.1 (кривая 1) приведена зависимость от поля амплитуды вышедшей из кристалла звуковой волны. Эта амплитуда измерялась в плоскости, ортогональной плоскости поляризации падающей на образец волны.

Колебания амплитуды составляли  $\approx 20$  дБ. Эксперименты проводились при 77К.

Чтобы понять полученный экспериментальный результат, рассмотрим кратко теорию линейного двулучепреломления. Как показал Туров, [4] термодинамический потенциал слабого ферромагнетика, включающий магнитную, упругую и магнитоупругую части, может быть сведен к эффективной упругой энергии

$$F_y^{\delta\delta} = 2 * C_{44} * u_{\eta z}^2 + 2 * C_{55}^{\delta\delta} * u_{\zeta z}^2, \quad (1)$$

где  $C_{55}^{\delta\delta} = C_{44} - 2 * H * e * (2 * B_{14})^2 / [M_0 * [H * (H + H_d) + 2 * H * e * H * m e_1]]$

$B, C$  - упругие и магнитоупругие постоянные соответственно;

$u_{ik}$  - постоянная тензора деформации;

$H e$  - обменное поле;

$H d$  - поле Дзялошинского;

$H$  - внешнее магнитное поле;

$M_0$  - спонтанная намагниченность кристалла;

$$H * m * e_1 = (C_{44} * B_{66}^2 - 4 * C_{14} * B_{14} * B_{66} + 4 * C_{66} * B_{14}^2) / [M_0 * (C_{44} * C_{66} - C_{14}^2)]$$

При этом, что весьма существенно, фигурирующая здесь величина  $C_{55}$  относится к случаю намагниченного до насыщения образца.

Формула (1) позволяет определить фазовые скорости нормальных волн с поляризациями, параллельными  $\vec{\zeta}$  и  $\vec{\eta}$  соответственно

$$v_{\zeta} = (C_{55}^{00} / \rho)^{1/2} \quad (2)$$

$$v_{\eta} = (C_{44} / \rho)^{1/2} \quad (3)$$

где  $\rho$  - плотность кристалла.

Таким образом, магнитоупругое взаимодействие снимает вырождение двух поперечных волн и тем самым приводит к линейному двулучепреломлению. При этом

$$\Delta k = w * (1/v_{\zeta} - 1/v_{\eta}) \approx k_{\eta} * H e * H m e 2 / [H * (H + H d) + 2 H e * H m e 1] \quad (4)$$

$$\text{где } H m e 2 = (2 * B_{14})^2 / (M_0 * C_{44})$$

Пусть вектор поляризации звука с амплитудой  $u_0$ , входящей в среду по направлению  $\vec{z}$  ( $\parallel C_3$ ), составляет угол  $\varphi_0$  с направлением поляризации нормальной моды  $\vec{\zeta}$ . На выходе из пластинки толщиной  $d$  проекции смещения  $\vec{u}$  на оси  $\zeta$  и  $\eta$  соответственно равны

$$u_{\zeta}(d) = u_0 * \cos \varphi_0 * \cos(k_{\zeta} * d - w * t) \quad (5)$$

$$u_{\eta}(d) = u_0 * \cos \varphi_0 * \cos(k_{\eta} * d - w * t) \quad (6)$$

Отсюда можно найти полное смещение в направлении, составляющем угол  $\Psi$  с осью  $\zeta$

$$u_{\Psi}(d) = u_{\zeta} \cos \Psi + u_{\eta} \sin \Psi \quad (7)$$

Это выражение можно привести к виду

$$u_{\Psi}(d) = A_{\Psi} \cos[(k_{\zeta} + k_{\eta}) * d / 2 - w * t + \Phi_{\Psi}] \quad (8)$$

Амплитуда  $A_{\Psi}$  волны с интересующей нас поляризацией, поперечной поляризации падающей волны такова

$$A_{\alpha} = \sqrt{2} * u_0 * \sin \varphi_0 * \cos \varphi_0 * \sqrt{1 - \cos(\Delta k * d)} \quad (9)$$

Зависимость (9) для бората железа приведена на рис.2.

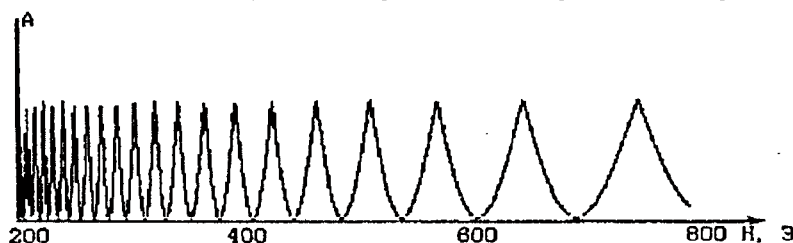


Рис. 2. Эффект Коттона-Мутона в однородно намагниченном образце (теория).

Сравнение с кривой 1 на рис. 1 показывает, что теория дает гораздо большую частоту изменения амплитуды. Объяснение этого несоответствия, по всей видимости, нужно искать в особенностях экспериментальной методики.

Дело в том, что к образцу приклеиваются пьезодатчики. Возникающие при этом деформации весьма ощутимо влияют на магнитную подсистему бората железа. В частности, появляется большая магнитная анизотропия в базисной плоскости, причем ее величина должна изменяться вдоль оси  $C_3$  от центра к поверхности кристалла. Таким образом, во внешнем магнитном поле образец уже не будет однородно намагниченным и поэтому изложенная теория нуждается в обобщении.

Рассмотрим простейшую модель. Пусть в приповерхностных областях образца наводится одноосная магнитная анизотропия в базисной плоскости, эффективное поле которой срав-

нимо с полем эксперимента. Приложим внешнее поле в направлении, антипараллельном намагниченности, и будем считать, что при этом возникнут три домена (рис.3).

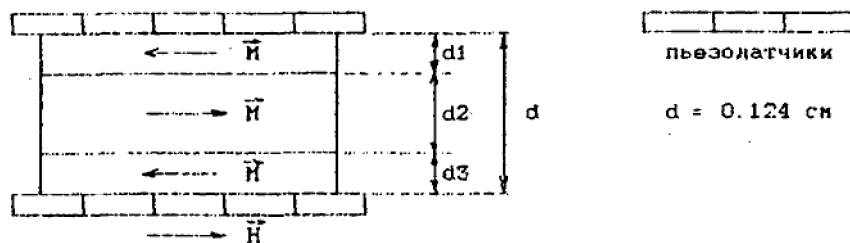


Рис 3. Модель доменной структуры к расчету эффекта Коттона-Мутона в FeBO<sub>3</sub>

Растущее поле смещает доменные границы к периферии до тех пор, пока центральный домен не заполнит весь образец. Таким образом, задача сво-

дится к прохождению звуковой волны последовательно через три области, размеры которых изменяются с изменением поля. При этом величина  $k$  совпадает с (4) только для домена 2. Для доменов же 1 и 3 в (4) нужно сделать замену  $H^*(H+Hd)$  на  $H^*(H-Hd)$ . На выходе из третьего домена для нормальных мод звука имеем

$$u_{\zeta} = u_0 * \cos \varphi_0 * \cos(k_{1\zeta} * d_1 + k_{2\zeta} * d_2 + k_{1\zeta} * d_3 - w * t) \quad (10)$$

$$u_{\eta} = u_0 * \sin \varphi_0 * \cos(k_{1\eta} * d_1 + k_{2\eta} * d_2 + k_{1\eta} * d_3 - w * t) \quad (11)$$

Для вышедшей волны с поляризацией, поперечной поляризации падающей волны, получаем

$$u_1 = u_0 * \cos \varphi_0 - u_0 * \sin \varphi_0 \quad (12)$$

Выполнив тригонометрические преобразования, получим амплитуду волны (12)

$$A_{\alpha} = 2 * u_0 * \sin \varphi_0 * \cos \varphi_0 * \sqrt{1 - \cos[\Delta k_1 * d + (\Delta k_2 - \Delta k_1) * d_2]} \quad (13)$$

Будем считать, что толщина центрального домена изменяется с полем по закону

$$d_2 = 0,39 * d * (1 + 10^{-3} * H) \quad (14)$$

Зависимость (13) приведена на рис. 1 (кривая 2). Видно, что в этом случае теоретическая кривая описывает эксперимент гораздо лучше.

Таким образом, не претендуя на полноту описания явления в рамках рассмотренной модели, мы все же можем допустить, что для объяснения линейного двулучепреломления в борате железа нужно рассматривать неоднородно намагниченный кристалл.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Туров Е.А. ЖЭТФ. 1987, т.92, с.1886.
2. Гакель В.Р. Письма в ЖЭТФ. 1969, т.9, с.590.
3. Khizhnyi V.I., Korolyuk A.P., Tarakanov V.V., Strugatsky M.B. Proc. XX Intern. Conf. on Low Temperature Physics. Aug.4-11, 1993, Eugene, Oregon, USA.
4. Туров Е.А. ЖЭТФ. 1989, т.96, N6, с.2140-2145.

## АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И СОЗДАНИЯ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

**В.И.Пономаренко, доктор физико-математических наук, профессор,  
В.Н.Бержанский, доктор физико-математических наук, профессор, член-корр. КАН,  
А.С.Хлыстов, доктор физико-математических наук, профессор, А.М.Тимошенко**

Поглотители электромагнитных волн (ПЭВ) применяются в различных областях техники, связанных со сверхвысокими частотами, и используются для радиолокационной маскировки объектов, облицовки изнутри безэховых камер и колпаков для излучающих антенн, снижения нежелательных излучений и отражений от объектов и оборудования, биологической защиты персонала от излучений.

Многообразие областей и условий использования ПЭВ соответствует многообразию требований к их характеристикам - радиотехническим параметрам, толщине, весу, негорючести, прочности, гибкости, теплофизическим свойствам, нетоксичности и т.д.

В качестве материалов для ПЭВ находят применение как радиопоглощающие материалы - ферриты, металлические и графитовые порошки и волокна, проводящие пленки, так и непоглощающие материалы - пенопласт, различные герметики, стеклянные микросферы и т.д. Широко применяются искусственные диэлектрики, называемые также композиционными материалами, представляющие собой макроскопически неоднородные среды с характерным размером неоднородностей, малым по сравнению с длиной волны.

Применяются различные конструкции поглотителей резонансного типа, с постепенным переходом, комбинированные поглотители.

В Симферопольском университете работы, связанные с созданием радиофизической теории, технологией изготовления и методов измерения параметров радиопоглощающих материалов и структур, ведутся с 1972 г. Охарактеризуем кратко основные из полученных результатов.

В области искусственных сред:

- построена теория взаимодействия полупроводниковых ленточных решеток с квазистатическим полем [1], на основе которой впервые были исследованы дисперсионные характеристики новых типов композиционных материалов из проводящих волокон и чешуек, в том числе аморфных микропроводов, а также ячеистых материалов;

- теоретически и экспериментально исследованы композиционные материалы на основе металлизированных включений [2], в том числе частиц ферритового порошка; обоснована возможность получения искусственных диа- и парамагнетиков из немагнитных материалов.

В области плоскостойких согласованных структур:

- разработаны методы расчета согласованных параметров и оптимизации частотных характеристик плоскостойких и градиентных структур [3], на основе которых были спроектированы и созданы высокоэффективные ПЭВ;

- построена общая теория многослойных магнитогиротропных покрытий с расположением осей легкого намагничивания параллельно и нормально к плоскости слоев [4];

- разработана теория ПЭВ с резистивно-емкостной пленкой [5], что позволило спроектировать и создать широкополосные покрытия миллиметрового диапазона с недостижимым ранее уровнем поглощения падающей волны.

В области неплоских радиопоглощающих структур:

- всесторонне исследован эффект рассогласовывающего влияния зазоров между элементами ферритовой керамики [6], разработана теория комбинированного феррито-диэлектрического поглотителя, что позволило создать сверхширокополосный ПЭВ для безэховых камер, превосходящий по своим параметрам зарубежные аналоги;

- обоснованы конструкции поглотителей периодического типа на основе ленточных, клиновидных и пирамидальных элементов; разработан вариант проекционного метода решения задач рассеяния на периодических структурах, позволяющий проводить точные расчеты их радиопоглощающих характеристик [7].

В области технологии материалов и покрытий разработаны:

- новая технология получения стронций-алюминиевых ферритовых порошков с высокой магнитной проницаемостью [8];

- метод нанесения магнитных и немагнитных металлических пленок на частицы ферритовых порошков [9];

- технология получения тонких проводящих пленок с равномерным поверхностным сопротивлением на поверхности композиционного слоя, содержащего стеклянные микросферы [10].

В области измерения электромагнитных параметров материалов разработаны:

- волновой метод измерения магнитной проницаемости аморфных микропроводов [11];

- методика восстановления компонент тензора магнитной проницаемости магнитогиrotропной пластины по результатам волноводных измерений [12];

- автоматизированная установка для точного измерения сверхвысокочастотных констант материалов резонаторным методом [13].

Результаты исследований, полученные в Симферопольском университете, отражены во многих опубликованных научных статьях и защищены свидетельствами на изобретения, а также внедрены в практику.

Возрастание требований к радиотехническим характеристикам поглотителей, их весу, толщине и т.д. требует создания новых типов поглотителей и материалов для них. На наш взгляд, к актуальным проблемам относятся следующие:

- распространение теории эффективности среды на искусственные диэлектрики с частичным упорядочением частиц-включений;

- исследование квазипарамагнитного эффекта в сложных композитах на основе металлизированных включений с высокой диэлектрической проницаемостью;

- исследование нового типа композиционных материалов на основе интеркалированных порошков цеолитов и силикагелей.

Кратко поясним суть указанных проблем.

Для расчета эффективной диэлектрической (магнитной) проницаемости среды с диэлектрической проницаемостью, содержащей сферические включения с диэлектрической проницаемостью, применяется обычно формула Максвелла-Гарнетта

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \left[ 1 + 3C \left( \frac{\varepsilon_2 + 2\varepsilon_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} - C \right)^{-1} \right] \quad (1)$$

или формула Браггемана

$$C \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon}{\varepsilon_2 + 2\varepsilon} + (1 - C) \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon}{\varepsilon_1 + 2\varepsilon} = 0, \quad (2)$$

где  $C$  - объемная концентрация включений. Формула (1) выводится в предположении, что частица типа "2" в смеси окружена средой типа "1" (матрицей). Такая предпосылка наиболее адекватна случаю, когда частицы типа "2" образуют правильную решетку. Формула (2) получается в предположении, что частица типа "2" в смеси окружена средой с искомой усредненной диэлектрической проницаемостью (принцип самосогласованного поля). Эта предпосылка означает, что в непосредственной близости к отдельной частице типа "2" могут находиться другие частицы этого типа. Такая ситуация имеет место в идеальной смеси частиц двух типов.

Применительно к среде, состоящей из матрицы и включений, указанное предположение наиболее адекватно случаю, когда частицы-включения распределены в матрице не упорядоченно, а хаотически.

Итак, формулы (1) и (2) можно рассматривать как описывающие два крайних случая характера распределения частиц-включений в матрице. В реальных смесях, однако, нет ни абсолютной упорядоченности, ни полного хаоса в распределении включений по объему матрицы. Например, при обычном способе изготовления композиционного материала путем смешивания твердых частиц с жидкой матрицей вязкая жидкость может "укутывать" отдельные частицы слоем некоторой толщины, препятствующим соприкосновению соседних частиц. Таким образом, теория, адекватно описывающая реальные смеси, должна содержать параметр, учитывающий степень их упорядочения.

В высокочастотном электромагнитном поле неоднородная среда, содержащая немагнитные проводящие включения, может иметь отличную от единицы эффективную магнитную проницаемость, то есть, являться искусственным магнетиком, что связано с возникновением внутри включений вихревых токов. Частота "квазимагнитного резонанса" зависит от проводимости и размеров частиц-включений и может быть подобрана соответствующим образом, что делает искусственные магнетики перспективными материалами для техники сверхвысоких частот, в частности, в качестве радиопоглотителей. Однако реальные модели искусственных магнетиков, такие, как структуры с кольцевыми токами, металлизированные микросферы, обладают такими недостатками, как поляризационная зависимость магнитной проницаемости и сложность изготовления. Так, для получения искусственного парамагнетика частицы-включения должны быть покрыты пленкой с комплексным поверхностным сопротивлением резистивно-емкостного характера. Такое сопротивление достигается, например, при островковом строении пленки, обеспечение которого связано с определенными технологическими трудностями. Однако, эффект может возникнуть и в том случае, если частицы-включения покрыты сплошной резистивной пленкой, но обладают высокой комплексной диэлектрической проницаемостью. Этим свойствам могут удовлетворять, например, порошки сегнетоэлектрических солей. Создание такого искусственного магнитного материала является комплексной проблемой, включающей теоретический, технологический и измерительный аспекты.

Цеолиты, как естественные, так и искусственные, представляют собой большую группу каркасных алюмосиликатов. Остов их структуры рыхлый, до 50% его объема составляют полости и каналы. Внутренние каналы и поры в зернах цеолита могут быть заполнены, например, радиопоглощающей жидкостью, после чего путем смешивания частиц цеолита со связующим получается искусственный диэлектрик (композит).

Исследование дисперсии комплексной диэлектрической проницаемости  $\epsilon = \epsilon' + i\epsilon''$  композита на основе порошка цеолита-клиноптилолита, содержащего внутри себя раствор поваренной соли в воде, было проведено экспериментально в диапазоне частот 8,2 - 11,2 ГГц. В качестве связующего использовалась эпоксидная смола, которая также выполняла функцию герметика, изолируя воду внутри зерен цеолита от атмосферы. Размеры цеолитовых зерен составляли 0,05 - 0,1 мм. Объемная концентрация цеолита, определяемая как отношение объема, занимаемого порошком цеолита до его помещения в полимерную матрицу, к объему композита после отвердевания эпоксидной смолы, близка к 40%. Измерения и проводились резонаторным методом на установке, описанной в [13]. Измерения  $\epsilon'$  и  $\epsilon''$  показали, что в зависимости от содержания воды и соли в образцах, их комплексная диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = \epsilon' + i\epsilon''$  может варьироваться в широких пределах:

$$3 \leq \epsilon' \leq 15, \quad 0,3 \leq \epsilon'' \leq 13$$



Возможность варьирования компонент диэлектрической проницаемости композита обеспечивает его использование в радиопоглощающих структурах, например, в качестве материала для согласующего слоя.

По мнению авторов, представляет интерес исследование свойств композитов на основе частиц цеолита и силикагеля, во внутренних каналах которых осаждена металлическая пленка. Такой композит может обеспечить еще более широкий диапазон варьирования диэлектрической проницаемости по сравнению с композитом, содержащим электролит. Кроме того, наличие внутри зерен цеолита множества проводящих контуров указывает на возможность получения квазимагнитного эффекта.

Исследования по указанным перспективным направлениям проводятся в настоящее время на кафедре экспериментальной физики Симферопольского университета.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пономаренко В.И. Проводящая ленточная решетка в квазистатическом поле. // Изв.вузов. Электромеханика. - 1982. - N 5. - С. 518 - 523.
2. Пономаренко В.И., Мирвицкий Д.И. Искусственный диэлектрик с металлизированными магнитодиэлектрическими включениями. // Радиотехника. - 1991. - N 46. - С. 76 - 78.
3. Хлыстов А.С., Тимошенко А.М. Определение диапазонности однослойных ферритовых поглотителей электромагнитных волн по спектру магнитной проницаемости.// Изв. вузов. Физика. - 1987. - N 11. - С. 69 - 73.
4. Пономаренко В.И., Бержанский В.Н., Мирвицкий Д.И. Поглощение электромагнитных волн тонкими многослойными магнитогиrotропными структурами.// Радиотехника и электроника. - 1986. - N 11. - С. 2275 - 2276.
5. Пономаренко В.И., Куприянов И.К., Журавлев С.И. Неотражающая структура на основе резистивной пленки с малой емкостной компонентой проводимости.// Радиотехника и электроника. - 1992. - N 2. - С. 346 - 349.
6. Хлыстов А.С., Пономаренко В.И., Титенко А.Г., Ключай И.Ф. Влияние зазоров между элементами ферритового радиопоглощающего покрытия метрового диапазона на величину коэффициента отражения.// Специальная радиоэлектроника. - 1977. - Вып. 5-6. - С. 56 - 58.
7. Пономаренко В.И., Стадник И.П. Расчет коэффициента отражения электромагнитных волн от клиновидной радиопоглощающей структуры. // Изв. вузов.Электромеханика.-1986.-N 4.-С.9-15.
8. А.с. 1672532 от 23.08.91. Бюл. N 31 ( СССР ). Ферритовый материал / Агафонов М.В., Бержанский В.Н., Покусин Д.Н.
9. А.с. 1709401 от 1 окт. 1991.( СССР ). Композиционный поглощающий материал./ Бержанский В.Н., Пономаренко В.И., Першина Е.Д., Фаерман М.Д.
10. А.с. 1632318 от 29 мая 1989 ( СССР ). Поглотитель электромагнитных волн./ Пономаренко В.И., Куприянов И.К.
11. Пономаренко В.И., Бержанский В.Н., Дзедолик И.В., Кокос В.Л., Васильев Ю.М., Торкунов А.В. Волноводный метод измерения магнитной проницаемости металлов на СВЧ.// Изв. вузов. Радиоэлектроника. - 1989. - N 3. - С. 38 - 40.
12. Пономаренко В.И., Васильев Ю.М. Обратная задача рассеяния в прямоугольном волноводе с магнитогиrotропной пластиной.// Изв. вузов. Радиоэлектроника. - 1989. - N 1. - С. 76 - 78.
13. Бержанский В.Н., Васильев Ю.М., Пономаренко В.И. Автоматизированный измерительный комплекс на основе усовершенствованного панорамного измерителя КСВН и напряжения типа P2 - 61.// Методы и средства измерений электромагнитных характеристик материалов на ВЧ и СВЧ: тезисы докл. VI Всесоюзной науч.-техн. конф. - Новосибирск, 1988. - С. 187.

## ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ФАЗА И ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ЛУЧЕВЫЕ ВИХРИ В МНОГОМОДОВОМ ВОЛОКНЕ \*)

А.В.Воляр, доктор физико-математических наук, профессор,  
академик Нью-Йоркской АН, В.И.Мягков,  
кандидат физико-математических наук, доцент, Т.А.Фадеева

### 1. Введение

Медленное изменение параметров по циклическому закону приводит к появлению экспоненциального множителя  $\Psi$  - функции:

$$\Psi(x_i, \lambda_i, t) \rightarrow \Psi(x_i, \lambda_i + 2\pi, t) \exp\{\pm i \Omega\} \quad (1)$$

Этот вывод, полученный Берри М. [15], а несколько раньше Дираком П. в работе о магнитном монополе [8], недавно нашел широкий отклик среди научной общественности [4,17] и стимулировал разработки фундаментальных разделов физики, касающихся поляризационно-лучевых вихрей [6,9]. Исследования вращения плоскости лучевой траектории света (оптический эффект Магнуса, согласно работе [9], или распространения поляризационно-лучевых вихрей - в соответствии с работой [6]) в конечном итоге показали единую физическую природу двух топологических эффектов: фазы Берри и поляризационно-лучевого вихря. Однако, трактовка этого явления вызвала серьезную дискуссию. В самом деле, согласно работе [16] взаимосвязь топологической фазы Берри локальной волны [12] и поляризационно-лучевого вихря Зельдовичем Б.Я. трактуется как спин-орбитальное взаимодействие фотона в неоднородной среде. Однако, согласно основным принципам квантовой электродинамики, разделение квантовых угловых моментов на орбитальный и собственный для бозонов лишено физического смысла [1,2]. Другой подход, связанный с топологической природой этих явлений, [7] с нашей точки зрения является более продуктивным.

Целью данной работы явилась попытка записать самосогласованную систему уравнений, решения которой отражают взаимосвязь топологической фазы Берри и поляризационно-лучевых вихрей.

### 2. Самосогласованная система уравнений

Рассмотрим некоторую немагнитную оптически прозрачную локально-изотропную среду, характеризующуюся распределением показателя преломления  $n(x, y, z)$ . В общем случае в такой среде лучевая траектория локальной волны не является плоской кривой с координатами  $x(t)$ ,  $y(t)$ ,  $z(t)$ . В пространстве импульсов  $\{P_x, P_y, P_z\}$  единичный вектор, касательный к кривой (1) и установленный в начало координат, опишет некоторую фазовую траекторию  $dx(t)/dt$ ,  $dy(t)/dt$ ,  $dz(t)/dt$ . Если эта кривая циклически изменяется, то в соответствии с [4] осуществим параллельный перенос линейно поляризованного вектора электрического поля  $E$  по замкнутому контуру. Сравнение начального значения вектора  $E_t$  с конечным  $E_{t+T}$  дает рассогласование в ориентации этих линейно поляризованных векторов, равное  $\gamma$ . Согласно Берри [15], это угловое рассогласование и есть топологическая фаза  $\Omega$ . Обозначим через  $U$  единичный электрический вектор волны и запишем для него уравнение параллельного переноса [10]:

$$dU^\alpha/dt = -\Gamma_{\beta\gamma}^\alpha U^\beta (dx^\gamma/dt) \quad (2)$$

где  $\Gamma_{\beta\gamma}^\alpha$  - символ Кронекера второго рода.

Решение уравнения (2)  $U^\alpha(T)$  совместно с начальным условием  $U^\alpha(0)$  определит фазу Берри  $\Omega$ . Поскольку фаза  $\Omega(x^\alpha)$  зависит от пути интегрирования, то она называется неинтегрируемой и неголономной фазой. Решение уравнения (2) можно найти только в том случае, если известна траектория локальной волны  $x^\alpha(t)$ . Эта траектория при известном распределении  $n(x, y, z)$  может быть найдена из уравнения Эйконала [3]. Однако уравнение Эйконала не учитывает вихревого характера траектории, зависящей от начального или текущего состояния поляризации  $U^\alpha(t)$  [6]. В этом смысле уравнение (2) не замкнуто и имеет бесконечное множество решений. Для определения единственности решения (2) необходимо записать второе уравнение, учитывающее поляризационно-лучевой вихрь. Обратимся к вариационному уравнению [13]:

$$\delta \left\{ \int dS \right\} = 0 \quad (3), \quad dS^2 = g_{\mu\nu} dx^\nu dx^\mu \quad (4) \text{ где } g_{\mu\nu} - \text{метрический тензор, } dS - \text{пространственно-временной интервал.}$$

Для фотонов уравнение (3) может быть сведено к принципу Ферма,

$$\delta \left\{ \int n(x, y, z) d\ell \right\} = 0 \quad (5)$$

где  $d\ell$  - элемент дуги лучевой траектории. Однако уравнение (5) определяет "скалярную" лучевую траекторию без учета поляризационного вихря.

Введем волновой вектор локальной волны

$$\beta = 2\pi/\lambda_0 n(x, y, z) k_0, \quad (6)$$

$\lambda_0$  - длина волны в вакууме,  $k_0$  - единичный вектор волнового фронта локальной волны. Исходя из уравнения (5) постулируем, что для локальной волны с волновым вектором  $\beta$  верно вариационное уравнение:

$$\delta \left\{ \int \beta_\alpha dx^\alpha \right\} = 0. \quad (7)$$

Его можно представить в виде

$$\delta \left\{ \int k_z dZ + g_\nu dx^\nu \right\} = 0. \quad (8)$$

Первый член уравнения (8) соответствует "скалярной" части траектории и совпадает в параксиальном приближении  $d\ell \approx dz_c$  с уравнением (5). Вторым член (8) описывает поляризационно-лучевой вихрь, направление вращения которого перпендикулярно направлению "скалярной" части траектории.

Обратимся к работе [11]. Не останавливаясь на некоторых некорректностях в постановке задачи исследований этой работы, отметим, что в многомодовом оптическом волокне вследствие действия топологических законов [5] имеет место полная деполаризация света, поэтому выводы этой работы довольно спорные. Однако, среди множества собственных мод многомодового волокна не испытывают изменения состояния поляризации только фундаментальные моды  $HE_{1m}$  (которые, к сожалению, не принимаются автором во внимание). Если идентифицировать распространение фундаментальной моды  $HE_{1m}$  в одномодовом волокне с локальной волной, распространяющейся вдоль заданного направления, то можно использовать из [11] одно полезное соотношение, касающееся поперечной компоненты волнового вектора:

$$g = -\frac{1}{4} \sigma [\ell_z \times \nabla \ln \{n(x, y, z)\}], \quad (9)$$

где  $\sigma$  - спиральность фотона,  $\ell_z$  - единичный вектор оси  $z$ . Тогда, используя (9), из уравнения (8) получаем:

$$\frac{d^2 \mathbf{x}_v}{dz^2} = \frac{\partial(\ln n)}{\partial \mathbf{x}_i} \Pi_{ij} + \frac{\sigma}{4K} \varepsilon_{v\ell k} \frac{d\mathbf{x}_v}{dz} \frac{d\mathbf{x}_\ell}{dz} \frac{\partial^2(\ln n)}{\partial x_k \partial x_\ell}, \quad (10)$$

где  $\Pi_{ij} = \delta_{ij} - \left(\frac{d\mathbf{x}_i}{dz}\right)\left(\frac{d\mathbf{x}_j}{dz}\right)$ ,

$\delta_{ij}$  - символ Кронекера,  $\varepsilon_{v\ell k}$  - псевдотензор Леви-Чивита. С учетом соотношения между линейной и циркулярной поляризациями

$$\mathbf{U}_\pm = (\mathbf{U}_x + i\sigma \mathbf{U}_y) \quad (11)$$

получаем самосогласованную систему уравнений (2),(10). Эта система описывает взаимосвязь между топологической фазой Берри и поляризационно-лучевым вихрем. Качественный анализ системы (2), (10) показывает: 1. метрический тензор  $\mathbf{g}_{\alpha\beta}$  содержит спиральность  $\sigma$  и, следовательно, поляризационно-лучевые вихри могут существовать не только в неоднородной оптической среде, но и в искривленном физическом пространстве; 2. поскольку уравнения для  $\sigma = +1$  и  $\sigma = -1$  имеют два независимых решения, то возникает топологическое двулучепреломление [7] в неоднородной среде, а поскольку компоненты  $\mathbf{g}_{\alpha\beta}^{+1}$  и  $\mathbf{g}_{\alpha\beta}^{-1}$  вблизи сильных гравитационных потенциалов значительно различаются, то возникает расслоение физического пространства.

### 3. Топологическое двулучепреломление

Рассмотрим распространение линейно поляризованной волны в неоднородной осесимметричной среде с показателем преломления

$$n^2(x, y) = n_0^2 [1 - \alpha(x^2 + y^2)] \quad (12)$$

Ось  $z$  направим вдоль оси неоднородной среды. Пусть локальная волна  $\mathbf{U}(z = 0)$  пересекает ось среды. Тогда в отсутствие поляризационно-лучевого вихря ее траектория будет плоской синусоидальной кривой [12], для которой топологическая фаза Берри равна нулю [4]. Для учета поляризационно-лучевого вихря необходимо решать самосогласованную систему уравнений (2), (10). С учетом начальных условий  $\mathbf{U}(0) = \{\frac{1}{2}; 0\}$  и  $\mathbf{x}_1 = \mathbf{x}_2 = \mathbf{x}_3 = 0$  получаем решения в виде:

$$\begin{aligned} x_1^+ &= A \cos(\alpha t) \cos(\beta t); & x_2^+ &= A \cos(\alpha t) \sin(\beta t); & x_3^+ &= ct \\ x_1^- &= A \cos(\alpha t) \cos(\beta t); & x_2^- &= -A \cos(\alpha t) \sin(\beta t); & x_3^- &= ct \end{aligned} \quad (13)$$

$$x_1 = x, \quad x_2 = y, \quad x_3 = z, \quad (14)$$

где  $A$  - амплитуда траектории,  $\alpha = \pi c / \ell$  - частота геодезической,  $\beta = Xc$ ,  $c$  - скорость распространения вдоль оси  $z$ ,  $X$  - удельное кручение геодезической, и фаза Берри:

$$\Omega^+ = \pi \rho_{\max} \rho_{\min} \mathbf{r} / \ell, \quad (15) \quad \Omega^- = -\Omega^+ \quad (16)$$

$\mathbf{r}$  - радиус-вектор волны,

Таким образом, единичная локальная волна расщепилась на две циркулярно поляризованные волны с  $\sigma = \pm 1$ , распространяющиеся по геликоидальным спиралям с противоположным направлением закручивания  $X$ . Фазовая скорость этих локальных волн определится как

$$\frac{d\mathbf{r}}{dt} = \mathbf{v}^\pm = \frac{\omega}{k \mp \Omega_0}, \quad (17)$$

$\Omega_0 = \pi \rho_{\max} \rho_{\min} / \ell$  - удельная фаза Берри. Таким образом, имеет место топологическое двулучепреломление.

Представим, что локальная волна распространяется в искривленном пространстве вблизи гравитирующего потенциала  $\varphi_r$ . Согласно вышесказанному, можно записать соответственные метрические тензора этого пространства  $g_{\alpha\beta}^{\pm 1}$ , которым будет соответствовать удельная фаза Берри  $\Omega_{0g}$ . Учтем гравитационное смещение частоты [14]:

$$v = v_0(1 - \varphi_r/c), \quad (18)$$

где,  $\varphi_r = \gamma_0 M/R$

$\gamma_0$  - ньютоновская постоянная тяготения,  $M$  - гравитирующая масса,  $R$  - радиус этой массы. Тогда фазовые скорости распространения локальных волн в искривленном пространстве будут:

$$v^{\pm} = \frac{c}{1 \mp \chi_0 \Omega_{0g} (1 - \varphi_r/c^2)}, \chi_0 = \lambda_0/2\pi \quad (\varphi_r = 0 \rightarrow \Omega_{0g} = 0) \quad (19)$$

То есть, вблизи сильно гравитирующих масс происходит расщепление скорости на две скорости:  $v^+ < c$  и  $v^- > c$ , что соответствует двум метрическим тензорам  $g_{\alpha\beta}^{+1}$  и  $g_{\alpha\beta}^{-1}$ . Таким образом, вблизи сильно гравитирующих масс происходит расслоение пространства, скорость света в одном из них  $c^+$ , а в другом -  $c^-$ .

Вернемся к оптически неоднородной среде. Пусть такой средой является оптическое волокно диаметром  $D = 200$  мкм и числовой апертурой 0.25. Для полярного угла локальной волны  $U_c \approx 0.1$  рад получаем величину фазы Берри  $\Omega = \pi/2 \cdot 10^{-2}$  рад, а величина топологического двулучепреломления  $\delta_t = \pi \cdot 10^{-7}$ . Величина этого двулучепреломления сравнима с величиной собственного двулучепреломления волокон, а для специальных типов волокон на порядок величины больше. Полученные теоретические результаты хорошо согласуются с экспериментом по определению топологического двулучепреломления, приведенном в работе [7].

Таким образом, суммируя сказанное, отметим, что физические процессы, ответственные за взаимосвязь топологической фазы Берри и поляризационно-лучевых вихрей в многомодовом градиентном волокне, являются следствием параллельного переноса вектора электрического поля в фазовом пространстве и распространения света по геодезическим в римановом многообразии. Эти процессы описываются самосогласованной системой уравнений (2), (10). Характер физического процесса определяется видом метрического тензора. Метрический тензор единым образом зависит от потенциала поля, создающего риманово многообразие (для многомодового волокна им является квадрат показателя преломления). Следствием определяющей роли метрического тензора в процессах взаимодействия является возникновение поляризационно-лучевых вихрей в искривленном физическом вакууме. Как и в многомодовом волокне, в искривленном вакууме снимается вырождение скорости света и возникает топологическое двулучепреломление.

Авторы благодарны проф. Соскину М.С., проф. Мицаю Ю.Н., проф. Одулову С.Г. за ряд ценных замечаний и обсуждений некоторых результатов работы<sup>1</sup>.

## ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке фонда фундаментальных исследований при ГКНТ Украины.

1. Беденхаун Л., Лаук Дж. Угловой момент в квантовой физике. М.:Наука, 1984, Т.2, С.647.
2. Берестецкий В.Б., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Квантовая электродинамика. М.:Наука, 1989, Т.4, С.723.
3. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.:Наука, 1970, С.463.
4. Винницкий С., Дербов В., Дубовик В., Марковски Б., Степановский Ю. Топологические фазы в квантовой механике и поляризационной оптике. УФН, 1990, Т.160, В.6, С.1.
5. Воляр А.В., Кухтарев Н.В., Лапаева С.Н., Лейфер П.Н. Геометрическая фаза и восстановление поляризации при ОВФ в многомодовом волокне. Письма в ЖТФ, 1991, Т.17, В.13, С.1.
6. Воляр А.В., Лапаева С.Н. Колебательная неустойчивость лучевых траекторий и поляризационных состояний света в многомодовом волокне. Письма в ЖТФ, 1992, Т.18, В.8, С.5.
7. Воляр А.В., Мицай Ю.Н., Мягков В.И., Фадеева Т.А. Взаимодействие топологической фазы Берри и оптического эффекта Магнуса 1. Топологическое двулучепреломление оптических волокон. Письма в ЖТФ, 1994, Т.20, В.3, С.48.
8. Дирак П., Морис А. К созданию квантовой теории поля. Основные статьи 1925-1958 гг. М.:Мир, 1962, С.83.
9. Дугин А.В., Зельдович Б.Я., Кундикова Н.Д., Либерман В.С. Оптический аналог эффекта Магнуса. ЖЭТФ, 1991, Т.100, В.5, С.1474.
10. Перов А.Э. Пространства Эйнштейна. М.:ГИМФЛ, 1961, С.463.
11. Садыков Н.Р. Распространение циркулярно поляризованного света по искривленным траекториям. Квантовая электроника, 1992, Т.19, В.10, С.1021.
12. Снайдер А., Лав Дж. Теория оптических волноводов. М.: Радио и связь, 1987, С.655.
13. Швардшильд К. О гравитационном поле точечной массы в эйнштейновской теории. В сб. Альберт Эйнштейн и теория гравитации. М.:Москва, 1979, С.199.
14. Эйнштейн А. О специальной и общей теории относительности. Собрание научных трудов. М.:Наука, 1965, Т.1, С.45.
15. Berry M. Quantum phase factors accompanying adiabatic changes. Pros. R. Soc. Lund., 1984, A-392, P.40.
16. Liberman V.S., Zeldovich B.Ya. Spin-orbit interaction of a photon in a inhomogeneous medium. Phys.Rev.A, 1992, V.46, N 8, P.5199.
17. Tomito A., Cioa R. Observation of Berry's topological phase by use of an optical fiber. Phys.Rev.Lett., 1986, V.57, N 8, P.937.

## АДАПТАЦИОННЫЕ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА, ИНДУЦИРОВАННЫЕ ДЕЙСТВИЕМ СЛАБЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ КРАЙНЕ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ (КНЧ)

В.Г.Сидякин, А.М.Сташков, Н.П.Янова

*Кафедра физиологии человека и животных и биофизики*

Коллективом кафедры проведены комплексные исследования динамики формирования и реализации условных рефлексов, зоосоциального поведения, пространственно-моторной асимметрии поведенческих реакций животных, импульсной активности нейронов и ЭЭГ-ритмов коры больших полушарий головного мозга и подкорковых ядер, моноаминергических механизмов ствола мозга в связи с экспериментальным воздействием слабых КНЧ и естественных электромагнитных излучений [10,11,19,24,25,26]. Детально изучены изменения белкового, липидного и ионного обменов, ферментативной активности, перекисного окисления липидов, катехоламинов, структурно-функциональных перестроек в клетках, тканях, органах и системах мышей, крыс, голубей, кроликов и кошек, их реактивности, радиочувствительности и радиорезистентности [5,8,14,15].

Основная задача данной работы — теоретическое обобщение полученных результатов. Магнитные поля являются физическими агентами, оказывающими выраженное влияние на структуру и функции биосистем. Поэтому необходима их общая характеристика как раздражителей и вызываемых ими реакций в свете законов раздражения классической физиологии.

Как известно, магнитные поля оказывают общее проникающее влияние на клетки, ткани и органы, минуя эволюционно приобретенные специализированные нервные рецепторные аппараты, и вызывают во всем организме диффузно локализованные местные функциональные изменения, которые затем опосредуются рефлекторно-гуморальными механизмами регуляции физиологических процессов через специализированные афферентные системы реагирования на действие биологически значимых факторов внешней и внутренней среды.

Современное состояние исследований, касающихся первичных физических, физико-химических и биохимических аспектов биологического действия магнитных полей на субклеточном и клеточном уровнях, освещаются в ряде работ [5,8,14,15]. Результаты этих исследований свидетельствуют, что в самом объеме живого вещества, независимо от его структурной и функциональной организации, существуют первичные элементарные пространственно локализованные субклеточные компоненты, обладающие магниточувствительностью и магнитовосприимчивостью.

При анализе данных, которые касаются физических свойств слабых ПемП КНЧ и особенностей вызываемых ими реакций, возникает ряд принципиальных вопросов исключительной важности. В частности, может ли воспринимающий (рецепторный) аппарат нервной системы и, следовательно, рефлекторный механизм быть исходным, первичным пусковым звеном в возникновении и развитии функциональных изменений в организме на всех его структурных уровнях? Следует ли этот вопрос рассматривать не на основе отдельных или случайных искусственно или естественно вызываемых эффектов, а в свете закономерной приспособительной деятельности организма в процессе эволюции и в реальных условиях его существования при перманентном действии слабых ПемП КНЧ, как неотъемлемого глобального экологического фактора внешней среды? Какие другие фундаментальные физиологические механизмы реагирования нервной системы и возбудимых образований вовлекаются в реакции на действие этого физического фактора?

Теоретическому рассмотрению этих вопросов целесообразно предпослать физиологическую характеристику особенностей реакций, вызываемых слабыми ПемП КНЧ.

Слабые ПемП КНЧ при сравнительно низком уровне интенсивности и градиента раздражения вызывают комплекс функциональных изменений во всем организме при условии длительного применения указанного раздражителя. Например, закономерные изменения условнорефлекторной деятельности, наблюдаются только после 3-часового применения слабых ПемП КНЧ частотой 8,12 Гц интенсивностью 5100 нТл [10-12]. В качестве иллюстрации можно привести и расчеты, которые не претендуют на точность, но правильно отражают принципиальную сторону событий, возникающих при действии обычных раздражителей, в том числе и слабых ПемП КНЧ: деполяризация мембраны гигантского аксона кальмара не до-

стигает критического уровня при действии коротких (0.01 мс) стимулов подпороговой силы, а при силе этого же стимула величиной 6.23 мА/сек возникает потенциал действия. При этом эквивалентная энергия порогового стимула будет соответствовать примерно величине 10 Дж.

Слабые ПемП КНЧ находятся в диапазоне частот  $3 \cdot 10^{-3} : 3 \cdot 10^{+1}$  Гц и энергия раздражающего действия, которая приходится на долю  $E(\text{ПемП КНЧ})$  по отношению к пороговой  $E(\text{кТ})$  одиночного стимула в пределах указанных частот, составляет приблизительно  $4.5 \cdot 10^{-16} : 4.5 \cdot 10^{-9}$ . При этом в течение трехчасовой экспозиции организма в слабом ПемП КНЧ общая энергия, передаваемая объекту, примерно составляет  $1.08 \cdot 10^{-9}$  эрг. Отсюда следует, что за отрезок времени, соответствующий пороговому стимулу обычных физиологических параметров, доля энергии, сообщаемая объекту слабым ПемП КНЧ, составляет ничтожную величину, а градиент нарастания его интенсивности во времени будет бесконечно низким по отношению к критическому наклону [11]. Это исключает возможность возникновения распространяющегося возбуждения в результате суммации квантов энергии данного физического агента за период применения ПемП КНЧ. Хотя и суммарная энергия, передаваемая объекту за указанное время, будет соответствовать эквивалентной пороговой величине обычного стимула, равной 10 Дж. Таким образом, слабые ПемП КНЧ могут вызывать лишь градуальные субпороговые местные функциональные изменения в клетках и тканях всего организма, создающие общий функциональный фон, на котором осуществляются текущие импульсные реакции при действии раздражителей внешней и внутренней среды организма.

Изученные реакции характеризуются большой длительностью латентного периода и значительным последствием. Известно, что скрытое время ЭЭГ-реакция на применение магнитного поля при его напряженности, которая значительно выше, чем исследуемые слабые ПемП КНЧ, находились у кроликов в пределах 20-40 секунд [20,21]. Нарушение условных рефлексов после разового применения слабых ПемП КНЧ продолжается в течение 4-х-6-ти дней [2,10,24,25,26].

Отсюда вытекает, что влияние ПемП на организм может быть реализовано лишь путем длительной суммации во времени вызываемых им местных эффектов. Функциональные же изменения в организме носят гетерогенный характер, что проявляется в сложном переплетении процессов, в которых величина одних исследуемых показателей в той или иной степени возрастает, других - снижается в пределах свойственных норме [4,10,14,15,26]. Динамика функциональных изменений в организме, индуцированных слабыми ПемП КНЧ, имеет периодическое волнообразное течение. Причем, периодичность, фазовость их развития значительно более растянута во времени, чем при суточном ритме физиологических процессов в условиях нормы.

Слабые ПемП КНЧ изменяют возбудимость нервной системы, клеток, тканей и органов, а, следовательно, их реактивность, что составляет физиологическую основу модификации реакций на текущее воздействие среды. В работах сотрудников проблемной лаборатории и кафедры доказано выраженное модифицирующее влияние слабых ПемП КНЧ на радиочувствительность и устойчивость животных к гипокинезии, что проявляется в повышении общей радиорезистентности при действии летальных доз ионизирующих излучений и ограничения их подвижности [5,15].

Получены убедительные данные и о развитии выраженной реакции аноксимической гипоксии под влиянием слабого ПемП КНЧ, интенсивность которой возрастает по мере многократного применения этого агента. При данных условиях происходит постепенное снижение эффективности физиологического действия самого ПемП КНЧ и реактивное повышение общей резистентности организма по показателям радиорезистентности как выражение процесса адаптации. Сходную последовательность изменений наблюдали в динамике формирования и реализации условных рефлексов. Вслед за начальным торможением ответной реакции на условные сигналы происходило постепенное их восстановление [10,26]. В данном случае не исключено некоторое влияние отмеченной формы гипоксии на торможение условных рефлексов.

Общетеоретический подход к проблемам магнитофизиологии нашел отражение в работах ряда исследователей. Наиболее целостной и привлекающей внимание признаются теоретические взгляды Л.Х.Гаркави и сотр.(1977), которые считают, что в ответ на действие различных по природе раздражителей, в том числе и магнитных полей, в организме развиваются физиологические адаптационные реакции: тренировки - на действие слабых раздражителей и



реакция активации на действие раздражителей средней силы. Эти два типа ответной реакции вместе с открытой ранее Г.Селье (1952) стресс-реакцией на действие чрезвычайных раздражителей составляют триаду общих неспецифических адаптационных реакций. Каждая из этих реакций протекает стадийно и имеет свой типичный комплекс изменений в организме, который определяет уровень и характер резистентности.

Результаты собственных исследований во многом согласуются с фактами, которые общены этими авторами с использованием нетрадиционных физиологических терминов и понятий.

Заслуживает также внимания гипотеза Симонова (1962) о превентивном торможении, как об универсальном принципе реагирования живых систем на слабые раздражители, особенно в той ее части, где речь идет о защитно-компенсаторном, профилактическом генезе данной формы угнетения внешней деятельности реагируемой системы.

Компенсаторная ликвидация сдвигов, возникающих в реагирующем субстрате в период его возбуждения, представляет совершенно необходимое условие сохранения способности к дальнейшему реагированию. В этом отношении нервная клетка представляет маленькую гомеостатическую систему с противоположно действующими механизмами возбуждения и торможения, причем именно последнее создает условия для реализации восстановительных процессов. Автор усматривает в этом огромный биологический смысл в предшествовании компенсации энергетическим тратам при действии слабых стимуляций. Механизмы превентивного торможения обладают реактивностью (тормозностью) и профилактически включаются до того, как их деятельность станет жизненной необходимостью для сохранения нормального состояния нервных структур. Энергетический потенциал реагирующей системы возрастает, а ее способность развивать возбуждение увеличивается. С другой стороны, блокируя действие слабых раздражителей, к которым относятся и ПемП КНЧ, в пользу более сильных, превентивное торможение обеспечивает элементарный анализ, дифференцировку влияний внешней среды.

Представляется возможным еще один вариант объяснения причин торможения условно-рефлекторной деятельности животных под влиянием слабого ПемП КНЧ. Доказано, что наиболее выраженные начальные проявления торможения условных рефлексов обнаруживаются в увеличении числа ошибочных движений [2,10,26]. В результате суммации низколабильных субпороговых эффектов изменения возбудимости по ходу действия данного раздражителя и в последствии условный сигнал может вызывать не распространяющееся возбуждение, а диффузные местные субпороговые неспецифические реакции, которые рассеиваются по всей массе нейронов коры головного мозга. Таким путем снижается вероятность распространения афферентных импульсов по специфическим нервным связям дуги условного рефлекса. Поэтому условный раздражитель частично или полностью утрачивает свое сигнальное значение на фоне такого неспецифического функционального состояния ЦНС.

Не исключено, что изменения, вызываемые в высших отделах головного мозга слабым ПемП КНЧ нарушают саму функциональную связь между условными и безусловными компонентами рефлекса. Низколабильные локальные эффекты данного агента становятся наиболее функционально значимыми с точки зрения блокирования и, следовательно, нарушения условий и возможностей осуществления рефлекторной деятельности. Результаты собственных исследований и анализ литературных данных свидетельствуют о реальной возможности такого механизма торможения условных рефлексов на фоне функциональных изменений, обусловленных воздействием слабого ПемП КНЧ.

На основании приведенных фактов представляется важным, что именно низкая лабильность развития местных субпороговых эффектов приобретает определяющее значение в характере конечных результатов процесса суммации, обусловленного особенностями данного раздражителя и вызываемого им раздражительного процесса. Поэтому основное первичное реагирование ЦНС на применение данного агента состоит в медленной скорости суммации указанных эффектов в синаптических и других структурах нервной системы, при которой становится невозможным достижение критического уровня для генерации распространяющихся нервных импульсов. По ходу развития процесса адаптации низколабильные субпороговые реакции местного типа резко ограничиваются и сглаживаются, сменяясь импульсными реакциями, при которых градиент нарастания интенсивности субпороговых изменений в синаптических структурах ЦНС достигает критического уровня для генерации потенциалов возбуждения.

Именно поэтому, например, происходит восстановление сигнального значения условных раздражителей и соответствующих условных рефлексов.

Итак, собственные результаты исследования дают основание считать, что в зависимости от особенностей раздражающего действия слабого ПемП КНЧ в структуре системной реакции первично появляются функционально значимые компоненты неспецифического торможения диффузного типа. Это препятствует развитию медленной суммации низколабильных локальных субпороговых изменений в ЦНС до уровня генерализованной реакции возбуждения и необратимой дезадаптации.

При этом непосредственное действие данного агента не может быть пусковым для возникновения системных специализированных рефлекторных реакций, основанных на генерации нервных импульсов в ЦНС. ПемП КНЧ лишь влияет на степень возбудимости при участии торможения, что изменяет динамику основных нервных процессов бодрствующего животного и в конечном итоге способствует развитию адаптации.

Таким образом, основным исходным механизмом физиологического действия ПемП КНЧ является медленная суммация квантов ее энергии при указанной субпороговой интенсивности и низком градиенте раздражения нервной системы. Причем существенная сторона процесса суммации состоит в медленном накоплении местных субпороговых неспецифических изменений в ЦНС. Одним из характерных свойств реакций ЦНС является начальное развитие торможения и последующая адаптация к результатам действия данного агента. Это выражается в замедлении ЭЭГ-ритмов, ослаблении или торможении импульсной активности популяций нейронов в зависимости от их локализации в коре и подкорковых образованиях, нарушении условнорефлекторной деятельности, повышении порога возбудимости двигательных рефлексов при раздражении соответствующих рефлексогенных зон [10,14,15].

Анализ результатов собственных исследований позволяет схематически описать общую картину развития функциональных изменений в организме животных применительно к действию слабых ПемП КНЧ (рис.1). Тотальное проникающее воздействие слабого ПемП КНЧ вызывает разнообразные процессы и реакции на двух условно обозначенных общих функциональных уровнях организма: структурно-метаболическом (физико-химическом и биохимическом в клетках и тканях) и системном (рефлекторно-гуморальном уровне регуляции физиологических функций организма).

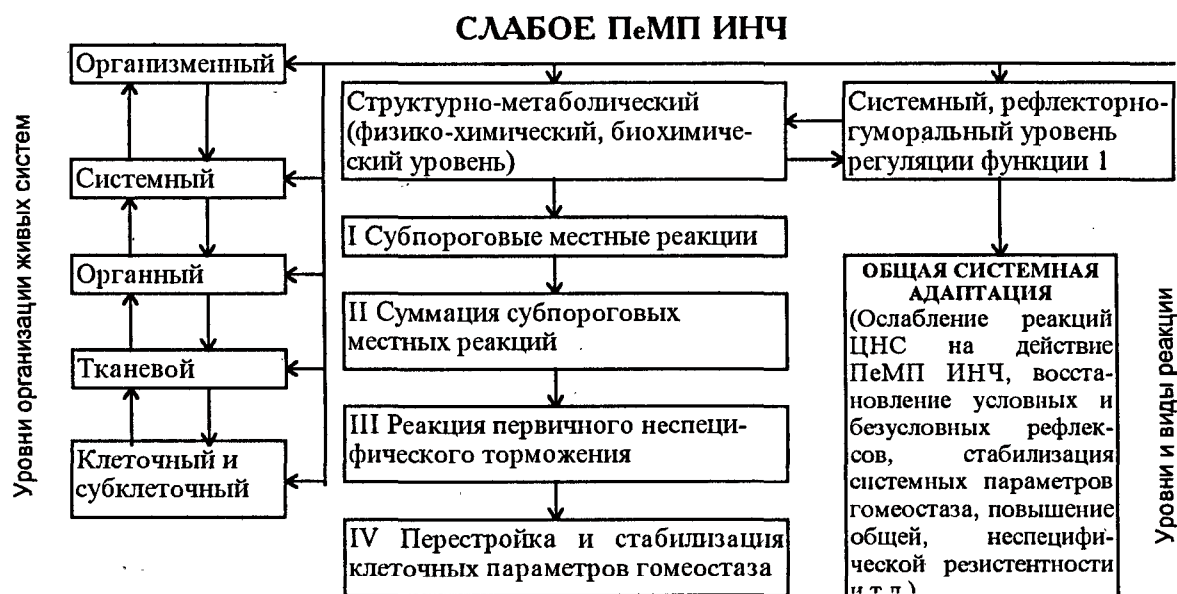


Рис. 1 Принципиальная схема уровней реагирования и взаимосвязи различных реакций на действие слабых ПемП ИНЧ

Литературные данные и результаты исследований сотрудников кафедры указывают на характер и механизмы первичных элементарных процессов, вызываемых общим неспецифическим влиянием слабого ПемП КНЧ на субклеточном и клеточном уровнях. В совокупности они образуют структурно-метаболический уровень реагирования организма при действии этого

агента на первом этапе возникновения субпороговых местных функциональных изменений. При продолжении действия слабого ПемП КНЧ происходит суммация местных эффектов, приуроченных к разнообразным структурам клеток и тканей. Этим определяется количественная и качественная сторона функциональных изменений, при которых происходит постепенное волнообразное накопление до определенной величины действия неспецифического механизма суммации низколабильных субпороговых изменений на всех уровнях организма. Однако в своем конечном выражении они не превышают верхних и нижних границ нормы в общей картине активации и торможения процессов, характеризующих особое (внешне скрытое) состояние покоя.

Функциональные изменения, связанные с начальной перестройкой параметров гомеостаза, проявляются в состоянии белкового, липидного и ионного обменов, активации ряда ферментов, секреции катехоламинов, повышении уровня перекисного окисления липидов, реактивных изменениях микроструктуры нейронов и тучных клеток, усилении фагоцитарной активности лейкоцитов, неспецифическом повышении резистентности в других процессах защитно-приспособительного характера [4,5,8,13,16,17,18]. В комплексе это составляет первичную неспецифическую основу изменений реактивности организма, на которой происходит модификация реакций на действие текущих раздражителей.

На заключительных этапах общей неспецифической адаптационной реакции организма, обусловленного слабым ПемП КНЧ, на первый план выступала регулирующая роль системных приспособительных процессов рефлекторного происхождения, а доминирующее влияние функциональных сдвигов процессами суммации и торможения, присущих структурно-метаболическому уровню, сглаживается. В связи с этим на стадии общей системной адаптации обнаруживалось умеренное понижение магниточувствительности, активация механизма синхронной работы мозга, восстановление уровня импульсной активности нейронов, условных рефлексов и повышение общей неспецифической резистентности организма [5,13,14,15,16].

Такова общая, на наш взгляд, картина последовательно развивающихся реакций организма на действие слабых ПемП КНЧ.

Было бы недостаточным ограничиться теоретическим анализом рассмотренных фактов, упустив из виду способность самого организма коррегировать действие ПемП КНЧ в зависимости от индивидуальных особенностей функционального состояния организма в определенные периоды времени. Результаты исследований сотрудников кафедры свидетельствуют, что у некоторых животных после 3-х часового воздействия слабым ПемП КНЧ регистрировали реакцию десинхронизации ЭЭГ [12,19]. Для объяснения этого факта возможны разные подходы. Известно, что нейроны ретикулярной формации и вставочные нейроны других образований ствола мозга имеют сравнительно низкий порог раздражения и склонны к длительной спонтанной ритмической активности. При наличии особых индивидуальных особенностей функционального состояния центральной нервной системы действие слабого ПемП КНЧ вызывает у отдельных животных указанный эффект, который непосредственно характеризует не действие самого поля, а исходную реактивность организма, при которой скорость (градиент) процесса суммации выше обычного для действия ПемП КНЧ.

В связи с этим хотелось бы обратить внимание на результаты собственных клинических наблюдений, в которых установлено, что при повышении солнечной активности наблюдается обострение симптомов психических расстройств у больных, что указывает на повышение чувствительности центральной нервной системы к действию магнитного поля [10,11]. Это не единичные примеры, позволяющие утверждать, что определенные центры головного мозга человека при патологическом состоянии их реактивности отвечают на действие магнитных полей по принципу патологической доминанты.

В заключении хотелось бы подчеркнуть, что наша попытка теоретического обобщения имеющихся данных по биологическому действию слабых ПемП КНЧ с позиций основных физиологических закономерностей реагирования организма на биологически значимые агенты внешней среды может быть достаточно полезной, особенно с учетом того, что слабое ПемП КНЧ является существенным экологическим фактором внешней Среды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса - М.: Медицина, 1968, - 546с.
2. Архангельская Е.В. Динамика высшей нервной деятельности крыс на фоне гелиогеофизических флуктуаций //Автореф.дисс....канд. биол.наук. - Симферополь, 1992.- 24с.
3. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма - Ростов-на-Дону: Изд.Ростовск.ун-та, 1977.-120с.
4. Евстафьева Е.В. Коррекция показателей липидного обмена и системы крови слабым переменным магнитным полем инфранизкой частоты у животных в условиях гипокинезии - Л.: Институт физиологии им.И.П.Павлова АН СССР, 1985.- 20с.
5. Копылов А.Н. Модифицирующее влияние слабых переменных магнитных полей на некоторые показатели функционального состояния и радиорезистентность животных. Автореф. дисс.... канд.биол.наук. - Пуцдино: Институт биолог. физики АН СССР, 1984.- 19 с.
6. Латманнизова Л.В. Лекции по физиологии нервной системы - М.: Высшая школа,1968. - 219 с.
7. Макеев В.Б. Экспериментальное исследование действия электромагнитных полей на систему крови животных - Автореф. дисс.... канд.биол.наук. - Симферополь: СГУ, 1979.- 20с.
8. Михайлов А.В. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии. - Автореф. дисс... канд. мед. наук. - Симферополь: Крым. медицинститут, 1986.- 20с.
9. Павлович С.А. Магниточувствительность и магнитовосприимчивость микроорганизмов - Минск: Беларусь, 1981. - 172с.
10. Сидякин В.Г. Влияние глобальных экологических факторов на нервную систему - Киев: Наукова думка, 1986.- 160с.
11. Сидякин В.Г. Реакция нервной системы человека и животных на воздействие среднечастотных ЭМП естественного и искусственного происхождения //Автореф.дисс....докт.биол.наук. -Л.-1989.- 36с.
12. Сидякин В.Г., Орлова Т.В., Куличенко А.М., Павленко В.Б. Изменение активности нейронов ассоциативной коры, связанной с планированием движений под действием ПемП КНЧ. //Сб. науч. ст. к 130-летию со дня рожд. В.И. Вернадского "Движение к ноосфере: теоретические и региональные проблемы", Симф., 1993, С.101-105.
13. Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А., Макеев В.Б., Владимирский Б.М. Космическая экология. - Киев: Наукова думка, 1985. - 176с.
14. Сташков А.М. Механизмы нейроэндокринных влияний при радиационном воздействии и химической защите - Автореф. дисс. ... докт.биол.наук. Л.: Военно-медицинск. Академии им.С.М.Кирова, 1967. - 24с.
15. Сташков А.М., Копылов А.Н., Тихончук И.М. Изменение биоэлектрической активности в коре и гипоталамусе под влиянием переменного магнитного поля инфранизкой частоты и рентгеновского облучения //Функциональные и структурные основы регуляции мышечной и висцеральной систем - УкрНИИТИ, N1992, УК-84, Деп, 1984.- С.26-34.
16. Темурьянц Н.А., Евстафьева Е.В., Макеев В.Б. Коррекция липидного обмена у крыс с ограниченной подвижностью переменным магнитным полем инфранизкой частоты //Биофизика.-1985.- Т.30, вып.2. - С.313-316.
17. Темурьянц Н.А., Сидякин В.Г., Сташков А.М., Мельниченко Е.В., Коренюк И.И. Влияние геомагнитных возмущений на вызванную активность нейронов моторной коры //Адаптация человека к климато-географическим условиям и первичная профилактика: Тез.докл.IV Всесоюзн.конф., - Новосибирск: Наука, 1986.- 25с.
18. Темурьянц Н.А., Владимирский Б.М., Тишкин О.Г. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире - Киев, Наукова Думка, 1992.- 187с.
19. Хитрова-Орлова Т.В., Сидякин В.Г., Куличенко А.М., Павленко В.Б. Опережающая активность нейронов теменной ассоциативной коры кошки при разных видах произвольных движений. //Физиологический журнал, 1994. -Принято в печать.
20. Холодов Ю.А., Шишло М.А. Электромагнитные поля в нейрофизиологии - М.: Наука, 1979.- 168с.
21. Холодов Ю.А., Козлов А.Н., Горбач А.М. Магнитные поля биологических объектов - М.: Наука, 1987. - 144с.
22. Ходоров Б.И. Проблема возбудимости - Л.: Медицина, 1967.-301с.
23. Ходоров Б.И. Электрическая возбудимость нервного волокна //Общая физиология нервной системы (редактор В.Н.Черниговский) - Л.: Наука, 1979. - С.41-104.
24. Чемоданова М.А. Влияние комплекса факторов внешней Среды на зоосоциальное поведение крыс. - Автореф.дисс....канд.биол.наук. - Симферополь, 1994.- 27с.
25. Шумилина К.А. Пространственно-моторная асимметрия в поведенческих реакциях крыс. Автореф. дисс....канд.биол.наук. -Симферополь, 1994.- 24с.
26. Янова Н.П. Влияние неионизирующих излучений на условно-рефлекторную деятельность животных - Автореф. дисс. ... канд.биол. наук. М.: Институт ВНД и нейрофизиологии АН СССР, 1986.- 19с.

## РЕГУЛЯЦИЯ ЭКЗОГЕННЫМ ЦИТОКИНИНОМ АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ У РАСТЕНИЙ

Блохин В.Г.

В стратегии адаптации у растений к неблагоприятным условиям выделяют генетическую или эволюционную адаптацию, формирующуюся в онтогенезе под действием неблагоприятного фактора и адаптацию, обеспечивающую выживание от внезапного действия фактора высокой интенсивности [11]. При внезапном воздействии неблагоприятной температуры включается быстрый физиолого-биохимический механизм, процессы которого изменяются согласно законам термодинамики [24]. При более длительном действии неблагоприятного фактора включается главный, достаточно медленный молекулярно-генетический механизм регуляции, связанный с активацией и репрессией генов [11,20].

В регуляции адаптивных реакций в клетке важное место занимают фитогормоны. Ответ на гормональный сигнал относится к быстрым механизмам регуляции адаптации и осуществляется через специфические рецепторы, которые находятся в различных компартментах клетки и на мембране [19]. Образуется гормонрецепторный комплекс, который оказывает влияние на мембраны и геном [13]. В мембране происходят структурные изменения в липидном и белковом [8] составе под влиянием условий окружающей среды и экзогенных фитогормонов. Эти изменения быстро доходят по цитоскелету в ядро [22], соответствующие области хроматина, в котором находятся в преактивном состоянии, а в промоторной гиперчувствительной зоне генов стрессовых белков не имеется интронов [13,16]. Это обеспечивает быструю скорость ответной реакции на неблагоприятный фактор или гормон с синтезом или репрессией соответствующих белков [5].

Местом первичного действия фитогормона в растении является плазмалемма, где происходят гормониндуцированные изменения в структурной организации, которые приводят к усилению параметрических показателей в клетке (катионов, рН) в результате усиления транспортных функций [17].

На нормальном калиевом фоне экзогенный цитокинин в неблагоприятных условиях роста вызывает быструю гиперполяризацию мембраны [26], увеличивает активность Н - АТФазы плазмалеммы [1,9], увеличивает количество сульфо- и фосфолипидов мембран и насыщенность их жирнокислотного состава, как индикаторов устойчивости растений к неблагоприятным условиям Среды [14]. Эти изменения в составе липидов под действием фитогормона снимают экзосмос электролитов в раствор при охлаждении [3].

В ядре гормонрецепторный комплекс влияет на матричную активность хроматина, стимулирует ядерные РНК-полимеразы и синтез всех видов РНК и белка в клетке [12,13].

В условиях экстремальных температур цитокинин продолжает стимулировать различные физиолого-биохимические процессы, в том числе и связанные с адаптацией [22]. Цитокинин в стрессовых условиях также увеличивает содержание углеводов [4,23], свободных аминокислот и особенно пролина [2].

Целью данной работы было продолжение изучения механизмов регуляции цитокинином некоторых физиолого-биохимических процессов у растений в нормальных и экстремальных условиях роста. опыты проводили на кафедре физиологии и биотехнологии. Растения выращивали в лабораторно-вегетационном опыте в водной культуре с добавлением цитокинина (6-БАП) (опыт) в концентрации 5-10 мкг/л и без него (контроль). Неблагоприятные условия создавали путем помещения растений в инкубационный раствор в стакане, содержащий 1мМ КС1 и 0,1 мМ Са и выдерживали 4 часа при температуре 5<sup>0</sup>С (холод), 40<sup>0</sup>С (жара) и с

добавлением маннита 0,8М (засуха). Исследования проводили по общепринятым в физиологии растений и биохимии методам на стандартных лабораторных приборах отечественного производства [6,15]. Повторность анализов 3-6-кратная, цифровой материал обработан методом условных отклонений для малых выборок и среднее статистическое значение со стандартной ошибкой приводится в таблицах. В растениях определяли активность ферментов фенилаланинаминиакилазы, кислой фосфатазы, аскорбатоксидазы, глицеролатоксидазы, пероксидазы, глутаматдегидрогеназы, аспаратаминотрансферазы, поглощение калия, ортофосфата, нитратов корнями растений, выделение калия и нингидринпозитивных веществ корнями растений, измеряли электропроводность инкубационного раствора, определяли катионную и анионную адсорбционную емкость тканей, количество фенолов и биоэлектрическую реакцию листьев на термоимпульс.

Из приведенных данных в табл.1 видно, что в нормальных условиях роста растений экзогенный цитокинин в малых концентрациях и в очень узком диапазоне оказывает стимулирующее действие на активность ряда ферментов. Он повышает в листьях тыквы активность фенилаланинаминиакилазы, результатом деятельности которой явилось повышение содержания фенолов, выполняющих защитную роль в неблагоприятных условиях [18]. Увеличивалась активность кислой фосфатазы за счет изменения ее изоферментного спектра, способствуя благоприятному обмену фосфорных соединений в клетке. Цитокинин стимулирует также аскорбатоксидазу у кукурузы, поддерживает общий редуцирующий уровень в метаболизме клетки.

С увеличением функции глицеролатоксидазы в фотодыхании под влиянием фитогормона сопряжен биосинтез хлорофилла [10], для которого необходим глицин, образующийся из глицилата в реакции переаминирования. В результате увеличивается содержание хлорофилла в листьях. Стимуляция цитокинином фотодыхания увеличивает также активность пероксидазы, которая устраняет ядовитую  $H_2O_2$ , образующуюся при окислении глицеролатоксидазой в пероксисомах. У пероксидазы, по нашим данным, повышается и окислительная функция с флороглюцином под действием экзогенного цитокинина. При этом фитогормон в листьях индуцировал появление новой электрофоретической фракции, по сравнению с контролем, в листьях которого обнаружены две изоформы.

Цитокинин стимулирует также активность ферментов азотного метаболизма, повышая функцию глутаматдегидрогеназы и аспаратаминотрансферазы. При этом активность последней возрастает в несколько раз по сравнению с необработанными фитогормоном растениями.

Существенные изменения вызывает цитокинин в проницаемости мембран клеток корня, связанной с активностью  $H^+$ -АТФазы [1,7], активность которой повышается [9], выброс протонов увеличивается. Это обуславливает повышение поглощения калия, ортофосфата и нитратов корнями растений через сутки после внесения фитогормона в питательный раствор.

Структурно-функциональные изменения в мембранах плазмалеммы под влиянием цитокинина [14] оказались благоприятными в условиях действия на вегетирующие растения стрессовых температур и водного дефицита (табл.2).

Фитогормон, как видно из таблицы, снижает экзосмос электролитов (калия и нингидринпозитивных веществ-НПВ) растениями огурцов и кукурузы, уменьшается электропроводность инкубационного раствора при действии холода, жары и засухи. В этих условиях, как отмечалось выше, возрастает активность ферментов каталазы и пероксидазы. В наших опытах активность пероксидазы возросла под действием цитокинина в 1,5 раза в листьях и на 25% в корнях кукурузы.

Таблица 1

**Влияние цитокинина на некоторые физиолого-биохимические показатели  
в нормальных условиях роста растений**

Показатели	Вариант		
	контроль	цитокинин	% к контр
1	2	3	4
Фенилаланинаммиаклаза, мкг коричной кислоты на мг белка	13,3+-0,1	23,5+-0,4	177
Фенолы, мкг/г сырых листьев общие	457,5+-12,3	779,0+-15,2	164
феруловая кислота	9,5+-0,3	55,1+-0,7	580
нарингенин	9,9+-0,4	11,6+-0,6	117
Кислая фосфатаза, мкМ на мг белка корней кукурузы	1,2+-0,05	2,7+-0,04	226
Аскорбатоксидаза кукурузы, отн. ед. в корнях через 48ч.	5,7+-0,5	5,4+-0,2	146
в листьях через 72ч.	2,8+-0,2	6,3+-0,7	227
Гликолатоксидаза, отн. ед. в листьях кукурузы	6,7+-0,5	10,0+-0,3	148
Хлорофилл а+в, мг/г в листьях ячменя	1,46+-0,04	1,91+-0,02	131
Пероксидаза, отн. ед. кукурузы в корнях	32,9+-1,5	43,7+-1,1	133
с бензидином в листьях	4,3+-0,3	7,6+-0,2	177
Пероксидаза с флороглюцином, отн. ед. в корнях	3,7+-0,7	6,8+-0,3	183
в листьях	5,9+-0,1	11,6+-0,7	196
H <sup>+</sup> -АТФаза, Р <sub>и</sub> мкг на мг белка в корнях	6,0+-0,1	11,0+-0,2	183
Глутаматдегидрогеназа корней кукурузы, мг формазана на 1г	11,7+-2,0	39,4+-4,0	336
Аспаратаминотрансфераза, мкг пирувата на мг белка корней	24,5+-1,2	132,6+-1,6	541
Поглощение ионов, мкг/см <sup>3</sup> корня гороха калий	98,1+-4,8	133,1+-3,7	136
фосфор	24,5+-1,2	78,9+-5,4	322
кукурузы нитраты, мкМ	79,5+-3,0	85,1+-0,7	107
КОЕ, мк*эquiv/100г сухой массы корня	46,9+-1,5	56,0+-2,2	119
стебель	45,6+-1,5	52,6+-1,2	115
листья	41,9+-1,2	32,9+-2,7	78
АОЕ в тех же ед. корня	11,1+-1,2	14,3+-1,1	128
стебель	9,0+-1,0	12,8+-0,6	142
листья	12,9+-1,2	11,1+-1,2	86

Таблица 2

**Влияние цитокинина на некоторые физиолого-биохимические  
процессы в неблагоприятных условиях роста**

Показатели	Условия	Вариант		
		контроль	цитокинин	% к контр
1	2	3	4	5
Экзосмос калия мк*эquiv на 1г корней огурца	холод (4 <sup>0</sup> С 4ч)	355.4 ± 1.3	329.2 ± 2.7	93
корни кукурузы	жара (40 <sup>0</sup> С 4ч)	64.5 ± 2.0	35.6 ± 0.4	55
	засуха (0.8 М)	60.2 ± 1.0	11.2 ± 0.2	19
Выделение НРВ	холод	95.6 ± 1.3	57.5 ± 2.5	60
мк*эquiv на 1г корней огурца	жара	16.0 ± 0.4	14.9 ± 0.2	93
	кукуруза засуха	22.0 ± 0.4	19.3 ± 0.3	88
Электропроводность растворов Ом <sup>-1</sup>	жара	9.1 ± 1.1	1.6 ± 0.3	18
	засуха	4.9 ± 0.4	0.3 ± 0.1	6
Пероксидаза с бензидином	жара	183.77 ± 2.1	227.4 ± 4.1	124
	корни кукуруза засуха	256.3 ± 3.0	320.8 ± 5.3	125
листья	жара	14.3 ± 0.1	21.3 ± 0.3	150
	засуха	14.1 ± 0.1	20.7 ± 0.4	147
БЭР, мв кукуруза	холод 7 сек	34.3 ± 0.3	57.3 ± 1.7	167

У пероксидазы наблюдалось увеличение активности мало- и среднеподвижных изоформ по сравнению с контролем, под влиянием цитокинина. Отмечалось также увеличение

ответной биоэлектрической реакции (БЭР) листьев кукурузы на низкотемпературный термоимпульс через сутки после внесения фитогормона в питательный раствор. Изменяется характер амплитуды ответных реакций и стабильность ее на повторяющийся термоимпульс по сравнению с листьями контрольных растений. Таким образом, наши исследования дополняют данные (2,21) о стимуляции цитокинином различных физиолого-биохимических процессов, повышающих общий окислительно-восстановительный потенциал в клетках и ускоряющих адаптивные возможности растений одновременно к различным неблагоприятным условиям роста [21], т.е. повышение устойчивости растений к стрессу, обусловленное действием экзогенного цитокинина, носит сопряженный характер.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Блохин В.Г. Влияние различных концентраций экзогенного цитокинина на активность АТФазы корней ячменя //Деп.рукопись ОНП НПЭЦ "Верас-Эко" из АН Белоруси. - 1992 - 200-9с.
2. Блохин В.Г. Некоторые механизмы регуляции цитокинином устойчивости культурных растений к неблагоприятным экологическим факторам //Актуальные вопр. экологии Азово-Черном. региона и Средизем. Симферополь. -1993. -с.144-148.
3. Блохин В.Г. Влияние экзогенного цитокинина на холодостойкость растений //2 Съезд Укр.о-ва физиологии растений: Тез.докл. Т.1.-Киев.-1993.-С.20-21.
4. Бочарова М.А., Трунова Т.И., Шаповалов А.А, Баскаков Ю.А. Влияние картолина на морозоустойчивость оз.пшеницы //Физиол. растений. -1983.-30,N2.-С360-364.
5. Войников В.К. Стрессовые белки растений при действии высокой и низкой температуры //Стрессовые белки раст. - Новосибирск: Наука, 1989.-С.5-20.
6. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. -М.: Высшая школа, 1975.-392 с.
7. Генкель П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивых растений. -М.: Наука, 1982.-280 с.
8. Жибоедов П.М., Жиров В.К., Руденко С.М. Белковый состав и мембранные липиды интродуцированных растений в Заполярье.-Апатиты: КФ АН СССР, 1987.- 114 с.
9. Зауралов О.А., Лукатин А.С. Роль фитогормонов и ферментов в регуляции устойчивости растений //Регул.фермент.активн. у растений -Горький.-1986.-С.69-73.
10. Калер В.Л., Клигер Ю.У., Локтев А.В., Вечер А.С. Сопряжение метаболизма гликолата с биосинтезом хлорофилла в растениях //Физиол. растений.-1977.-24, N1.-С.30-34.
11. Кузнецов В.В. Системы "шоковой" реакции и выживание растений //Съезд Укр. о-ва физиол. растений: Тез.докл.Т.1.-Киев.-1993.-С.120.
12. Кулаева О.Н. Гормональная регуляция физиологических процессов у растений на уровне синтеза РНК и белка //41-е Тимрязевское чтение.-М.: Наука,1982.-83с.
13. Кулаева О.Н., Селванкина С.Ю., Каравайко Н.Н., Переверзева И.И. Цитокининсвязывающие белки и протеинкиназы в ответе клеток на цитокинин //Новые методы биотехнол. растений: Тез.докл.-Пушино.-1993.-С.66.
14. Мануильская С.В., Мануильский В.Д., Махно Л.И. Изменение липидного состава мембран хлоропластов кукурузы при снижении температуры в зависимости от фитогормонального статуса //2 Съезд Укр. о-ва физиол. растений: Тез. докл. Т.1. -Киев.-1993.С.147.
15. Методы биохимического исследования растений. -Л.: Колос, 1972.-345.
16. Мирзабеков Л., Карпов В., Преображенская Е. Структура активного и неактивного в транскрипции хроматина //Тез.докл. 16 конференции ФЕБО.-М.-1984. С.59.
17. Молотковский Ю.Г. Механизм структурных и функциональных переходов мембран //Новые напр. в физиол. растений. -М.: Наука,1985.-С.62-81.



18. Пустовойтова Т.Н., Жолкевич В.Н. Основные направления в изучении влияния засухи на физиологические процессы у растений. // Физиол. и биохимия культ. растений. -1992 24, N1.С.14-27.
19. Романов Г.А. Гормоносвязывающие белки растений и проблема рецепции фитогормонов // Физиол. растений.-1989.- 36, N1.-С.166-177.
20. Титов А.Ф. Молекулярно-генетический подход к проблеме терморезистентности растений // Эколого-физиол.механ. уст. растений к дейст. экстрем. темпер.-Петрозаводск.- 1978.-С.-14-29.
21. Титов А.Ф., Дроздов С.Н., Критенко С.П., Таланова В.В., Шерудило Е.Г. Влияние цитокининов на холодо- и теплоустойчивость активно вегетирующих растений // Физиол. и биохимия культ. растений.-1986.-18, N1.-С.64-69.
22. Титов А.Ф., Акимова Т.Ф., Крупнова И.В. Формирование устойчивости в начальный период закалывания растений при действии ингибиторов белкового синтеза и цитокинина // Физиол. и биохимия культ.растений.-1992.-24, N4.-С. 367-372.
23. Туманов И.И. Физиология закалывания и морозостойкости растений. - М.: Наука, 1979.-350с.
24. Хачачка П., Сомеро Дж. Стратегия биохимической адаптации. -М.: Мир, 1977.-398с.
25. Шевелуха В.С., Кулаева О.Н., Шакирова Ф.М. и др. Влияние картолина на белоксинтезирующий аппарат листьев ячменя в условиях засухи // Докл. АН СССР. -1983. -271, N4.-С.1022-1024.
26. Юрин В.М., Галактионов С.Г. Биоэлектрическая реакция мембран поглотительных клеток растений на химические стимулы. //Регуляция функц. мембран раст. клеток.-Минск:Наука и техника, 1979.-С. 38-42.

## КАРИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИНТЕРСТИЦИАЛЬНЫХ КЛЕТОК ОВАРИАЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ МЛЕКОПИТАЮЩИХ.

Н.В.Королёв, кандидат медицинских наук, доцент

Кариометрия - один из наиболее объективных морфометрических методов исследования, предложенный моим учителем Б.П.Хватовым /1932/ /см. также Б.П.Хватов и Ю.Н.Шаповалов, 1969/. В настоящем исследовании проведён кариометрический анализ трёх типов интерстициальных клеток овариальной железы млекопитающих - стромального, текального и типа мозговых тяжей /Н.В.Королёв, 1982 - классификация/. Выбраны такие виды, где указанные типы интерстициальной железистой ткани достигают максимального развития /текальный и стромальный тип - гонады зайца, тип мозговых тяжей и текальный тип - крымский эндемик куница каменная/.

С помощью рисовального аппарата при увеличении 10х90 зарисовывали по 200 ядер интерстициальных клеток каждого типа. В каждом зарисованном ядре с помощью стандартной миллиметровой линейки измеряли два перпендикуляра диаметра, и их полусумма характеризовала размер ядра в условных единицах. Определённый с помощью окулярмикрометра коэффициент перерасчёта для определения истинных размеров ядер составил 0,914 мкм. Измерение объёма ядер производилось согласно методике и таблицам, предложенным А.И.Брусиловским и др./1976 г./. Результаты обрабатывались методами вариационной статистики, сводились в таблицы. Для объективного сравнения формы ядер мы воспользовались отношением средних арифметических размеров взаимоперпендикулярных диаметров. При этом, чем данное отношение ближе к 1,0 - тем круглее ядро. Для исследования использованы серийные срезы толщиной 7-15 мкм, окрашенные гематоксилин-эозином.

Интерстициальные клетки текального типа и типа мозговых тяжей.

Вариационная кривая средних диаметров ядер интерстициальных клеток типа мозговых тяжей овариальной железы куницы каменной компактна, одновершинна, но вершина плоская и охватывает два размера ядер 9,0 и 9,5 условных единиц. Большинство ядер укладывается в промежуток всего 2,0 условные единицы. Результаты статистической обработки величин размеров ядер интерстициальных клеток типа мозговых тяжей приведены в табл.1. Средняя арифметическая величина среднего диаметра равна 9,6 условным единицам. Мода и медиана, характеризующие в среднем вариационный ряд, близки к средней величине. Коэффициент асимметрии вариационной кривой 0,2. Все средние размеры отличаются небольшими коэффициентами вариации, значительно меньшими, чем у ядер текальных клеток.

У текальных клеток средняя арифметическая величина среднего диаметра меньше, чем у ядер интерстициальных клеток типа мозговых тяжей и равна 9,2 условным единицам /различие достоверно,  $p < 0,001$ /. Мода и медиана одинаковы и равны 9,4 условным единицам. Средние меньший и больший диаметры ядер текальных интерстициальных клеток, соответственно 5,9 и 12,7 условных единиц, характеризуются значительными коэффициентами вариации - 25,3% у меньшего и 64,4% у большего диаметра; что отличается от аналогичных показателей интерстициальных клеток типа мозговых тяжей. Среднее арифметическое значение объёмов ядер текальных интерстициальных клеток на 130 условных единиц меньше, чем средний объём ядер интерстициальных клеток типа мозговых тяжей. Статистическая вероятность этого различия очень высокая,  $p < 0,001$ . Коэффициенты вариации объёмов также отличны, соответственно 56,0% и 39,3%. Результаты статистической обработки величин размеров ядер текальных интерстициальных клеток овариальной железы куницы приведены в табл.2.

Таблица 1

Результаты статистического исследования величин размеров ядер интерстициальных клеток типа мозговых тяжей в яичниках куницы каменной

Статистический показатель	Результаты биометрического анализа			
	Средний диаметр	Меньший диаметр	Большой диаметр	Объем ядер
Средняя арифметическая величина / $\bar{X}$ /	9,6	8,8	10,5	437,4
Среднее арифметическое отклонение / $m$ /	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 12,2$
Среднее квадратическое отклонение / $\sigma$ /	$\pm 0,1$	$\pm 1,1$	$\pm 1,2$	$\pm 172,0$
Мода	9,5	9,2	10,6	377,0
Медиана	9,8	9,3	12,2	463,0
Коэффициент вариаций	10,0%	12,2%	11,1%	39,3%
Наибольшая и наименьшая варианты размеров	6,5-12,0	6,0-11,0	7,0-14,0	100,0 -900,0
Интервалы большинства ядер	8,5-10,5	7,0-10,5	8,5-12,5	200,0-600,0
Коэффициенты асимметрии вариационных кривых	0,2	-0,4	-0,1	0,4

Таблица 2

Результаты статистического исследования величин размеров ядер интерстициальных клеток яичников куницы каменной

Статистический показатель	Результаты биометрического анализа			
	Средний диаметр	Меньший диаметр	Большой диаметр	Объем ядер
Средняя арифметическая величина / $\bar{X}$ /	9,2	5,9	12,7	311,0
Среднее арифметическое отклонение / $m$ /	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,6$	$\pm 12,3$
Среднее квадратическое отклонение / $\sigma$ /	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	$\pm 8,2$	$\pm 174,0$
Мода	9,4	5,6	11,6	273,0
Медиана	9,4	6,1	12,8	326,0
Коэффициент вариаций	15,9%	25,3%	64,4%	56,0%
Наибольшая и наименьшая варианты размеров	6,0-14,0	3,0-12,0	7,0-23,0	80,0 -900,0
Интервалы большинства ядер	7,5-10,0	3,5-8,0	9,5-14,5	100,0-550,0
Коэффициенты асимметрии вариационных кривых	-0,1	0,2	0,1	0,2

### ИНТЕРСТИЦИАЛЬНЫЕ КЛЕТКИ СТРОМАЛЬНОГО И ТЕЛЬНОГО ТИПОВ.

Результаты статистического исследования ядер интерстициальных клеток овариальной железы зайца приведены в табл. 3 и 4. Средний диаметр ядер стромальных интерстициальных клеток равен 9,5 у.е. Средние меньший и больший диаметры, отличаясь всего на 2,0 у.е., близки друг к другу, коэффициенты вариации невелики. Часто встречаются ядра интерстициальных клеток стромального типа большого объема. Средний же объем равен 425,1 у.е., а интервал объемов большинства ядер укладывается в промежуток 150,0-650,0 у.е., т.е. больше, чем у ядер интерстициальных клеток текального типа.

Средний диаметр ядер текальных интерстициальных клеток - 8,9 у.е. Все средние показатели текальных интерстициальных клеток характеризуются значительными коэффициентами вариации, особенно объема ядер (63,2%) и большего диаметра ядер (65,8%). Показатель среднего объема текальных интерстициальных клеток зайца почти в 1,5 раза меньше, чем у куницы. Следует подчеркнуть, что интерстициальные клетки текального типа при сохранении в строении общих пропорций, несколько мельче, чем интерстициальные клетки куницы, что объясняется, по-видимому, видовыми отличиями. Основные статистические показатели карิโอ-метрии текальных интерстициальных клеток с высокой степенью достоверности отличаются от аналогичных показателей стромальных интерстициальных клеток ( $p < 0,001$ ).

Таким образом, материалы настоящего морфометрического исследования подтверждают факт выразительного отличия интерстициальных клеток гонад высших млекопитающих по

внешнему виду, что является одним из подтверждений новой классификации интерстициальных клеток гонад, не только четко детализирующей пути их генеза, но и открывающей реальные перспективы для их сравнительного анализа (Н.В.Королев, 1984). Подтверждается тезис, что интерстициальные клетки стромального типа являются производными энтомезенхимы, интерстициальные клетки типа мозговых тяжей развиваются из эпителия зародышевого мешка, а в основе происхождения текальных интерстициальных клеток лежат фибробластоподобные малодифференцированные мультипотентные клетки гонад.

Таблица 3

**Результаты статистического исследования величин размеров ядер интерстициальных клеток стромального типа яичников зайца-русака**

Статистический показатель	Результаты биометрического анализа			
	Средний диаметр	Меньший диаметр	Большой диаметр	Объем ядер
Средняя арифметическая величина / $\bar{X}$ /	9,5	8,4	10,6	425,1
Среднее арифметическое отклонение / $m$ /	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 14,3$
Среднее квадратическое отклонение / $\sigma$ /	$\pm 1,3$	$\pm 1,6$	$\pm 1,4$	$\pm 204,0$
Мода	9,9	8,7	11,2	300,0
Медиана	9,8	8,9	11,1	404,8
Коэффициент вариации	13,2%	19,4%	13,1%	48,0%
Наибольшая и наименьшая варианты размеров	6,5-12,5	3,0-12,0	8,0-18,0	80,0 -1000,0
Интервалы большинства ядер	8,0-11,0	6,0-11,0	9,0-12,0	150,0-650,0
Коэффициенты асимметрии вариационных кривых	-0,3	-0,2	-0,5	0,6

Таблица 4

**Результаты статистического исследования величин размеров ядер интерстициальных клеток текального типа яичников зайца-русака**

Статистический показатель	Результаты биометрического анализа			
	Средний диаметр	Меньший диаметр	Большой диаметр	Объем ядер
Средняя арифметическая величина / $\bar{X}$ /	8,9	5,8	12,0	270,7
Среднее арифметическое отклонение / $m$ /	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,6$	$\pm 12,2$
Среднее квадратическое отклонение / $\sigma$ /	$\pm 1,6$	$\pm 1,4$	$\pm 7,9$	$\pm 171,0$
Мода	9,2	6,2	10,8	253,0
Медиана	9,1	6,2	12,1	294,0
Коэффициент вариации	18,0%	24,0%	65,8%	63,2%
Наибольшая и наименьшая варианты размеров	5,0-13,5	3,0-16,0	5,0-23,0	80,0 -1000,0
Интервалы большинства ядер	8,5-10,0	3,0-7,0	9,0-14,0	80,0-400,0
Коэффициенты асимметрии вариационных кривых	-0,2	-0,3	0,1	0,1

## ЛИТЕРАТУРА

1. Брусиловский А.И., Пожуровский Н.В. К методике быстрого определения объема ядра клетки. - Киев, 1976 г. - 14 стр. - Рук. предст. Крымским мединститутом. Деп. в ВИНТИ в 1976, N263-76.
2. Королев Н.В. Сравнительный морфофизиологический анализ овариальной железы некоторых плацентарных млекопитающих. - Дисс. к.м.н. - Москва, 1981 г. - 219 стр.
3. Королев Н.В. Интерстициальные клетки яичников млекопитающих. - Цитология и генетика, 1984 г., т. 18, N2, стр. 147-154.
4. Хватов Б.П. Об измерении микроскопических объектов с помощью рисовального аппарата. - Лабораторная практика, 1932, N9, с. 2-3.
5. Хватов Б.П., Шаповалова Ю.Н. Ранний эмбриогенез человека и млекопитающих. Пособие по микроскопической технике. - Симферополь, 1969. - с. 127.

## ФЛЮКТУАЦИИ ТРАВЯНИСТОЙ СИНУЗИИ В ДУБРАВАХ КРЫМА

В.Г.Мишнев, А.П.Вахрушева

Многообразные формы динамики фитоценозов - один из важнейших аспектов ботанических исследований, которые позволяют глубже познать природу и организацию растительных сообществ [12;9;2]. Элементарной слагающей процесса изменчивости являются флюктуации, отличающиеся специфическими чертами для разных типов растительности [10;13;4;5]. В задачу нашего исследования входило выявление характера и, по возможности, причин флюктуаций, протекающих в травяном покрове дубрав, как наиболее вариабельной структурной части лесных сообществ. Исследования проводились в течение 13 лет (1977-1989гг.) в распространенных типах леса — в свежей грабовой дубраве и сухой грабинниковой [3;6]. Непосредственными объектами наблюдений явились стационарные пробные площади, заложенные на северных и южных склонах г.Кош-Кая (окрестности биобазы Симферопольского государственного университета). Высота этой горы около 600 м н.у.моря, сложена она, как и основные структуры горного Крыма, юрскими конгломератами и верхнеюрскими известняками, на которых развиваются горно-лесные тяжело-суглинистые и средне-суглинистые почвы [7;8]. Лето здесь жаркое (среднеиюльская  $t$  -  $+18,9^{\circ}\text{C}$ ), зима прохладная (средняя  $t$  февраля -  $0,8^{\circ}\text{C}$ ), осадков за год в среднем выпадает 590-600мм, причем больше половины из них приходится на теплый период [1]. В древесном ярусе господствует *Quercus pedunculata* Eurq порослевого происхождения, возраст 40-50 лет. На северном склоне горы (свежая грабовая дубрава) состав древесного яруса 8Д2Гр., примеси - *Sorbus torminalis* (L) Crantz., *Fraxinus excelsior* L., *Acer campestre* L.; в кустарниковом ярусе *Crataegus monogyna* Jacq., *S.pentagyna* Walast.et kit, *Cornus mas* L., *Euponymus verzuexsa* skor. На южном склоне (сухая грабинниковая дубрава) насаждение представлено низкорослым чистым дубом, в подлеске *Carpinus orientalis* Mill., не создающий однако выраженного яруса. Полнота древостоя в свежей грабовой дубраве -0,70. Размер пробных площадей -0,25 га.

На этих площадях ежегодно описывался флористический состав травяного покрова, на стационарных учетных площадках ( $1\text{m}^2$ ), заложенных в 20-кратной повторности, определялось его проективное покрытие. Пикетажным методом производилось картирование с нанесением на карто-схемы микрогруппировок (по доминирующим и содоминирующим видам).

Рассмотрим флористический состав. За весь период наблюдений в свежей грабовой дубраве было зарегистрировано 56 видов цветковых растений из 26 семейств, преобладали представители семейств *Orchidaceae* Guss., *Fabaceae* Lindl., *Liliaceae* Guss., *Cyperaceae* Guss., *Rubiaceae* Guss. (по 4-6 видов), а также *Ranunculaceae* Guss., *Scrophulariaceae* Juss. (по 3 вида). В сухой грабинниковой дубраве видовой состав трав был значительно богаче: 90 видов цветковых из 25 семейств. Бобовые здесь преобладали — 12 видов; по 10 видов было в семействах *Poaceae* Varnhart *Asteraceae* Dumont, и 7 видов в семействе *Brassicaceae* Burnett. Вместе с тем число видов, которые ежегодно встречались на протяжении всего периода наблюдений, было невелико: в свежей грабовой дубраве всего 2: *Polygonatum multiflorum* (2) all., *Mercurialis perennis* L., *Alleum auctum* Otelcs., *Convallaria madjalis* L., *Ranunculus constantinopolitanus* (DC) D Urv., *Dentaria guinguefolia* Bied., *Galantus plicatus* Bied., *Physospermum cornubiense*(L)DC., *Hederahelix* L., *Arum elongatum* Stev., *Viola reichenbachiana*. По годам число видов на этом участке колебалось от 19 до 43.

В сухой грабинниковой дубраве число видов по годам колебалось от 30 до 47. Постоянно же регистрируемыми здесь были *Poa nemoralis* L., *Trifolium alpestre* L., *Clinopodium*

vulgare L., Hieracium pilosella L., Lusula forsteri (Smith.) DC., Galium mollugo L., Sedum acre L., Dictamnus gymnostylis Stev. Из них преобладающее значение имели ястребинка волосистая, ожика Форстера, подмаренник мягкий.

Учитывая существенное колебание числа видов в травостоях, мы проанализировали связь этого признака с суммой годовых осадков. Установлено, что в обоих типах леса минимальное число видов приходилось на относительно засушливые годы. Исключением являлся 1982 год, когда осадков выпало меньше средней многолетней нормы, а по числу видов год этот был рекордным в сухой грабинниковой дубраве и одним из богатых в свежей грабовой. По-видимому, это связано с влиянием очень влажного предшествующего года, в течение которого осадков выпало почти две нормы. Данные корреляционного анализа указывают на наличие довольно тесной связи между суммой осадков и числом видов: для свежей грабовой дубравы коэффициент корреляции ( $r$ ) равен 0,51 ( $S_r=0,27$ ) для сухой грабинниковой — 0,75 ( $S_r=0,21$ ).

Важную информацию для понимания причин и механизма флуктуаций даёт анализ горизонтальной структуры травостоя. Известно, что горизонтальное сложение травянистой синузии в лесных сообществах зависит от состава и полноты эдификаторного яруса, наличия подчиненных ярусов, характера микрорельефа, способности растений к вегетативному размножению. Как показали наши наблюдения, в обоих типах леса травяной покров характеризовался высокой подвижностью и отчётливо выраженной мозаичностью. В свежей грабовой дубраве за весь период наблюдений было зарегистрировано 17 микроценозов. Некоторые из них появлялись лишь в редкие годы (фиалковый, зубянковый, лютиковый). К числу микроценозов, которые регистрировались ежегодно, относились плющевый, пролесниково-плющевый, а ландешево-плющево-пролесниковый и купеновый не встречались лишь в отдельные годы (табл 1). Таким образом, в свежей грабовой дубраве основными строителями травостоя являлись *Hedera Helix* L., *Mercurialis perennis* L., *Convallaria majalis* L., *Polygonatum multiflorum* (L.) all. Детальные ежегодные съёмки структурных образований позволили установить, что большая часть микроценозов не обнаруживает строгой прнуроченности к топографическим элементам участка, не говоря уже о чрезмерной нечёткости их границ.

Исходя из того, что фактор влаги в Крыму постоянно находится в минимуме, мы решили проследить за движением видов в зависимости от их экологической характеристики. Как показывают данные таблицы I, на размер площади микроценозов существенно влияет степень увлажнения предшествующего года. Компоненты эумезофильной природы заметно расширяют свою площадь после влажных лет, а ксерофильной, наоборот, после сухих. Отмеченная зависимость наиболее рельефно проявляется, если в расчет принять суммарные площади эумезофильных и ксеромезофильных микроценозов (рис 2). Кривая, отображающая динамику площади, занятой ксеромезофитами, практически совпадает в своих максимальных и минимальных значениях с кривой осадков, а кривая площади под эумезофитами идет как бы с опережением на один год. (Коэффициенты корреляции для эумезофильных микроценозов оказались равными 0,29 ( $S_r=0,28$ ) для текущего года и 0,88 ( $S_r=0,13$ ) для предшествующего года). Таким образом, в свежей грабовой дубраве настоящие мезофиты получали широкое распространение после влажных лет, в то время как непосредственно во влажные годы, а также в годы со средним увлажнением их суммарная площадь резко сокращалась, иногда в несколько раз. В данном случае, вероятно, можно говорить об эумезофитах как о виолентной группе растений, которые в благоприятные для себя годы занимают наибольшую площадь, оттесняя на второй план ксеромезофитов. Последние, хотя и показали высокое значение коэффициента корреляции с предшествующим годом ( $r=0,73$  при  $S_r=0,20$ ), но эта величина оказалась отрицательной, что еще раз указывает на специфичность их экологической и фито-

ценотической реакции. Заметим также, что после рекордных по увлажнению 1981 и 1983 г.г. они занимали самую большую площадь.

Иная картина складывалась в сухой грабинниковой дубраве, где травяной покров представлен в основном мезоксерофитами и ксеромезофитами. Здесь последняя группа растений реагировала на неравномерность увлажнения точно так, как настоящие мезофиты в условиях северного склона. После влажных лет они, как правило, доминировали, причем независимо от погодных условий в последующие годы. Например, 1983 год был относительно влажным, что обусловило преобладание ксеромезофитов в 1984 году, хотя последний год был самым сухим из всех. Проведенный корреляционный анализ подтверждает, что преобладание ксеромезофитов не связано с характером увлажнения текущего года ( $r = -0,36$  при  $S_r = 0,28$ ). С осадками же предшествующего года эта группа растений имеет значимую и тесную связь ( $r = 0,81$  при  $S_r = 0,17$ ). С другой стороны, для ксерофильной группы растений толчком к массовому распространению служили относительно засушливые годы. Такими годами были 1978, 1984, 1986 г.г., а наибольшую площадь эти растения занимали в 1979, 1985 и 1987 г.г. (корреляция площади с осадками предшествующего года довольно тесная:  $r = 0,69$  при  $S_r = 0,21$ ).

Следовательно, одна и та же группа растений в разных типах леса ведёт себя по-разному. Ксеромезофиты сухого южного склона ведут себя так, как настоящие мезофиты в условиях более влажного северного склона, а у ксеромезофитов северного склона реакция на условия увлажнения точно такая, как у мезоксерофитов южного склона (таблица 2, рис. 2..3).

Вообще надо заметить, что в сухой грабинниковой дубраве, с её низкорослым дубом, горизонтальная структура травяного покрова была более пёстрой. Достаточно сказать, что здесь было зафиксировано 25 микроценозов, из которых ежегодно или почти ежегодно встречались осоково-ожиковый, ястребинко-осоково-мятликовый, ожиковый, вико-ожиково-ястребинковый, ястребинковый, сочевичниковый, мятлико-клеверный. Эти микроценозы фактически определяли фоновую картину травостоя на южном склоне, хотя площадь, которую они занимали, колебалась по годам весьма существенно. Наиболее устойчивыми компонентами микроструктурных образований были *Hieracium pilosella* L., *Poa nemoralis* L., *C. distans* L., *Lathyrus niger*(L) Bernh., *Luzula forsteri* (Smith.) DC., *Carex digitata* L. Виды эти более ксерофильны по сравнению с преобладающими видами северного склона.

Что касается проективного покрытия и продуктивности, то чёткой зависимости (какая наблюдалась с флористым составом) между суммой осадков и величинами этих показателей установить не удалось. Речь может идти лишь о сохранении общей тенденции этой зависимости. По крайней мере, кривые проективного покрытия имеют два хорошо выраженных пика, приходящиеся на 1982 и 1984 г.г. Оба этих года были относительно засушливыми, однако им предшествовали годы с максимальным количеством осадков (рис. 4). Продуктивность же после слабоувлажнённых годов почти всегда заметно снижалась. Аналогичные результаты были получены А.М.Сапегиним [II].

В заключение надо отметить, что описанные нами флуктуации относятся к экотопическому типу. В Крыму, с его недостаточным увлажнением, они возникают главным образом в связи с неравномерным выпадением осадков по годам. При этом смене подвергаются и доминирующие виды.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Агроклиматический справочник по Крымской области. -Симферополь, 1959. - С. 63-64.
2. Александрова В.Д. Изучение смен растительного покрова. //Полевая геоботаника / - М. -Л.: Наука, 1964. - Т.3. - 350 с.
3. Вахрушева Л.П., В.Г.Мишнев. Роль возрастного состава ценопопуляций доминантов в механизме флуктуаций. //Актуальные вопросы
4. Данилов В.И. О некоторых вопросах погодной динамики степных фитоценозов //Бюлл. МОИП. Отд. биол. - 1981. - Сер. 86. -Вып. 5. - С. 106-120.
5. Елиашевич Н.В. О разногодичной изменчивости пойменных лугов //Журн. Экология. - 1981. - N 3. - С. 29 - 38.
6. Мишнев В.Г., Вахрушева Л.П. Возрастной состав ценопопуляций доминирующих видов травянистого покрова дубрав. //Изучение экосистем Крыма в природоохранном аспекте/ - Симферополь, 1988. - С. 4 - 5.
7. Муратов М.В. Руководство по учебной геологической практике в Крыму.- М.:Недра,1973.Т.2.-189 с.
8. Попова Л.П., Головчанская Л.И., Разумовский В.К. К итогам эколого-генетического обследования почвенного покрова стационара № 1 СГУ.//Экосистемы Горного Крыма, их оптимизация и охрана. /Минвуз УССР. -Симферополь, 1983.-С.121-127.
9. Работнов Т.А. Разногодичная изменчивость лугов. //Бюлл.МОИП ,отд.биол.-1955.- Сер.60.-Вып.3.-с.89-94
10. Работнов Т.А. Изучение флуктуаций фитоценозов. //Полевая геоботаника/ -Л.: Наука, 1972.-Т.4.-358с.
11. Сапегин Л.М. Древесно-кустарниковая растительность поймы нижнего течения Ишуги. //Бюлл.МОИП.отд.биол.-1980.-Т.52.-Вып. 3.-С.55-63.
12. Сукачев В.М. Некоторые общие теоретические вопросы фитоценологии. //Сб.:Вопросы ботаники.-М.-Л.:Изд-во АН СССР,1954.-Т.У.-С.5-98.
13. Турманина В.И. Сезонная и многолетняя динамика растительности у ледника Джаннуат. //Бюлл.МОИП.Отд.биол.-1979.-Сер. 84.-Вып.4.-С.89-93.

*Динамика микроценозов в сухой Грабинниковой дубраве*

№ п/п	Названия Микроценозов	Годы наблюдений												
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
1	Осоково-ожиковый	31	12	34	21	29	10	41	4	136	56	129	84	25
2	Ястребинково-осоково-мятликовый	106	185	340	73	95	64	--	--	432	63	383	210	171
3	Ожиковый	--	--	97	20	64	12	99	20	105	73	97	56	51
4	Виково-ожиково-ястребинковый	66	125	99	203	184	247	110	407	161	324	181	259	300
5	Ястребинковый	109	26	304	98	210	47	280	61	341	101	273	155	93
6	Сочевичниковый	79	108	65	136	112	201	192	--	4	--	7	--	--
7	Мятликовый	56	49	38	105	47	203	--	49	84	92	--	--	56
8	Мятликово-клеверный	71	67	35	91	78	122	11	64	48	44	42	87	9
9	Мятликово-ожиковый	16	--	44	17	27	--	39	84	--	--	--	--	86
10	Мятликово-осоково-сочевичниковый	--	--	--	--	20	80	--	121	39	94	14	63	77
11	Ожиково-купеновый	--	--	--	--	93	--	--	64	--	52	17	42	57
12	Купеново-подмаренниковый	--	2	4	2	8	--	4	--	2	--	6	8	--
Годовые суммы осадков (мм)		96	494	623	595	1019	494	854	377	590	436	687	789	575

*Из таблицы исключены микроценозы, которые фиксировались в отдельные годы и занимали незначительную площадь.*



## Динамика микроценозов в свежей грабовой дубраве

№	Названия	Годы наблюдений												
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
1	Плющевой	116	241	13	185	178	280	118	301	45	110	92	115	147
2	Плющевно-купеновый	--	81	24	67	--	105	--	193	24	78	35	61	73
3	Пролесниково-плющевой	416	520	250	604	618	789	213	805	240	112	31	216	429
4	Ландышевый	60	87	9	178	65	360	50	83	--	--	37	24	102
5	Ландышево-плющевно-пролесниковый	--	118	54	204	97	200	105	206	23	75	63	144	169
6	Ландышево-купеново-пролесниковый	19	79	--	75	18	81	43	177	8	81	52	161	170
7	Пролесниково-плющевно-вздуто-семянниковый	--	--	100	37	49	16	93	14	109	83	91	32	--
8	Купеново-пролесниковый	62	67	34	153	80	269	--	137	--	54	17	69	87
9	Лютиковый	37	49	56	41	59	20	73	--	185	--	--	--	188
10	Луковый	45	16	83	54	61	34	91	--	--	125	27	93	47
11	Вадутосемянниковый	114	29	95	71	70	--	85	24	91	79	189	64	52
Годовые суммы осадков		596	494	623	595	1019	494	854	377	590	436	687	789	575

Из таблицы исключены микроценозы, которые фиксировались в отдельные годы и занимали незначительную площадь.

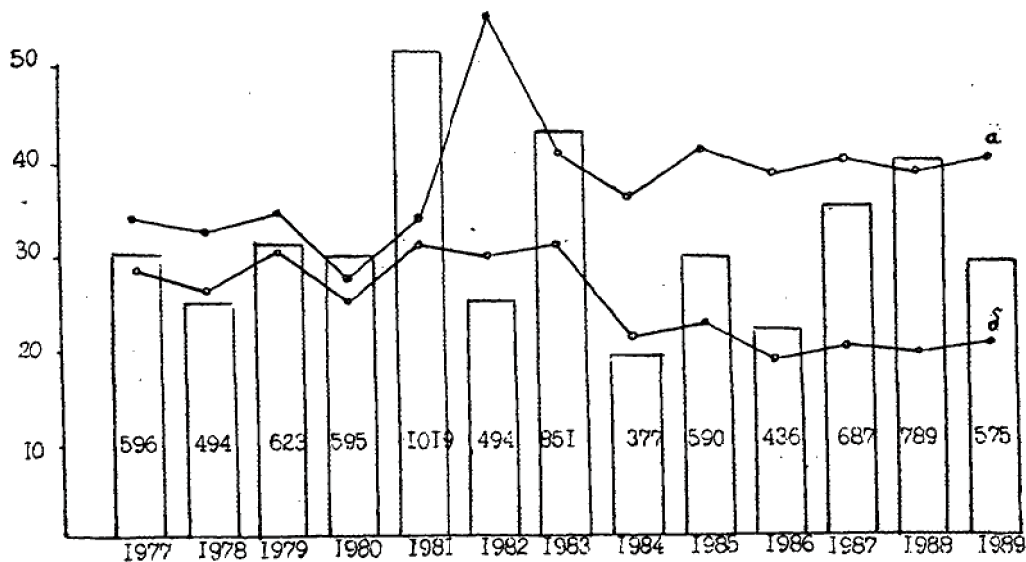


Рис. 1 Зависимость между числом видов и годовым количеством осадков (мм)  
а-свежая грабовая дубрава; б-свежая грабинниковая дубрава

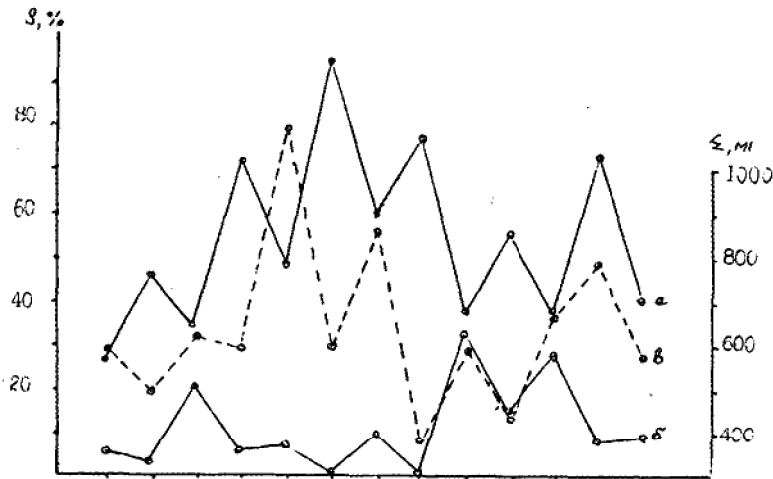


Рис.2. Динамика эумезофитов и ксеромезофитов в свежей грабовой дубраве:  
а-эумезофиты;  
б- ксеромезофиты;  
в - осадки.

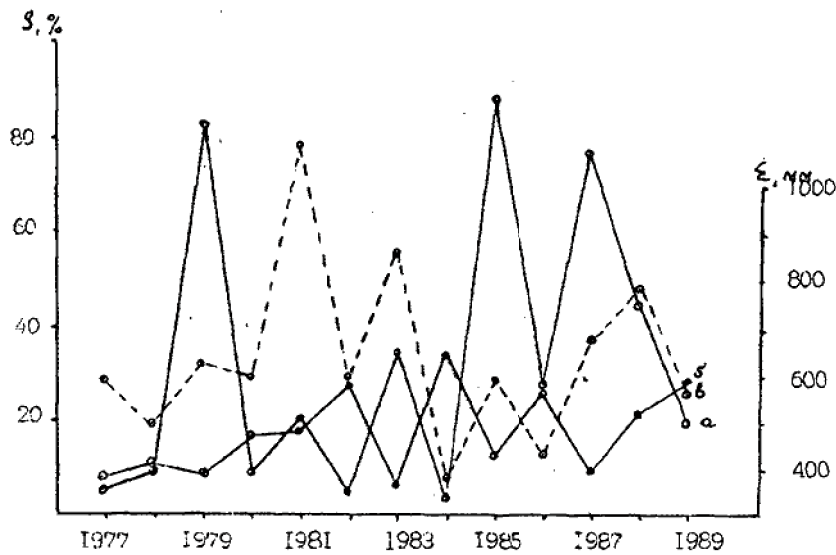


Рис.3. Динамика эумезофитов и ксеромезофитов в сухой грабниково дубраве:  
а-эумезофиты;  
б- ксеромезофиты;  
в - осадки.

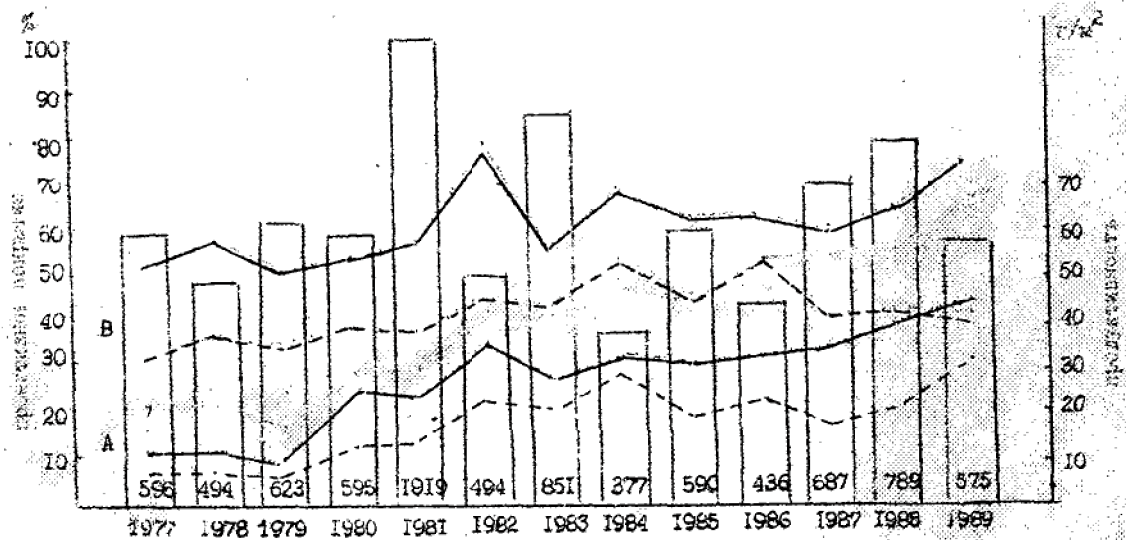


Рис. 4. Зависимость между величиной продуктивности (А, г/м<sup>2</sup>), проективного покрытия (В, %) и годовым количеством осадков (М/ф) в свежей грабовой ( ) и сухой грабниково дубравах ( ).

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ

Мананков М.К.

*Кафедра физиологии растений и биотехнологии*

Важнейшей вехой на пути зарождения современной биотехнологии были 50-е годы XX века, ознаменовавшиеся захватывающими открытиями в области биологии, которые изменили наши представления науки о живом и позволили ей выйти на молекулярный уровень. Открытие генетического кода, определение структуры рибонуклеиновой кислоты (РНК), выяснение молекулярного механизма передачи генетической информации, искусственный синтез гена - это далеко не полный перечень этих поистине революционных открытий /3,8,10,14/. Среди достижений биотехнологии особое место занимает геновая инженерия, которая позволяет свободно манипулировать геном /7,13/.

Говоря о проблемах и перспективах развития биотехнологии, трудно очертить их определенными границами — даже специалисты не могут сегодня с уверенностью прогнозировать влияние ее на экономические и социальные изменения в обществе /10,14/.

Чтобы дать представление об истинных возможностях этой науки, мы попытаемся привести некоторые результаты ее использования в практической деятельности человека.

В последние годы на мировом рынке появился первый коммерческий биотехнологический продукт — инсулин человека, который синтезировали клетки микроорганизма кишечной палочки *Эшерихия Коли* (*E.coli*), ранее не обладавшей такой способностью. До этого инсулин получали, используя поджелудочную железу животных. Для того, чтобы получить лекарственный препарат инсулина для лечения десяти миллионов больных (число их в странах СНГ превышает эту цифру) понадобилась бы поджелудочная железа более 300 миллионов животных. Благодаря же современным приемам биотехнологии это количество инсулина можно получить из 200 м/куб. культуральной жидкости кишечной палочки /11/.

Наивысшим достижением современной геновой инженерии является способность искусственно синтезировать гены с заранее заданными свойствами. Так, группа исследователей из Калифорнийского университета (США), работающая под руководством Г.Бойера, синтезировала ген, в котором закодировано образование соматостатина. С помощью плазмиды ученые ввели этот ген в кишечную палочку. В результате культивирования этого микроорганизма в ферментере за короткий срок было получено такое количество гормона, какое обычно извлекают из гипофиза сотен тысяч быков. Следует также отметить, что с помощью генетической инженерии могут быть получены клетки — суперпродуценты, производящие обычные для них продукты, но в повышенных количествах. В настоящее время получены суперпродуценты, производящие ферменты, аминокислоты и другие биологически активные соединения /2,3,10/.

Большие перспективы развития сельскохозяйственной биотехнологии. Применение методов биотехнологии в этой отрасли позволило существенно повысить эффективность методов отдаленной гибридизации. В настоящее время уже получены межвидовые гибриды плодовых растений, зерновых и технических культур.

Путем слияния протопластов клеток получены внутривидовые и межвидовые гибриды картофеля, отличающиеся ценными признаками /4,5,12/.

Практическая реализация достижений геновой инженерии в растениеводстве — дело будущего. В настоящее время для этого необходимо решить ряд вопросов фундаментального характера, связанных с обработкой векторных систем и экспрессией внедренных генов.

В животноводстве и ветеринарии получила наибольшее распространение технология трансплантации эмбрионов, позволяющая быстро размножить животных с высоким генетическим потенциалом. Этот прием позволяет получать 10-15 телят от одной высокопродуктивной коровы вместо 3-4 традиционными методами разведения. Трансплантация эмбрионов уже реализуется на практике в ряде племенных хозяйств /13,12/.

Совместно с учёными ФРГ в нашей стране получены телята методом клеточной инженерии. При этом на стадии ранних эмбрионов удалось объединить в одной делящейся клетке наследственность четырёх родителей разных пород.

Первые обнадёживающие результаты получены в области генной инженерии на млекопитающих. Сначала в США, а затем и в нашей стране в модельных опытах проведена успешная пересадка генов гормонов роста крысы в геном мыши. В США эти работы начаты на свиньях и овцах. Можно предполагать, что генная инженерия даст практическую отдачу в животноводстве даже раньше, чем в растениеводстве /2,10,13,14/.

В области сельскохозяйственной микробиологии биотехнологические исследования развиваются в трех направлениях: использование микробиологических технологий в кормопроизводстве, совершенствование микрофлоры тракта животных и микробиологическая азотфиксация.

Перспективным направлением биотехнологии является применение ее методов в решении энергетических проблем. Так, уже сейчас во многих странах мира (Китай, Индия, Чехия и др.) в сельской местности используют в виде основного источника тепловой энергии биогаз, полученный биотехнологическим путем из отходов сельскохозяйственного производства. Биотехнологические методы можно использовать не только для получения газообразного топлива, но и для повышения эффективности добычи нефти. При существующих методах разработки нефтяных месторождений извлекается не более половины геологических запасов нефти. Остаточные накопленные запасы нефти составляют десятки миллиардов тонн. Поэтому повышение нефтеотдачи пласта на несколько процентов равносильно открытию нового месторождения. Существует два направления в повышении нефтеотдачи. Это улучшение нефтесымающих свойств закачиваемой воды и использование газообразующей деятельности микроорганизмов непосредственно в пласте /13,14/.

Еще полностью не используются возможности биотехнологии при решении проблем охраны окружающей среды.

Биотехнологические приемы могут найти применение и в металлургической промышленности. В настоящее время ее методы используются при добыче меди, урана, золота, редких металлов /10,13,14/.

Успехи генной инженерии открывают возможности для сохранения многих исчезающих ценных видов растений. Геном любого организма можно "копировать", размножить. Из клеток выделяют молекулы ДНК (основы генов) и разрезают их с помощью ферментов на отдельные гены. Затем гены пересаживают в бактерии, где они будут долго жить и воспроизводиться вместе с бактериальной клеткой. В таких "генотеках" могут храниться гены исчезающих видов. Их легко извлечь из бактерий для изучения или пересадки в другие растения. Ученые, зная "план" исчезнувшего вида, воссоздают его в первоначальной форме.

В настоящее время вряд ли какая-либо отрасль производства может обойтись без использования биотехнологии. С помощью биотехнологии решается ряд важных практических вопросов, которые приносят уже сейчас большой экономический эффект. Используя биотехнологические методы, получают: кормовой белок, биостимуляторы, антибиотики и другие лекарственные препараты, новые формы высокоурожайных растений и животных, отличающихся высокой продуктивностью /1,2,6,7,10/.

В Японии планируется к 2000 году за счет широкого внедрения биотехнологии получить 80% валового национального продукта, в США-40%.

Отдельные аспекты биотехнологии разрабатываются в автономной республике Крым: в Симферопольском государственном университете, Государственном Никитском ботаническом саду, в институте Эфиромасличных и лекарственных растений, Научно-исследовательском институте винограда и продуктов его переработки "Магарач".

Однако проводимые в Крыму исследования по биотехнологии носят разрозненный характер и не всегда подчинены решению важнейших производственных задач. Попытки внедрения отдельных разработок в производство наталкиваются на большие трудности. Прежде всего это связано с отсутствием высококвалифицированных кадров, недостатком оборудования, специализированных лабораторий.

Сложившееся положение уже сейчас является тормозом в развитии промышленности и сельского хозяйства автономной республики Крым.

Недооценка биотехнологии как отрасли может пагубно отразиться на развитии экономического потенциала автономной республики Крым в будущем.

На наш взгляд, остро встал вопрос о создании в Крыму научно-учебно-производственного центра биотехнологии.

Биотехнологический центр объединит научный потенциал Крыма для решения современных проблем биотехнологии и внедрению результатов в практику производства. На наш взгляд, наиболее перспективными направлениями являются следующие:

- производство исходного особо качественного оздоровленного посадочного материала ряда сельскохозяйственных и цветочно-декоративного материала и передача его заинтересованным организациям, предприятиям и хозяйствам для дальнейшего промышленного размножения;
- получение высокопродуктивных форм растений с принципиально новыми качествами (с повышенным содержанием углеводов, белков, жиров, витаминов);
- разработка и внедрение новых технологий получения высокопродуктивных животных, преодоление яловости и др.;
- получение биопрепаратов, стимуляторов и ингибиторов роста растений;
- получение лекарственных препаратов;
- разработка биологических приемов очистки сточных вод.

Биотехнологический центр будет осуществлять подготовку высококвалифицированных специалистов-биотехнологов для научно-исследовательских институтов и лабораторий, питомниководческих, элитно-семеноводческих и других хозяйств, занимающихся биотехнологическими проблемами.

Со временем научный центр будет решать глобальные вопросы рекреации, охраны окружающей среды, нетрадиционных способов получения энергии и другие.

Биотехнологический центр должен стать научно-просветительным центром, при котором будут функционировать: ботанический сад, зоологический и ботанический музеи, демонстрационный зал по нетрадиционным способам получения энергии, школы юных натуралистов и биологов, организовываться выставки по современным проблемам науки и техники.

Необходимость создания биотехнологического центра диктуется спецификой разрабатываемых технологий, которые требуют высокой специализации обслуживающего персонала, оснащение лабораторий сложным оборудованием с использованием вычислительной техники.

Считаем, что биотехнический центр должен быть создан при Симферопольском государственном университете, который располагает высоким научным потенциалом.

Для решения указанных выше задач биологический центр должен иметь хорошо оснащенные лаборатории: генной инженерии, микробиологии, цитологии, физиологии, электронной микроскопии и др.

На строительство научного центра требуются значительные финансовые вложения, которых нет в нашем правительстве, но наш долг - долг ученых - убеждать и требовать строительства лабораторий и научных центров. В связи с этим хотелось бы процитировать актуальные и в настоящее время строки из статьи великого ученого Л.Пастера, опубликованной в 1867 году. Статьи, целью которой было сломить преступное равнодушие представителей власти, которые отказали ему в строительстве микробиологической лаборатории /9/.

"...Самые смелые концепции, — пишет он, — самые законные рассуждения обретают тело и душу лишь в тот день, когда они подтверждаются наблюдением и экспериментом. Лаборатории и науки — это два условия, находящиеся в полной зависимости друг от друга. Уничтожьте лаборатории — и естественные науки станут бесплодными и мертвыми. Ограниченные и потерявшие свою мощь, они превратятся лишь в предмет преподавания, а не будут наукой прогресса, наукой будущего. Верните им лаборатории — и в них снова волеется жизнь, плодovitость и мощь. Вне лабораторий физик и химик — не что иное, как безрукий солдат на поле сражения.

Вывод отсюда простой: если победы, полезные для человечества, затрагивают ваше сердце, если приводят в трепет такие великолепные открытия, как телеграф, фотография, анестезия и другие, если вы ревниво относитесь к участию вашей родины в развитии этих чудес, заинтересуйтесь, умоляю вас, и священными жилищами, столь выразительно именуемыми "лабораториями". Требуйте, чтобы число их увеличивалось, чтобы они украшались: это храмы будущего богатства и благосостояния. Здесь растет человечество, здесь оно набирается сил, здесь оно совершенствуется. Здесь человечество учится читать Книгу природы, Книгу прогресса и гармонии вселенной; дела же человеческие часто полны варварства, фанатизма и призывов к разрушению".

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Березин И.В., Клячко Н.Л., Леванов А.В. Имобилизованные ферменты. - М.:Выс.шк.,1987.-159с.
2. Березин И.В., Клесов А.А., Швядас В.К. Инженерная энзимология. -М.:Выс.шк.,1987.
3. Биотехнология. /Под.ред.акад. Баева А.а. -М.: Агропромиздат,1987
4. Биотехнология сельскохозяйственных растений. -М.: Агропромиздат, 1987.
5. Бутенко Р.Г., Гусев М.В., Киркин А.Ф. и др. Клеточная инженерия. -М.: Выс.шк., 1987
6. Быков М.П., Крылов А.Р., Манаков М.Н. и др. Клеточная инженерия. -М.:Выс.шк., 1987
7. Быков В.А., МанаковМ.Н., Панфилов В.И. Производство белковых веществ. -М.: Выс.шк.,1987
8. Вакула В. Биотехнология: что это такое? -М.: Мол. гвардия, 1989
9. Валлери-Радо Р. Жизнь Пастера. -М.: Иностр. литература, 1950
10. Егоров Н.С., Олексин А.В., Самуилов В.Д. Проблемы и перспективы. -М.: Выс.шк. 1987
11. Мишунин И.Ф., Шевченко М.И. Этюды о биотехнологии. -К: 1989
12. Муровцев Г.С., Бутенко Р.Г. Основы сельскохозяйственной биотехнологии. - М.:Агропромиздат 1990
13. Нейман Б.Я. Индустрия микробов. -М.: 1983
14. Сассон А. Биотехнология: Сверхения и надежды. -М.: 1987

## НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН ЗЛАКОВ НА ФОНЕ ЗАСОЛЕНИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО РЕГУЛЯЦИИ

С. Н. Кабузенко

Проблема влияния засоления почв на рост и урожайность культурных растений становится все более актуальной в связи с ухудшением в последние годы экологической обстановки в регионе.

Опыты, проведенные в полевых и лабораторных условиях /Лакиза, Ефимов, 1978; Петров-Спиридонов, Ионева, 1987; Кабузенко и др., 1987/ показали, что растения наиболее чувствительны к действию засоления на ранних этапах онтогенеза, и урожай злаковых культур на засолении в наибольшей степени коррелирует с полевой всхожестью семян.

Нами было исследовано влияние различных концентраций засоления на отдельные физиологические параметры прорастания семян злаковых культур и возможности его регуляции с помощью экзогенных фитогормонов и лазерного облучения в указанных условиях.

Объектами исследования были злаковые культуры: кукуруза, сорт Одесская 10, пшеница Безостая 1, ячмень Мираж. Семена после предварительной стерилизации их поверхности проращивали на фильтровальной бумаге, смоченной отстоянной водопроводной водой /контроль/, 0,1 раствором хлорида натрия и раствором, содержащим соль в указанной концентрации + фитогормоны /6-БАП, 1-10 мкг/л гибберелловая кислота 5-10 мг/л/.

Температура проращивания 26 С, относительная влажность воздуха 80%.

При изучении действия лазерного облучения на процесс прорастания семян производили предварительную обработку сухих семян ИК-лазером в режиме 0,5; 1; 3; 5; 20; 40; 60; 90 минут с последующим проращиванием на отстоянной водопроводной воде /контроль/ и растворе хлорида натрия в концентрации 0,3% по хлору.

В соответствии с современными представлениями, процесс прорастания семян включает несколько физиологических этапов: 1-физическая фаза /процесс гидратации молекулярных и надмолекулярных структур семян/, 2-лаг-период /активация ферментов, участвующих в утилизации запасных питательных веществ без видимых ростовых процессов/, 3-активация деятельности зародыша, включающая наклевание и прорастание семян.

Как показали исследования В.В.Полевого с соавт./1990/, у однодольных растений существенная роль на втором и третьем этапах прорастания принадлежит экзогенным фитогормонам, а на первом этапе пусковым механизмом является только потенциал воды, поступающей в семена.

Поэтому скорость процесса набухания во многом определяет интенсивность прорастания семян.

Нами было определено влияние засоления и экзогенных фитогормонов на динамику изменения сырого веса семян культур, отличающихся по солеустойчивости: ячменя, пшеницы, кукурузы.

Как показывают данные рисунка 1, в первые часы набухания достоверной разницы в поглощении воды между семенами отдельных вариантов не наблюдалось. Это позволяет высказать предположение о том, что на протяжении первой "физической" фазы ни засоление, ни фитогормоны не оказывают существенного влияния на процесс набухания семян. У ячменя и пшеницы наблюдалось значительное увеличение скорости поглощения воды в вариантах с фитогормонами в интервале 4-12 часов набухания, что мы связываем с повышением ферменталь-

ной активности и осмотического потенциала клеток эндосперма, щитка и зародыша, а также с аттрагирующим действием экзогенных биостимуляторов, поступающих в клетки.

Поглощение воды на фоне засоления у ячменя больше активировалось экзогенным цитокином, а у пшеницы — гибберелловой кислотой, что мы объясняем различной чувствительностью рецепторов в условиях опыта.

У пшеницы и кукурузы стимулирующее действие фитогормонов на фоне засоления появилось позднее, чем у семян ячменя.

Основываясь на представлениях, изложенных в литературе, мы предполагаем, что "физическая" фаза прорастания семян продолжается до начала участия фитогормонов в превращении запасных питательных веществ семени /Обручева, 1991/. Начало гидролиза запасных веществ в осевых органах начинает обеспечивать их фондом осмотически активных веществ, в результате чего семя поглощает новые порции воды и активирует новые ферменты. По мнению Н.В.Обручевой, уровень гидратации белков семян обуславливает последовательную активацию ферментных систем, катализирующих физиологические процессы прорастания.

Нами проведено изучение влияния засоления и экзогенных фитогормонов на активность ключевого фермента, участвующего в превращении запасных питательных веществ семени, — амилазы — в прорастающих семенах пшеницы и кукурузы /таблицы 1,2/.

Таблица 1.

Суммарная активность  $\alpha$  и  $\beta$  - амилазы в прорастающих семенах пшеницы Безостая 1 через 72 часа от начала проращивания.

Варианты опыта	активность амилазы /в мг гидролизованного крахмала за 1 час/мл ферментной вытяжки/		
	в тканях эндосперм.	в зародыше	в % к контр.
Контроль H <sub>2</sub> O	56,34±0,45	12,82±0,42	100
NaCl 0,2%	50,26±0,01	1,42±0,0	11,1
NaCl +ГК 10 мг/л	63,09±0,04	6,47±0,18	50,4
NaCl +ЦТК 5 мкг/л	56,92±0,36	9,87±0,11	76,5

Примечание: здесь и в последующем тексте ГК - гибберелловая кислота, ЦТК - цитокинин /6-БАП/

Как видно из данных таблиц 1, 2, для обеих культур /пшеницы и кукурузы/ прослеживается определенная закономерность. Засоление практически не ингибирует активность амилазы в тканях эндосперма, а у кукурузы она даже несколько повышена относительно контроля. Солевой фон оказывает весьма существенное ингибирующее влияние на активность фермента в тканях зародыша /у кукурузы - только в тканях корешка/, где активность амилазы ниже более чем в 5 раз против контроля.

Таблица 2

Суммарная активность  $\alpha$  и  $\beta$  - амилазы в прорастающих семенах кукурузы через 72 часа от начала проращивания

Варианты опыта	активность амилазы /в мг гидролизованного крахмала за 1 час /мл ферментной вытяжки/		
	в эндосперме	в корешках	в coleoptilyakh
Контроль /вода/	20,6±0,3	4,7±0,01	9,3±0,1
NaCl 0,1н.	28,4±0,2	0,9±0,01	14,8±0,1
6-БАП 5 мкг/л	26,3±0,1	20,6±0,3	18,7±0,1
NaCl+ГК 10 мг/л	55,7±0,5	25,3±0,1	29,0±0,1
NaCl+6-БАП 5 мкг/л	22,1±0,1	4,2±0,06	16,3±0,1

Как видно из данных таблиц 1, 2, экзогенная гибберелловая кислота стимулирует активность фермента на фоне засоления и в эндосперме, и в тканях зародыша /в последнем - более чем в 3 раза/.



Экзогенный цитокинин на засолении в 6,9 раз стимулирует активность амилазы в тканях зародыша пшеницы и более чем в 4 раза - в корешках кукурузы.

Известно, что цитокинин и гибберелин в связанной форме находятся в эндосперме, а в свободной - в тканях щитка и зародыша /Полевой и др.,1990/. Показано, что основное снабжение цитокинином надземных органов осуществляют корни, в которых синтезируется природный цитокинин - зеатин /у кукурузы/ и его производные.

Влияние экзогенного цитокина распространяется на различные стороны обмена веществ, и в особенности на синтез белка /Кулаева, 1985/.

Мы предполагаем, что солевой фон существенно ингибирует синтез белка в корневых клетках проростков, одной из возможных причин этого может являться недостаток цитокининов, синтезируемых *de novo* в корешке. Это подтверждается приближением к контролю значений активности амилазы в варианте NaCl+6-БАП, а также данные о влиянии засоления и фитогормонов на содержание белка в корневых окончаниях четырехдневных проростков злаковых культур /таблица 3/.

**Таблица 3**  
**Содержание белка в корнях четырехдневных проростков злаковых культур /мг \* г сырого вещества/**

Вариант опыта	Кукуруза Одесская10	Ячмень Мираж
Контроль H <sub>2</sub> O	5,74 +- 0,24	6,73 +- 0,05
ЦТК 1мкг/л	8,35 +- 0,16	7,13 +- 0,10
NaCl 0,4%	3,52 +- 0,19	3,71 +- 0,07
NaCl + ЦТК	4,49 +- 0,13	4,67 +- 0,39
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,2%	4,39 +- 0,06	4,79 +- 0,10
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + ЦТК	4,87 +- 0,15	4,81 +- 0,13

Как показывают данные таблицы 3, на фоне засоления происходит достоверное снижение содержания белка в корнях проростков, причем в большей степени на хлоридном засолении /в 1,6-1,8 раз против контроля/. Применение экзогенного цитокина приближает значение показателя на засолении к контролю. Наиболее вероятным механизмом действия мы считаем влияние фитогормона на аппарат синтеза белка.

В соответствии с данными литературы, цитокинины экспрессируют геном различными путями: стимулируют матричную активность хроматина и ядерных РНК-полимераз /Романов,1989/; оказывают влияние на фосфорилирование ядерных белков /Заякин и др./; подавляют репликативное метилирование цитозиновых остатков /Ванюшин, Кирносб,1992/; синхронизируют и уменьшают продолжительность репликации хромосомной ДНК; оказывают влияние на структурную организацию хроматина, усиливая связь части ДНК с прочно связанными белками ядерного матрикса /Сьякте и др.,1993/.

Все перечисленные параметры активирующего влияния цитокина на состояние генома и его репликативную деятельность проявляются в первой фазе клеточного роста - делении, усиливая митотическую активность, что и было показано нами для злаковых культур в вариантах с засолением /данные представлены в таблице 4/.

**Таблица 4**  
**Изменение митотического индекса меристемы корней четырехдневных проростков кукурузы сорта Одесская 10 при действии засоления и фитогормонов/в % к контролю/.**

Контроль/вода/	NaCl 0.4%	NaCl+ГК	NaCl+ЦТК	ЦТК/6-БАП/	ГК
100.0	32.0	60.7	123.6	100.0	97.6

Как следует из данных таблицы 4, экзогенные фитогормоны - гибберелловая кислота и аналог цитокинина 6-БАП - различно действовали на митотическую активность корневой меристемы кукурузы. Стимулирующий эффект на фоне засоления наблюдался только под действием цитокинина - 6-БАП. Это подтверждает нашу гипотезу о подавлении ростовых процессов проростков на засолении вследствие ингибирования синтеза цитокининов.

В настоящее время считается доказанным, что первым этапом активации ростовой деятельности зародыша семени является процесс проклевывания семян, включающий и деление, и растяжение клеток. По данным Л.Д. Авиловой и др. /1986/ для семян ячменя, прорастающих на засолении, характерна гетерогенность реакции меристематических клеток на действие фактора и асинхронность их участия в митотическом цикле. По мнению этих авторов, клеточное деление более чувствительно к засолению, чем растяжение.

Последнее согласуется с нашими данными, свидетельствующими о стимуляции засолени-ем активности фермента Н-АТФ-азы в корнях проростков кукурузы и ячменя и о повышении ацидофицирующей активности корней проростков, а также интактных семян этих культур. 'Кислый' рост клеточных стенок в фазе растяжения обусловлен деятельностью протонных помп /Полевой, 1982/. При совместном действии засоления и цитокинина, как показали наши исследования, активность Н-АТФ-азы и ацидофицирующая способность у наиболее солеустойчивого злака - ячменя - возрастает в большей степени, чем у кукурузы.

Полученные нами данные о положительном влиянии цитокинина подобного вещества - 6-БАП - на физиологические параметры прорастания семян в условиях засоления подтверждаются результатами морфометрических исследований /таблица 5/.{F10}

**Таблица 5**  
**Морфометрические показатели роста 4-дневных проростков кукурузы сорта Одесская 10**

Вариант опыта	Длина гл.корня, мм	Длина coleoptily, мм	Число бок.корней, шт.
контроль H <sub>2</sub> O	23,9±1,5	6,8±0,5	1,35±0,1
NaCl 0,1н	17,0±1,0	5,2±0,8	0,80±0,02
ЦТК 10 мкг/л	37,2±2,6	9,1±1,0	3,12±0,2
NaCl + ЦТК	22,0±1,2	5,9±0,6	2,68±0,1

Как следует из данных таблицы, под влиянием хлоридного засоления произошло уменьшение длины главного корня - в 1,4 раза, числа боковых корней - в 1,68 раз и длины coleoptily - в 1,3 раза. Применение экзогенного цитокинина способствовало улучшению показателей ростовой активности на пресном и засоленном фоне.

Таким образом, одним из приемов, способствующих стимуляции прорастания семян злаковых культур на засолении может стать предварительная обработка семян экзогенными фитогормонами: 6-БАП /5-10 мкг/л/, смесью 6-бензиламиннопурина с гибберелловой кислотой.

Параллельно с изучением действия фитогормонов мы провели исследование влияния на митотическую активность и другие показатели роста пшеницы Безостая 1 инфракрасного лазерного облучения с последующим проращиванием на 0,3% растворе хлорида натрия /опыт/ и воде /контроль/: Для облучения была использована инфракрасная лазерная установка для обработки семян "Урожай".

Как видно из данных рисунка 2, различные режимы обработки инфракрасным лазером оказали положительное влияние на митотическую активность клеток корневой меристемы пшеницы. Лучший эффект на засолении получен при режиме облучения 5 и 90 минут. В этих же режимах отмечено положительное влияние облучения на накопление сухой и сырой биомассы

проростков /преимущественно надземной части/, максимальное увеличение которой по сравнению с контролем составило 25%.

Таким образом, на основании данных экспериментов мы можем заключить, что ингибирующее влияние засоления на прорастание семян и начальный рост проростков может быть частично устранено посредством применения экзогенных регуляторов роста и ИК-лазерного облучения /предварительная обработка семян/.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Авилова Л.Д., Ляхова Н.Ф., Чабанная О.Ф. Цитофизиологическое состояние корневой меристемы прорастающих в условиях засоления семян ячменя // Тезисы докладов IV Всесоюзного симпозиума по солеустойчивости растений. - Ташкент: ФАН. - 1986.- с. 94.
2. Ванюшин Б.Ф., Кирнос М.Д., Александрюшкина Н.И. Метилирование ДНК - регуляция транскрипции //Тезисы докладов II Съезда ВОФР. М: 1992. - с. 18.
3. Заякин В.В., Нам И.Я., Кулаева О.Н. Влияние цитокинина на протеинкиназную активность, ассоциированную с РНК-полимеразой в семядолях люпина //Физиология растений, 1989, т.36 вып.1.-с.11
4. Кабузенко С.Н., Блохин В.Г., Копылов Н.И. Влияние биологически активных веществ на прорастание семян и рост культурных растений на фоне засоления //В сб.: Регуляторы роста растений. -Л: ВНИИР, 1989. с. 79-82
5. Кулаева О.Н. Фитогормоны как регуляторы активности генетического аппарата и синтеза белка у растений //В кн.: Новые направления в физиологии растений. - М : Наука, 1985.-с.62-81//
6. Лакиза Р.И., Ефимов И.Т. Влияние запасов влаги и засоленности почвы на всхожесть семян кукурузы //Почвоведение.-1978, N7.-с.162-167.//
7. Петров-Спирidonов Е.А., Ионева Ж.З. Ионный обмен у растений в условиях хлоридного засоления // Изв. ТСХА.-1987, вып.2.-с. 86-94 //
8. Полевой В.В. Фитогормоны.-Л: Изв. ЛГУ.-1982.с.249.
9. Полевой В.В., Шипарев С.М., Москалева О.В. Гормональная регуляция прорастания семян //В сб. : Физиология семян.-1990.-Душанбе : Дониш.-с.119-123//
10. Романов Г.А. Гормоновызывающие белки растений и проблема рецепции фитогормонов // Физиология растений.-1989.-Т.36 N1 с. 166 //
11. Обручева Н.В. Физиология начальных этапов прорастания семян двудольных растений //Диссерт. на соискание ученой степени доктора биологических наук.- М, 1991.-с.340//
12. Ananiev E.D., Karagyzov L.K., Karanov E.N. Effect of Cytocinins on Ribosomal RNA Gene Expression in Excised Cotyledons of Cucurbita pepo L.// Planta. 1987. v.170. N3. p. 370//
13. Jacmard A., Houssa C. Activation of Replicon Origin by Cytocinins in the Shoot Meristem //j.Еxp.Bot.Suppl.1990 v. 41. p. 1//3

## АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ХИМИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ УСКОРЯЮЩИХ СТРУКТУР

Федоренко А.М., Устименко В.Н., Хрулева О.Д.,  
Соколов Б.А., Бондаренко К.Н.

Специфические свойства сверхпроводящих высокочастотных (СВЧ) структур открывают широкие перспективы в создании на их основе уникальных ускорителей заряженных частиц. Современный этап работ по созданию ускорителей с СВЧ структурами можно охарактеризовать как стадию развития и промышленного освоения ниобиевой технологии.

Явление сверхпроводимости ограничено узким диапазоном допустимых температур. Критическая температура перехода ниобия в сверхпроводящее состояние равна 9.2 К. Применительно к сверхпроводящим устройствам, работающим в сильных полях, требования к стабильности рабочей температуры еще более ужесточаются, поскольку экспоненциальный рост поверхности сопротивления с повышением температуры может вызвать срыв (квенч) сверхпроводящего состояния. Поэтому различные дефекты, вызывающие дополнительные омические потери в стенках СВЧ структуры, должны быть устранены, и наилучший тепловод с рабочей поверхности сверхпроводника к жидкому гелию должен быть обеспечен.

Проблема сводится к серийному изготовлению изделий с требуемыми механическими и физико-химическими свойствами поверхности и объема металла, а именно, к созданию химически чистой (без включений посторонних элементов, оксидов, сорбированных пленок и других механических загрязнений), и также зеркально гладкой рабочей поверхности с минимальным количеством дефектов кристаллической решетки.

Химическое (ХП) и электрохимическое полирование (ЭХП) позволяет удалить металл с поверхности изделий сложной формы без искажения кристаллической решетки обнажаемых нижележащих слоев при заметном улучшении качества обрабатываемой поверхности. Хороший микрорельеф рабочей поверхности ниобия и существенное сокращение времени обработки достигаются при чередовании этих методов обработки.

ЭПХ обеспечивает формирование более гладких поверхностей по сравнению с методом ХП, обладая рядом специфических особенностей. Так, высокая управляемость процессом ЭПХ наряду с возможностью полирования локальных областей поверхностей позволяет применять ЭХП как для устранения поверхностных дефектов, так и для настройки равномерного распределения амплитуды ускоряющего поля по длине СВЧ структуры. Последнее достигается исправлением геометрической конфигурации отдельных ячеек СВЧ структуры путем локального сгибания металла необходимой толщины. Разновидностью ЭХП является оксиполирование (ОП), которое применяется в случаях полирования поверхности изделия с разовым съемом металла в пределах 5-10 нм. Осуществление процесса ЭХП является технологически более сложной задачей, чем для процесса ХП. Тем не менее, достигаемый с помощью ЭХП результат значительно превосходит по качеству возможности ХП. Поэтому проблема поиска технологически приемлемых режимов ведения процесса ЭХП остается по-прежнему актуальной.

В настоящее время сложился общий взгляд на технологию ведения ЭХП металлов, а именно: режим полирования должен обеспечивать формирование на поверхности металла фазовой пассивирующей пленки. Независимо от природы пассивирующих пленок исследователями установлено (1-3), что они должны обладать минимально возможной толщиной с тем, чтобы происходили достаточно быстро процессы ее формирования по электрохимическому

механизму и последующего ее химического растворения, причём, оба этапа должны проходить с близкими по значению скоростями /4/. Полирование металла обычно проводится в стационарном либо в нестационарном режимах. Режимы стационарного ЭХП соответствуют участку так называемого "предельного тока" или "плато" на вольтамперных характеристиках (ВАХ) электрохимической (ЭХ) системы. Режимы нестационарного ЭХП, как правило, основаны на периодическом прерывании и включении поляризующего тока (например, импульсный режим/5/) либо на поляризации изделия переменным током/3/. Для ниобия был обнаружен нестационарный режим ЭХП, не требующий прерывания поляризующего тока или наложения переменноточковой поляризации, — это режим возбуждения периодических во времени автоколебаний по амплитуде тока либо напряжения/6/.

Изменения микрогеометрии поверхности металла при его анодной обработке определяются режимом полирования, фазовым составом поверхности и механизмом растворения металла. Основными причинами образования шероховатости при растворении металла в активном состоянии являются кристаллографические факторы, проявляющиеся в различной энергии перехода иона металла в раствор с различных граней решетки, а также различие электрохимических эквивалентов и электрической проводимости фазовых составляющих сплавов. Микронеровности зарождаются на границе зерна, время формирования микрорельефа составляет 0.3-0.5 с, после чего микрорельеф стабилизируется. В присутствии электролита, разрушающего оксидную защитную пленку, растворение происходит по механизму анодно-анионной активации. В этом случае, характерном для вентильных металлов, при разрушении пленки на поверхности образуется точечная коррозия. Время переходного процесса при этом зависит от природы металла, электролитических и гидродинамических параметров режима и составляет от миллисекунд до десятков секунд /7/. В общем случае для ЭХП вентильных металлов условия формирования и относительной устойчивости пассивирующей пленки на поверхности относительно, очевидно, к определяющим факторам технологического процесса. Для решения задачи по размерному съему ниобия с достижением конечного полирующего эффекта при наладке СВЧ структуры нами проведены исследования с целью усовершенствования импульсного метода и разработаны технология и установка. Установка ЭХП-С-2М (рис.1) изготовлена с целью обеспечения процессов ХП и ЭХП изделий с закрытыми ячейками, с помощью которой подвергаются химической и электрохимической обработке многоячейстые секции с линейным размером до 800 мм и входным отверстием запредельного волновода до 18 мм (с учетом разделения катодного и анодного пространства мелкоячейстой проницаемой мембраной).

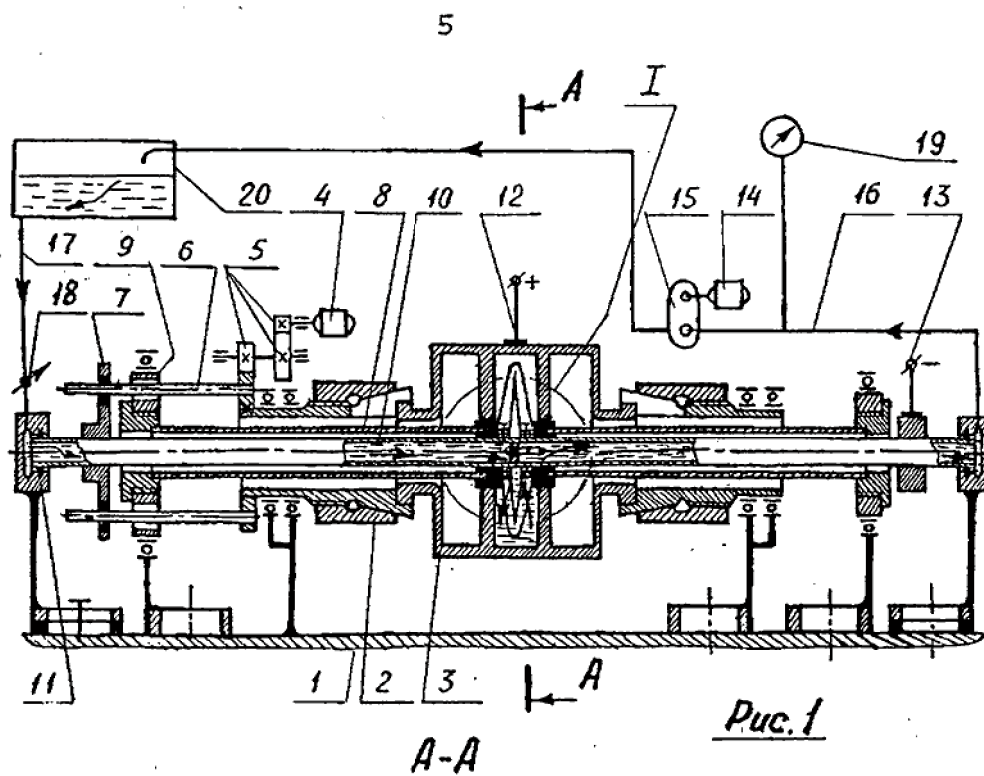


Рис. 1

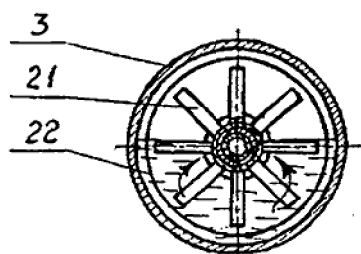


Рис. 2

Рис. 1. Принципиальная схема установки ЭХП-С-2М.

Рис. 2. Катод внутри изделия в рабочем состоянии.

Управление режимами ЭХП осуществляется по команде оператора с пульта управления приборами и оборудованием: а)источником питания СИП-35 или СНП-40; б)регистрирующим прибором комбинированным цифровым ЦЗ01-3; в)регистрирующим прибором комбинированным цифровым ЦЗ00; г)самопишущим регистратором НЗ031-1; д)установкой ЭХП-С-2М; е)реле времени БРВ (модифицированным). В режиме ХП на установке ЭХП-С-2М исключалась подача тока, снималась юбка катода, а все остальные условия режима выполнялись по команде оператора. Основные узлы установки (рис.1): 1-основание установки; 2-узел крепления изделия (анода), обеспечивающий захват либо освобождение изделия в течении 1-2 мин.; 3-секция; 4-электродвигатель редуктора; 5-редуктор для регулирования скорости вращения секции в пределах 0.5...10 обм/мин.; 6-ведущие штифты муфты катода; 7-фланец катода; 8-толкатель; 9-фланец толкателя; 10-трубка катода; 11-соединительная муфта; 12-токоподвод (анод); 13-токоподвод (катод); 14-электродвигатель помпы; 15-помпа поршневая из второпласта для перекачки газожидкостной смеси из катодного

пространства; 16,17-трубопровод; 18-кран; 19-манометр; 20-емкость с рабочим раствором; 21-электрод; 22-юбка катода.

Разработанная оригинальная конструкция катода с изменяющимся профилем поверхности позволила обрабатывать внутренние (закрытые) поверхности рабочих объемов волноводов со съемом ниобия до заданных типоразмеров (рис.2,3): 1-изделие (анод); 2-катод; 3-внешнее кольцо; 4-внутреннее кольцо; 5-трубка катода; 6-распорная втулка; 7-винт; 8-штифт; 9-заглушка; 10-сальник фторопластовый; 11-ткань кислотостойкая (мембрана).

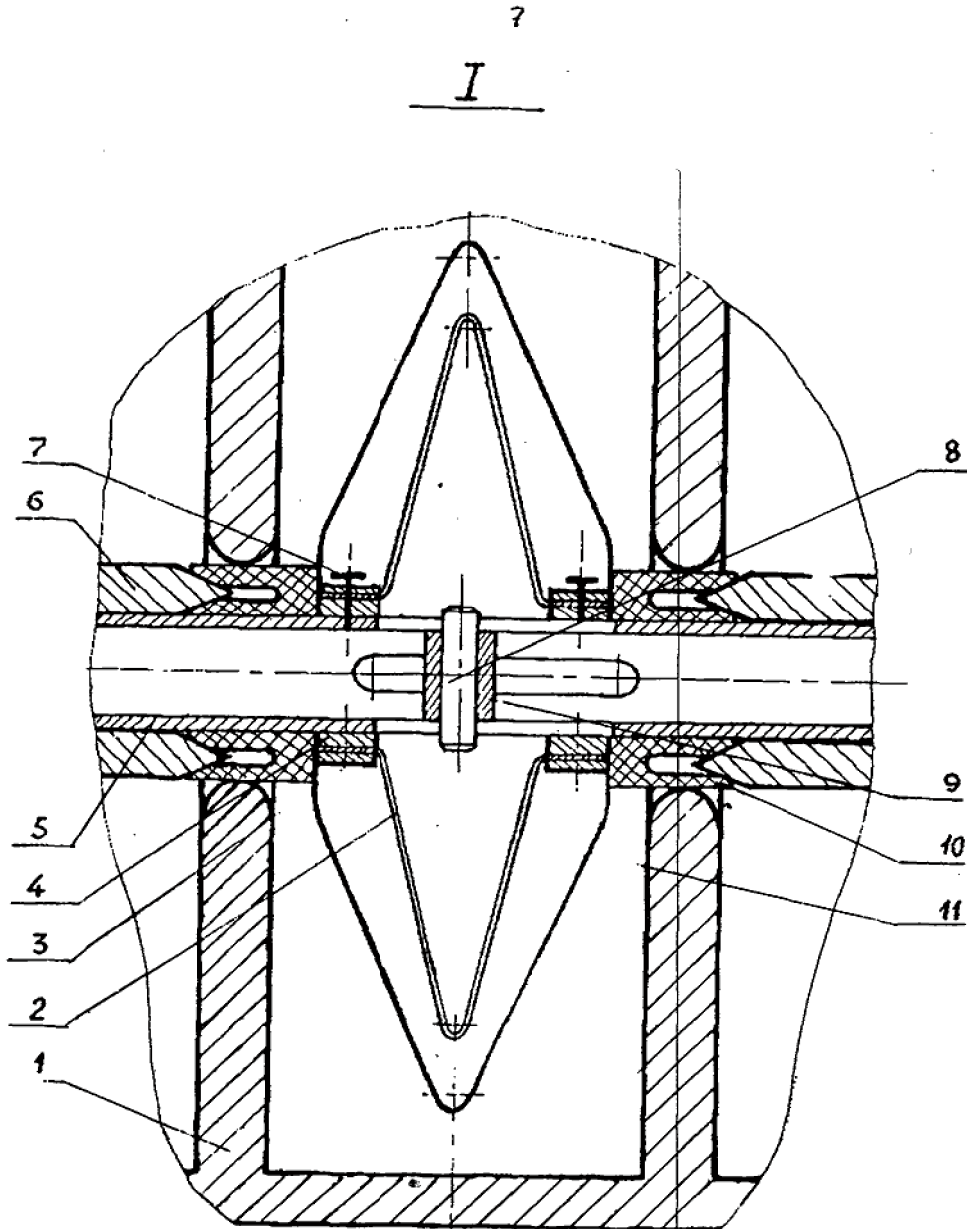


Рис.3

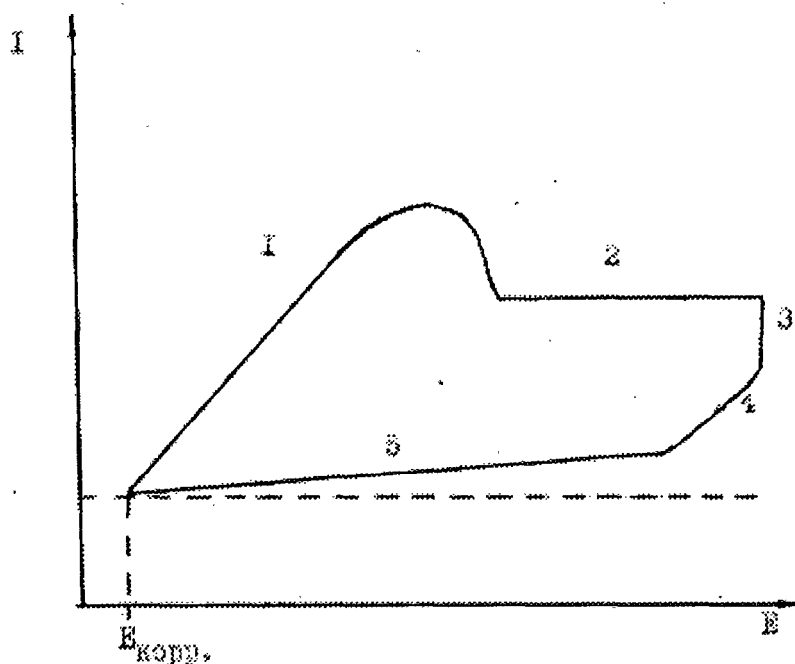
Рис. 3. Конструкция катода.

Полирование изделий проводилось в концентрированных растворах кислот: серной и плавиковой в объемном соотношении 9:1 и другие, содержащие добавки веществ, соглас-

но/8/. При использовании импульсного метода учитывалась величина межэлектронного зазора, которая определялась только конструкцией ванны и достигала величин от 15 до 65 мм (при обработке внешних поверхностей); амплитуда поляризующего напряжения составляла 4,5-9,5 В; длительность импульсов была в пределах 60-100 с; пауза между импульсами выдерживалась 30-45 с. Эффективная скорость съема ниобия по толщине составляла 0,8-1,0 мкм/мин.

Импульсный режим представлял собой смешанный режим обработки, характеризующийся сочетанием стационарного и нестационарного состояния ЭХ системы (рис. 4):

- 1 - нарастание амплитуды потенциала до установленного значения со средней скоростью до 15 В/с (нестационарный режим)
- 2 - стационарный гальваностатический режим
- 3 - стационарный потенциостатический режим
- 4 - отключение источника питания (нестационарный режим)
- 5 - этап установления в системе начального потенциала коррозии.



Этапы 2 и 3 соответствовали режимам формирования, а этапы 4 и 5 - режимам растворения пассивирующей пленки. Соотношением длительности этих этапов объясняется тот факт, что скважность импульса оказалась одним из главных технологических параметров процесса ЭХП и составляла значение от 2:1 до 1:2.

Кроме того, обработку поверхности вели "пакетами импульсов", обеспечивающими съем металла по 10 - 20 мкм, тем самым, был устранен эффект предельно приобретенной шероховатости/9/, обусловленной, главным образом, неоднородностью поляризующего поля вдоль поверхности и замедленным отводом газообразных продуктов от поверхности, - в результате паузы 90-120 с между "пакетами импульсов" происходила дегазация анолита, что устраняло основную причину питтингообразования. Применение полупогружного метода обработки также способствовало процессу дегазации анолита.

Главным преимуществом разработанного импульсного метода по отношению к режиму автоколебаний явилась его управляемость с сохранением основных характеристик и этапов поляризации ниобия (рис.4).

Контроль и введение процесса ЭХП включали в себя следующие операции:



- получение и анализ анодных поляризационных характеристик ниобия в рабочем растворе для выбора и корректировки величины клеммного напряжения на ванне;
- установление оптимального режима ЭХП в соответствии с ранее разработанными критериями оценки состояния анода и ванны/10/;
- ведение процесса ЭХП с автоматическим контролем рабочих параметров ванны и режимов включения-выключения внешней электрической цепи.

Применение такой модифицированной технологии ЭХП позволило провести корректировку профилей волноводов 1 и 2 СВЧ структуры (площадью секции до 1,7 кв.дм) до заданных типоразмеров.

Разработанные режимы позволяют обрабатывать изделия из материалов моно- и поликристаллической структуры, прошедшие механические операции (прокат, формование, точение, фрезерование и пр.), прошедшие или не прошедшие термическую обработку. Шероховатость поверхности после обработки находилась в пределах  $R_a=0,015-0,030$  мкм). В технологическом процессе возможны чередования ХР и ЭХР, что существенно повышает добротность СВЧ структуры. При необходимости защиты поверхности изделий от поверхностных загрязнений она может быть покрыта однородной фазовой оксидной пленкой заданной толщины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Грихилес С.Я. Обезжиривание, травление и полирование металлов. Л.: Машиностроение. - 1983.-101 с.
2. Дикусар А.И., Энгельгардт Г.Р., Петренко В.И., Петров Ю.Н. Электродные процессы и процессы переноса при электрохимической размерной обработке металлов. - Кишинев: Штиинца. -1983.-207 с.
3. Каданер Л.И., Ермолов И.П., Федченко В.Н. Электрохимическое поведение ниобия в водных и неводных средах //Итоги науки и техники. Сер. Электрохимия.Т.21.-М.:ВИНИТИ.-1984.-С.227-269.
4. Грихилес С.Я. Электрохимическое и химическое полирование. - Л.:Машиностроение.-1987.-232 с.
5. Васько А.Т., Ковач С.К. Электрохимия тугоплавких металлов. -К.: Техника. -1983.-С.133.
6. MARTENS H., DIEPERS H., SUN F.S., SHMIDT A new method of electropolishing niobium //PHYS. LETT. V.37A.-1971.-р.139-140.
7. Кащеев В.Д. Влияние различных видов электрохимической обработки на шероховатость поверхности металлов //Электродные процессы и технология электрохимической размерной обработки металлов. Кишинев: Штиинца. -1980.-С.100-118.
8. Федоренко А.М., Цаганкова Т.А., Джафарова С.Э. Электролит для химического и электрохимического полирования ниобия. Заявка N 5017802 (СССР).
9. Варенко Е.С., Лошкарева Ю.М., Тарасова Л.П. Шероховатость поверхности латуни в растворах ортофосорной кислоты //Электрохимия. Т.27. Вып. I.-1991.
10. Наладка ускоряющей ВЧ-структуры методами химической и электрохимической обработки /Симферопольский госуниверситет. N Госрегистрации УА 01000148 Р. Симферополь-1992.

## СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА МАКРОМОЛЕКУЛ И ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЯХ ОРГАНИЗМА

Толкачева Н.В., Коношенко С.Н., Мартынюк В.С., Залевская И.Н., Гемберг О.П.,  
Лысенко И.Н., Бабусайли Абдулла, Абдель Рахман Эльтахир

Исследование молекулярных и метаболических механизмов адапционных реакций организма животных и человека в ответ на действие разнообразных факторов среды является одной из важнейших проблем современной экологической биохимии, физиологии и медицины. В последнее время большое внимание уделяется вопросам индивидуальной реактивности и устойчивости организмов по отношению к факторам внешней среды. Общеизвестно, что характер адапционных реакций определяется физиологическим состоянием организма (норма, стресс, патология), а также индивидуально-типологическими особенностями ЦНС, эндокринной регуляции, состояния определенных стресслимитирующих механизмов, важным звеном которой является антиоксидантная система [1,5] и состояния основного метаболизма клеток и тканей. Метаболическая ситуация, в свою очередь, определяет характер активации генов [5,6] и посттрансляционных модификаций белковых молекул, что отражается на их структурно-функциональных свойствах [11]. Одним из звеньев биохимической адаптации при указанных состояниях организма является альбумин, выполняющий важную роль в транспорте разнообразных экзогенных и эндогенных соединений и их регуляции в русле крови. В системе теоретических и практических проблем, раскрывающих характер молекулярных повреждений этого белка, особое значение имеют исследования, начатые в 50-е годы Г.В.Троицким [10]. Впервые высказанное им предположение о постсинтетической модификации молекул альбумина нашло свое подтверждение в дальнейших работах Д.А.Соркиной, Г.Ю.Ажицкого, С.Н.Борисенко, Н.В.Толкачевой и других авторов [8,9,12].

Не менее важным направлением молекулярной биологии является изучение физико-химических и структурно-функциональных особенностей физиологически активных молекул, а также молекулярно-адапционных механизмов в эволюционном аспекте. Решение проблем сравнительной биохимии требует все большего внимания исследователей к изучению гомологичных белков, выполняющих одинаковую функцию в разных организмах [4, 16, 17]. Гемоглобин, наряду с другими биополимерами, является одним из объектов филогенетического анализа.

Таким образом, изучение структурно-функциональных свойств макромолекул и состояния метаболических процессов при разнообразных физиологических состояниях в зависимости от индивидуально-типологических особенностей организма является актуальной задачей современной экспериментальной биологии и медицины.

В настоящих исследованиях для оценки структурно-функциональных свойств белков и метаболических процессов были использованы электрофоретические, хроматографические, иммуно-химические, спектральные методы (КД, ДОВ, ДТПС, ИК- и флуоресцентная спектроскопия), а также сканирующая микрокалориметрия, ЯМР-релаксация, спектрофотометрический метод построения кривых кислородной диссоциации оксигемоглобинов, энзиматические методы.

Нами проведен анализ связи физиологических показателей с состоянием ПОЛ, ТДО и отдельными показателями энергетического обмена в крови, а также головном мозге животных в норме.

Как известно [7], индивидуально-типологические особенности организма животных можно быстро и надежно оценить с помощью метода "открытого поля". Суть метода заключается в том, что помещение животного в новое окружение инициирует исследовательское поведение, которое в то же время подавляется эмоцией страха. В зависимости от типологических особенностей ЦНС две указанные антагонистические тенденции у животных проявляются по-разному. Одни демонстрируют более высокую ориентировочно-исследовательскую реакцию, другие - более выраженную реакцию страха и тревоги.

В многочисленных исследованиях установлено, что животные с низким уровнем ориентировочно-исследовательского поведения в "открытом поле" характеризуются низкой стрессоустойчивостью, низкими порогами чувствительности к действию стресс-факторов, низкой уравновешенностью нервных процессов, более высокой отрицательной эмоциональностью. Животные, проявляющие высокое исследовательское поведение в "открытом поле", имеют, как правило, противоположные качества.

В наших исследованиях установлена достаточно выраженная связь метаболических процессов в головном мозге и плазме крови с характером исследовательского поведения животных, а, следовательно, и с типом ЦНС.

Для животных с низкой исследовательской активностью характерны высокие уровни содержания продуктов перекисного окисления липидов и тиоловых групп в коре больших полушарий, низкие значения данных показателей в гипоталамусе, высокая активность сукцинатдегидрогеназы и низкая - NADH-дегидрогеназы и моноаминоксидазы.

У животных с высоким уровнем ориентировочно-исследовательского поведения имеет место противоположная метаболическая ситуация, которая характеризуется более низким уровнем содержания продуктов перекисного окисления липидов и суммарных тиоловых групп в коре больших полушарий, низкой активностью сукцинатдегидрогеназы и высокой активностью NADH-дегидрогеназы и моноаминоксидазы.

В крови у экспериментальных животных уровень исследовательской активности отрицательно коррелирует с содержанием суммарных тиоловых групп и конечных продуктов свободнорадикального окисления и положительно - с концентрацией липидов. Следует отметить, что в экспериментах, проведенных на цыплятах породы Белый Корниш, было установлено, что уровень содержания суммарных тиоловых групп сыворотки крови сильно варьирует в популяции и отрицательно коррелирует с уровнем конверсии корма. Сопоставление результатов, полученных на лабораторных животных и на домашней птице, позволяет установить причинно-следственные связи между типом ЦНС, нейроэндокринной регуляцией, стрессоустойчивостью, характером метаболизма и уровнем конверсии корма. Согласно нашим данным, животные с низкой конверсией корма характеризуются слабой, неуравновешенной нервной системой и низкой стрессоустойчивостью.

Таким образом, экспериментальные факты свидетельствуют о глубоких причинно-следственных связях метаболических процессов, протекающих в различных тканях организма, с типом высшей нервной деятельности. Применение типологического подхода для метаболических процессов позволит существенно расширить и систематизировать современные представления о механизмах формирования разнообразных физиологических состояний, а также разрабатывать системы прогнозирования индивидуальной чувствительности и реактивности животных и человека в ответ на действие разнообразных факторов среды. В то же время оценка индивидуально-типологических особенностей метаболических процессов может быть полезной в селекционной практике с целью выявления животных с ценными хозяйственными признаками.

Для изучения структурно-функциональных свойств альбумина при различных физиологических состояниях обследованы спортсмены разной квалификации (МСМК, МС, 1-й разряд), выполнявшие физическую нагрузку различной мощности и больные с заболеваниями сердечно-сосудистой системы и злокачественными новообразованиями.

Определение содержания общих липидов в составе сывороточного альбумина (СА) позволило установить их стационарные концентрации у здоровых лиц и выявить масштаб изменений в условиях меняющихся метаболических ситуаций в достаточно широких пределах (от 2.3 мг/100 мг белка до 11.0 мг/100 мг белка).

Качественный анализ фракционного состава липидов выявил такие фракции как ФЭА, ФИ, ЛФ, СМ, что не исключает возможности компенсаторного включения альбумина крови в процессы обменяемости липидов в мембранах липопротеинов, что, возможно, свидетельствует о функционировании системы транспортных белков.

В регуляции многочисленных функций организма, как известно, особое значение имеют ПНЖК. В последние годы чрезвычайно возрос интерес к изучению биологических свойств ПНЖК семейства  $\omega 3$ . В ряде публикаций показано их положительное влияние в качестве

фактора, снижающего риск сердечно-сосудистых заболеваний, их гипохолестеринемическое и гипотензивное действие, способность снижать агрегацию тромбоцитов, удлинять время свертывания крови [13, 14]. В исследованиях, проведенных на животных, показана способность жирных кислот  $\omega 3$  подавлять рост опухолей, что связывают с возможным их действием на биосинтез простагландинов [15]. Нами выявлены определенные закономерности в содержании ПНЖК этого семейства у онкологических больных. Установлен факт увеличения жирных кислот  $\omega 3$  при онкопатологии гепато-дуоденальной зоны на поздних стадиях развития заболевания, рассматриваемый нами как проявление неспецифических защитных реакций организма. В то же время при изучении жирнокислотного состава СА у больных раком легких и молочной железы показано снижение ПНЖК  $\omega 3$  на начальных стадиях развития злокачественной опухоли, что свидетельствует о возможности использования данного показателя как диагностического теста.

Одним из путей превращения жирных кислот является их включение в реакции перекисного окисления липидов. До настоящего времени все еще остаются малоизученными вопросы, касающиеся метаболизма, транспорта и непосредственного участия альбумина в процессах ПОЛ. Нами показано, что альбумин сыворотки крови практически здоровых лиц связывает некоторое количество эндогенных перекисей. Общей закономерностью в лигандировании продуктов ПОЛ СА при различных состояниях организма явилось повышение активности белка в их транспорте. У спортсменов различной специализации под влиянием физической нагрузки отмечалось снижение уровня продуктов ПОЛ, что согласно существующим представлениям рассматривается как благоприятный диагностический признак. Полученные результаты не исключают возможности активного использования гидроперекисей в качестве дополнительного источника энергии по иному механизму, отличному от пути  $\beta$ -окисления жирных кислот. Следует отметить значительно более высокое содержание эндогенных перекисей в альбуминовом комплексе больных циррозом и злокачественными опухолями различной локализации по сравнению с заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Различный масштаб реагирования СА на интенсивность процессов ПОЛ сочетается с уменьшением у этих больных доли арахидоновой кислоты, которая, как известно, является основным субстратом для ПОЛ.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о резко выраженной "перегруженности" молекул СА различными лигандами, что несомненно должно отражаться на их конформационном состоянии. Методами спектрального и флуоресцентного анализа было проведено изучение СА онкологических больных. Полученные данные подтверждают имеющиеся представления о конформационной изменчивости молекул альбумина при патологии, что выражается в уменьшении количества спиральных структур и доступных пертурбации тирозилов, а также поверхностно-ориентированных и более глубоких зон сорбции АНС и ФНА, соответственно [8,9,12]. Оценка резервной функциональной активности (РФА) и термостабильности СА онкобольных (рак молочной железы и легких) выявила явно выраженную динамику этих показателей в зависимости от характера и степени тяжести заболевания. Так, РФА альбумина снижалась до 52.8% при раке молочной железы и 29.4% при раке легких у больных с четвертой стадией развития опухоли. Результаты дифференциальной сканирующей микрокалориметрии показали резкое снижение удельной энтальпии денатурации на начальных этапах патологического процесса. В то же время при воздействии регулярных физических нагрузок выявлены лишь локальные конформационные изменения в области неупорядоченных структур.

Для оценки филогенетических особенностей структурных и функциональных свойств гемоглобинов позвоночных в качестве объектов служили половозрелые особи 13-ти представителей шести классов позвоночных: человека, быка, свиньи, тюленя, голубя, кур, водяного ужа, травяной лягушки, серой жабы, кефали-сингиль, карпа, толстолоба и речной миноги.

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что подавляющее большинство изученных гемоглобинов у представителей различных классов позвоночных являются гетерогенными и разделяются методом электрофореза в 7%-ном ПААГ на две и большее количество фракций. Наблюдается тенденция снижения относительной электрофоретической подвижности гемоглобинов в ряду позвоночных от круглоротых и рыб к млекопитающим.

Изучение сродства к кислороду электрофоретических фракций гемоглобинов позволило установить различия в состоянии их функциональной активности. Наиболее высоким сродством к кислороду отличаются главные фракции гемоглобинов миноги и представителей класса рыб. В характере изменений сродства гемоглобинов к кислороду прослеживается определенная закономерность: снижение сродства к кислороду при переходе от низших филогенетических групп позвоночных к высшим. Наиболее значительные изменения наблюдаются при переходе от класса рыб к классу земноводных, а также от земноводных и пресмыкающихся к классу птиц.

Дальнейшее изучение внутримолекулярной структуры гемоглобинов методами ЯМР-релаксации и флуоресцентного анализа позволило установить филогенетические различия гемоглобинов в уровне внутримолекулярной подвижности, степени гидрофобности и в плотности упаковки различных областей белковой глобулы. Показано, что в процессе филогенеза осуществлялось закономерное увеличение внутримолекулярной подвижности гемоглобина и, вместе с тем, уменьшение плотности упаковки центральных участков молекулы.

На основании результатов флуоресцентного анализа можно сделать предположение о том, что на изменения внутримолекулярной структуры гемоглобина, которые осуществлялись в процессе эволюции, накладывались определенные ограничения.

Центральные области молекулы гемоглобина претерпевали более жесткие ограничения в размерах и степени гидрофобности, что должно быть принципиально важным для поддержания пространственной структуры молекулы и ее оптимального функционирования. Периферийные области молекулы гемоглобина претерпевали более жесткие ограничения в плотности упаковки, что также могло иметь большое значение для сохранения общей структурной организации каждой из субъединиц. Менее жесткие ограничения в плотности упаковки претерпевали центральные области молекулы гемоглобина. Для этих областей большее значение имеет сохранение оптимальных размеров и степени гидрофобности, что согласуется с имеющимися в литературе представлениями [2, 3]. Вместе с тем можно предположить, что более выраженные изменения в плотности упаковки в центральных областях молекулы гемоглобина (неполярное "ядро" каждой из субъединиц, гидрофобная полость между субъединицами в тетрамере) могут быть одной из причин видовых различий гемоглобинов в уровне внутримолекулярной подвиж-

ности,  $R \rightleftharpoons T$  - конформационного переходов и в функциональной активности. Можно также предположить, что определенные структурные блоки белковой молекулы, в формировании которых заняты преимущественно гидрофобные аминокислотные остатки, в основном сформировались на раннем этапе эволюции гемоглобина. Дальнейшие, даже незначительные изменения гидрофобных участков белковой молекулы в процессе филогенеза могли способствовать совершенствованию структурно-функциональных свойств гемоглобина.

Филогенетические особенности внутримолекулярной структуры гемоглобинов прослеживаются в различиях общего объема гидрофобных полостей (солюбилизация бензола растворами гемоглобинов) и в количестве титруемых поверхностных тирозилов. Отмечена взаимосвязь в характере изменений общего объема гидрофобных полостей белковой молекулы и плотности ее центральных областей. При переходе от низших филогенетических групп позвоночных к высшим снижается микровязкость зон сорбции ФНА и увеличивается общий объем гидрофобных полостей, что в целом свидетельствует о снижении компактности упаковки белковых глобул. Возможно, это и является основной причиной увеличения внутримолекулярной подвижности гемоглобинов в ряду позвоночных от круглоротых до птиц и млекопитающих.

Очевидно, в процессе филогенеза осуществлялось неравномерное развитие внутримолекулярной структуры и функциональных свойств гемоглобина, в результате которого изменение кислородо-транспортных свойств гемоглобина, вероятно, шло в направлении повышения его эффективности на этапе разгрузки в тканях, что должно было иметь определенное физиологическое значение.

Таким образом, развитие эволюционных представлений о формировании структуры и функции гемоглобинов дает возможность лучше понять основы молекулярных адаптаций в филогенезе и определить закономерности, связанные с развитием внутримолекулярных взаимо-

действий как в гемоглобине, так и в других физиологически важных белках. В частности, адаптационные характеристики структурно-функционального состояния альбумина в различных метаболических ситуациях могут иметь важное значение в изучении альбумин-рецепторных взаимодействий, транслокации лигандов через клеточные мембраны, диссоциации лигандальбуминовых комплексов и катаболизма этого белка. Решение указанных проблем позволит существенно расширить и систематизировать современные представления о молекулярных и метаболических механизмах формирования разнообразных физиологических состояний, а также разрабатывать системы прогнозирования индивидуальной чувствительности и реактивности животных и человека в ответ на действие разнообразных факторов среды. И хотя в течение последних лет уже появились работы такого характера, предстоит углубленное развитие этих проблем как одной из важнейших задач современной молекулярной биологии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах - М.:Наука,1972. - 252 с.
2. Волькенштейн М.В. Биополимеры и эволюция // Мол. биология - 1985. - Т.19, вып. 1. - С. 55-66.
3. Кимура М. Молекулярная эволюция: теория нейтральности. -М.: Мир. - 1985. - 398 с.
4. Крепс Е.М. Об эволюции морфофизиологической и эволюции биохимической //Журн. эвол. биохим. и физиол. - 1976. -Т.12, 7 \_0N 6. - С. 493-522.
5. Меерсон Ф.З. Адаптация к стрессорным ситуациям и стресслимитирующие системы //Руководство по физиологии адаптационных процессов. М.:Наука, 1986.-640 с.
6. Меерсон Ф.З., Малышев И.Ю. Феномен адаптационной стабилизации структур и защита сердца. - М.:Наука, 1993. - 159с.
7. Симагин В.Н., Зухарь А.В., Куликов М.А. Тип нервной системы, стрессоустойчивость и репродуктивная функция. - М.: Наука,1988. - 135 с.
8. Соркина Д.А. Конформационные изменения белков сыворотки в процессе выполнения ими транспортной функции //Вопр.мед.химии. - 1967. - Т.13. - N 3. - С. 263-270.
9. Толкачева Н.В., Левачев М.М., Кулакова С.Н. и др. Структурно-функциональная оценка СА при онкологических заболеваниях //Вопр. онкол.-1991.-N 3.-С. 293-297.
10. Троицкий Г.В. Изменение белков крови животных в процессе выполнения ими транспортной функции //Тез.5 съезда Укр.общества физиологов, биохимиков и фармакологов. - Киев., 1956. - С. 320-321.
11. Троицкий Г.В. Постсинтетическая модификация белков при патологии. //Укр.биохим.журн. -1987. -Т.59. - N 2. -С. 91-117.
12. Троицкий Г.В., Ажицкий Г.Ю., Багдасарьян С.Н., Толкачева Н.В. Изменения структуры и изменчивость сывороточного альбумина в норме и при патологии //Мол. биол. - 1976. - N 12. - С. 89-98.
13. Gueriquion J.L. Prostaglandin macromolecule interactions. //J. Pharmacol. and Exp. Ther.-1976.-V.2.-P.391-401.
14. Lands W.E.M. Renewed questions about polyunsaturated fatty acid //Nutr.Rev. -1986.-V.44,N 6.-P. 189-195.
15. Karmali R.A., March J., Fucsh C. Effect of 7 w\_03 fatty acids on growth of a rat mammary tumor //J. NCI. - 1884.-V.73. - P. 457-461.
16. Kimura M. Estimation of evolutionary distances between homologous nucleotide sequences //Proc.Natl.Acad.Sci.USA - 1981. - V.78. - P. 454-458.
17. Zuckerkandl E. The appearance of new structures and functions in proteins during evolution //J.Mol. Evol. -1975. -V.7, 7 \_0N 1. - P. 1-57.

## ЗНАЧЕНИЕ ГАЗООБМЕННОЙ ФУНКЦИИ ЛЕГКИХ В МЕХАНИЗМЕ РАЗВИТИЯ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО АЦИДОЗА И МЫШЕЧНОГО УТОМЛЕНИЯ

Н.П.Красников, А.П.Шишкалова

Мышечное утомление как временное снижение физической работоспособности человека и его функционального состояния изучается с давних пор [1,2]. Большое внимание при этом уделяется центрально корковому аппарату, определяющему функции двигательного анализатора [3]. Однако энергетика мышц может быть ограничена функциями внешнего дыхания [4], поскольку в состоянии утомления снижается диффузионная способность легких [5], газообмен [6], максимальное потребление кислорода [7], кроме того, мышечная деятельность сопровождается развитием глубокого метаболического ацидоза, что может служить препятствием на пути к высоким спортивным достижениям [8].

В отношении механизма развития метаболического ацидоза под влиянием мускульной работы имеются различные мнения. Впервые предположение о причине накопления молочной кислоты в сокращающихся мышцах высказал А.Хилл [9]. Он указал на возможность снижения притока кислорода в клетки функционирующих тканей в самом начале мышечной деятельности, поскольку дыхательная система не в состоянии сразу обеспечить повышенный кислородный запрос. С тех пор было опубликовано большое количество работ по этому поводу [10,11]. Однако никто не смог представить убедительных доказательств, раскрывающих возможность возникновения кислородного долга, провоцирующего развитие гипоксии в тканях. Напротив, появились работы, авторы которых показывают, что под влиянием спорта гипоксия не возникает [12], что концепция о кислородном долге не корректна [13], что такие понятия как алактатный и лактатный кислородный долг не имеют под собой научной основы [14], что скорость образования молочной кислоты не зависит от потребления кислорода [15].

Учитывая наличие различных суждений по данной проблеме, мы, проводя исследования, ставили задачу определить значение газообменной функции легких в механизме развития метаболического ацидоза. Каждый раз применялся метод тестирования с постепенным ступенчатым повышением нагрузки до полного утомления, исключающий возможность развития гипоксии, поскольку кислородный долг может возникать лишь при резком усилении мышечной активности. Непосредственно во время работы у спортсменов регистрировали потребление кислорода ( $\dot{V}O_2$ ), выделение углекислого газа ( $\dot{V}CO_2$ ), дыхательный коэффициент (ДК), уровень органических кислот (ВЕ). По данным кислотно-основного состояния крови (КОС) определяли порог анаэробного обмена и лактатную кривую, характеризующую зависимость накопления молочной кислоты от величины преодолеваемой нагрузки.

Как показали исследования, мышечная работа ступенчато-повышающейся мощности приводила к усилению дыхательной функции. Обмен легочной вентиляции прогрессирующе увеличивался и достигал на последней ступени тестирования  $130,4 \pm 10,2$  л/мин, что способствовало в целом повышению газообмена. Потребление кислорода увеличивалось более чем в 15 раз по отношению к исходным данным. Дыхательный коэффициент составлял 0,986 относительных единиц, свидетельствуя о том, что интенсивная мышечная деятельность обеспечивается энергией от расщепления углеводов. В условиях предельно переносимой физической нагрузки выделение метаболического  $CO_2$  через легкие точно соответствуют уровню МПК. В таком состоянии вся энергия воспроизводилась благодаря поступлению кислорода в ткани и его использованию в реакциях обмена веществ. Кислородный долг не проявлялся, так как не было при этом увеличения дыхательного коэффициента свыше единицы.

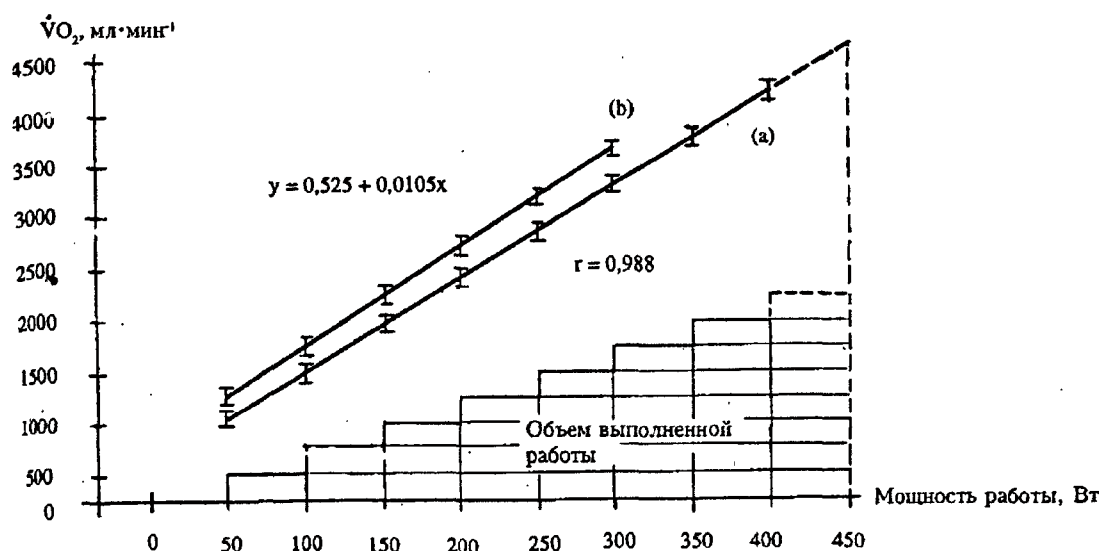


Рис. 1. Динамика потребления кислорода у спортсменов-стайеров высокой (а) и низкой квалификации под влиянием работы ступенчато-повышающейся мощности до полного утомления.

Зависимость утилизации кислорода от величины преодолеваемой нагрузки, представленная на рисунке 1, выражается уравнением линейной регрессии:  $Y = A + B \cdot x$

Для практического использования этой формулы необходимо знать постоянные значения коэффициентов А и В, которые определяются путем решения системы уравнений с двумя неизвестными [16]. После соответствующих расчетов уравнение становится доступным для практического использования в спорте:

$Y = 0.525 + 0.0105 \cdot x$ , где Y-искомая величина потребления кислорода при работе определенной мощности (л/мин); X-величина физической нагрузки (Вт); 0,0105-коэффициент линейной регрессии; 0,525-показатель, отражающий прирост потребления кислорода на каждой ступени. С помощью уравнения можно определять уровень потребления кислорода при любой нагрузке и прогнозировать МПК при мышечной работе, например, мощностью 450 Вт. Расчет максимального потребления кислорода производится следующим образом:

$$Y_{450} = 0.525 + 0.0105 \cdot 450 = 5.255 \text{ л/мин.}$$

Следовательно, при достижении МПК, равного 5,2 л/мин, появляется реальная возможность преодоления физической нагрузки, значением в 450 Вт.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что в условиях максимального потребления кислорода развитие гипоксии тканей представляется сомнительным явлением, поскольку на всех ступенях велоэргометрического тестирования была выявлена статистически достоверная связь между показателями преодолеваемой нагрузки и данными  $\dot{V}O_2$ . Отмеченная взаимосвязь сохранялась также и при максимальном потреблении кислорода, что позволяет надежно диагностировать специальную подготовленность спортсмена по достигнутому  $\dot{V}O_{2 \text{ max}}$ . И, наоборот, о максимальном потреблении кислорода можно судить по величине преодолеваемой нагрузки.

Динамика газообмена, которая была выявлена при функциональном тестировании, и высокая корреляционная связь между показателями исследуемых функций свидетельствуют о том, что мышечная работа ступенчато-повышающейся мощности совершалась в аэробных



условиях: что биоэнергетические потребности организма полностью удовлетворялись газообменной функцией легких.

Кроме того, в наших исследованиях изучалось влияние максимальной величины потребления кислорода на уровень накопления органических кислот. Экспериментально были выявлены следующие особенности. С повышением физической подготовленности увеличивается показатель МПК и одновременно с ним нарастает избыток в тканях органических кислот. В этом случае максимальное потребление кислорода не снижает уровень накопления продуктов неполного распада энергетических веществ. Однако МПК очень четко влияет на порог анаэробного обмена и положение лактатной кривой, смещая их проявление в режим наибольшей мощности, расширяя тем самым диапазон аэробной работы, что представляет практический интерес в спорте, так как рекордные достижения возможны при высоком значении  $\dot{V} O_2 \max$  [4,6,7].

Вместе с тем было выявлено, что МПК и максимальная величина преодолеваемой нагрузки не коррелирует с нарастающим уровнем органических кислот. Это значит, что молочная кислота, продуцируемая в скелетных мышцах, не лимитирует физическую работоспособность и не оказывает влияние на максимальное потребление кислорода. Возможно, наоборот, высокая концентрация лактата в крови вызывает потребность увеличения притока кислорода и активизации вентилярной функции легких. В таком случае аккумуляция молочной кислоты в состоянии утомления будет способствовать в первую очередь повышению объема легочной вентиляции и усилению газообмена.

Таким образом, опираясь на результаты собственных исследований и данные литературы, мы приходим к выводу о том, что при мышечной работе ступенчато-повышающейся мощности кислородный долг не возникает, гипоксия в тканях не проявляется. Следовательно, накопление молочной кислоты в сокращающихся мышцах не связано с дефицитом кислорода, а является результатом нарушения баланса двух противоположных процессов - образования лактата и его утилизации, что подтверждается целым рядом исследований [15,17].

### Л и т е р а т у р а

1. Маршак М.Е. "Русский физиологический журнал", 1932, т.14, N 2-3 с.204-222
2. Лейник М.В. К учению о физиологических основах рационального труда и отдыха. Киев, Госмедиздат УССР, 1951, 130 с.
3. Розенблат В.В. Утомление. Руководство по физиологии труда. М., Медицина, 1983, с.227-250.
4. Михайлов В.В. Дыхание спортсмена. М., ФиС, 1983, 103 с.
5. Коц Я.М. Физиология мышечной деятельности. М., ФиС, 1982, с.34-35
6. Волков В.М. Восстановительные процессы в спорте. М., ФиС, 1977, 142 с.
7. Кучкин С.Н., Бакулин С.А. Аэробная производительность и методы ее повышения. Волгоград, 1985, 176 с.
8. Astrand I. "Acta Physiologica Scandinavica". 1963, V.58, N 4, p.359-367.
9. Hill A.V. Muscular activity. London, Tindall, 1926, 115 p.
10. Margaria R., Edwards H.T., Dill D.E. "Amer.J.Physiol"., 1933, V.106, N 5, p.687-715.
11. Cerretelli P. "Medicine Sport Sci", 1984, N 1, p.68-80
12. Михайлов В.В., Козлов А.Б. "Теория и практика физической культуры", 1977, N 3, с.57-60.
13. Brooks G.A., Gaesser G. "Appl. Physiol.", 1980, V.49, p.1057-1068
14. Segal S.S., Brooks G.A. "J. Appl. Physiol.:Respirat. Environ. Physiol.", 1979, V.47, p.514-521.
15. Connett R.J., Gayeski T.E.J., Honig C.R. "Amer. J. Physiol.", 1985, V. 248, N 6, pt 2, p.922-929.
16. Урбах В.Ю. Биометрические методы. М., Наука, 1964, 415 с.
17. Hollozy J. "Exerc. Sport. Sci. Reviews", 1973, V.1, N 1, p.45-71.

## ПЛАНИРОВАНИЕ И ВЫБОР СРЕДСТВ ТРЕНИРОВКИ БЕГУНОВ НА СРЕДНИЕ ДИСТАНЦИИ

Т. Ф. Корнев, заслуженный тренер Украины

Система тренировок бегунов на средние дистанции совершенствовалась в течение многих лет. Анализ подготовки бегунов Крыма на средние дистанции за 30 лет показал, что рост результатов обеспечивался, в первую очередь, по линии увеличения объема и интенсивности тренировочной нагрузки, а также совершенствования методики физической подготовки. Физическая подготовленность тесно взаимосвязана с технической и другими видами подготовленности спортсменов.

Спортивные результаты в беге на средние дистанции в основном определяются развитием качества выносливости. В педагогическом аспекте условно выделяют два вида выносливости: общую и специальную. Последняя представляет собой многокомпонентное понятие, поскольку связано с рядом факторов, к которым относятся силовая выносливость, скоростные способности, техника бега, психические качества и др. Определяющим в подготовке бегуна на средние дистанции является вопрос соотношения объема и интенсивности.

Оно изменяется в различные периоды тренировки и определяется с учетом состояния тренированности спортсменов, с учетом целей, поставленных для данного периода, и зависит от физиологических реакций организма. Поскольку организм приспосабливается к данной нагрузке, следует периодически изменять объем и интенсивность тренировки, чтобы обеспечить воздействие на организм новых раздражителей (принцип вариативности нагрузки, основанный на общебиологическом принципе адаптации).

Объем и интенсивность могут возрастать до определенного предела, причем они конкурирующе взаимодействуют: с увеличением объема сокращается интенсивность и наоборот. Правильная дозировка объема и интенсивности с учетом принципа индивидуализации является основой наращивания работоспособности.

Все тренировочные нагрузки согласно квалификации разделены на 6 зон интенсивности. К ПЕРВОЙ ЗОНЕ относятся нагрузки в виде длительного, равномерного бега, выполняемые при частоте сердечных сокращений до 130 уд/мин. Педагогической направленностью этой нагрузки является стимуляция процесса восстановления после напряженной деятельности. Однако, с точки зрения повышения тренированности бегунов, такой бег малоэффективен.

ВО ВТОРУЮ ЗОНУ входит длительный, непрерывный и равномерный бег, при котором ЧСС достигает 150 уд/мин. Данная нагрузка способствует развитию аэробной системы и улучшает капилляризацию мышц (образование коллатералей).

В ТРЕТЬЮ ЗОНУ входит фартлек — бег в равномерном темпе с переходом в темповый бег. ЧСС при этом 170 уд/мин.

К ЧЕТВЕРТОЙ ЗОНЕ относится комплексированная нагрузка в виде темпового бега, фартлека, повторного пробегания длинных отрезков и интервального бега на коротких отрезках, пробегаемых со скоростью, равной 80% от максимальной. ЧСС при этом приближается к 185 уд/мин. Одновременно с аэробными в значительной степени мобилизуются и анаэробные процессы, в результате чего наблюдается накопление молочной кислоты. Работа четвертой зоны способствует дальнейшему развитию систем, обеспечивающих проявление выносливости.

ПЯТУЮ ЗОНУ называют "зоной субмаксимальных нагрузок". В эту зону входят нагрузки, выполняемые при ЧСС свыше 165-190 уд/мин. с меньшим МПК. Такие нагрузки приводят к значительному накоплению молочной кислоты, что указывает на интенсивное функционирование анаэробной системы энергообразования. Применяется повторный бег на длинных отрезках со скоростью 85-95% от максимальной для каждого из них и интервальный бег на отрезках 200-600 м. со скоростью 87-90% от максимума. Выполнение нагрузки этой зоны способствует развитию специальной работоспособности бегунов. Применять ее рекомендуется в конце подготовительного и соревновательном периоде.

К ШЕСТОЙ ЗОНЕ — "зоне максимальных нагрузок" относятся нагрузки, требующие максимального напряжения анаэробной системы. При чрезмерном увеличении объема такой работы будут угнетаться аэробные процессы, в связи с чем использовать ее следует с осторожностью. Нагрузка шестой зоны может выполняться в виде повторного бега на длинных отрезках со скоростью 95-100% от максимальной, на отрезках интенсивного бега в гору, интервального бега на отрезках 100-600 м. со скоростью 90-100% от максимума и спринта с околоредельной скоростью. Применение таких видов бега приводит к повышению работоспособности бегунов на средние дистанции и совершенствованию их скоростных возможностей.

В связи с определенной специфичностью каждой из средних дистанций частные объемы нагрузок у бегунов на 800 и 1500 будут различными. Так, годовой объем бега в первой зоне у бегунов на 800 м. составляет примерно 25% от общего объема всей беговой нагрузки, а у бегунов на 1500 м. -10%. Объем бега во второй зоне достигает примерно 30% от общего объема. Такой бег является основной нагрузкой, поддерживающей тренированность. Применять ее следует в дни между напряженными тренировками и утренними занятиями. Данная зона — одна из основных зон бега, применяемого в подготовительном периоде.

До сих пор многие термины из арсенала бегунов на средние дистанции используются, как нечто само собой разумеющееся, хотя они не имеют четкого согласованного между специалистами определения. Таких примеров можно привести немало. Оговоримся сразу, в задачу предлагаемого обзора не входит подробное перечисление тренеров, ученых и спортсменов, которые явились первопроходцами того или иного метода.

### I. МЕТОД НЕПРЕРЫВНОГО ДЛИТЕЛЬНОГО БЕГА

Главной отличительной особенностью метода является то, что бегуны тренировались на дистанциях более длинных, чем соревновательная. Специалисты пришли в настоящее время к выводу, что он улучшает не только аэробные процессы, но и анаэробные возможности бегуна. В данном методе тренер должен обращать главное внимание на два компонента нагрузки: скорость бега и его продолжительность. Обязательна обратная связь. Чем выше скорость, тем меньше должна быть продолжительность бега. Задача состоит в том, чтобы спортсмен сумел распределить свои усилия так, чтобы пробежать всю дистанцию равномерно доступным ему, по степени подготовленности, темпе, иначе задача считается невыполненной.

В качестве контроля в данном методе использовать частоту пульса 130-160 уд/мин. Продолжительность бега от 30 мин. до 3 часов.

Достоинство метода: 1) длительная и сравнительно-умеренная тренировка создает благоприятные условия для постепенной сонатроенности всех систем организма; 2) метод уменьшает опасность перетренировки; 3) помогает вырабатывать экономичную технику бега, учит спортсмена правильно распределять усилия.

К недостаткам данного метода нужно отнести то, что метод не предъявляет специфических требований к мышцам ног, а также не заставляет организм бегуна — особенно на средние дистанции — работать в условиях, близких к соревновательным. Следовательно, в настоящее время данный метод не используется в подготовке спортсменов к какой-либо дистанции, а является как бы своего рода фундаментом для применения других методов и наиболее целесообразен на первом этапе годового цикла.

### II. ФАРЛЕК

Слово, означающее "скоростная игра" или "игра скорости". Метод требует выполнения двух главных условий:

а) бег должен проходить на природе. Неважно — равнина ли это или высокие холмы, лес или поле, песок или снег. Все зависит от периода тренировки и дистанции, на которой собирается выступать спортсмен;

б) продолжительность беговых ускорений, также пауза отдыха, следующих за ними, определяются самим спортсменом по самочувствию, следует постоянная смена скоростей бега, после ходьбы или медленного бега. Желательно, чтобы бег проходил по пересеченной мест-

ности, где поверхность мягкая и упругая. Если нет таких условий — можно сделать опилочную дорожку или с торфяным покрытием. Тренировки длятся от 1 часа до 2 часов в день по примерно следующему плану: тихий бег — 5-10 минут; разминка — 20-30 минут. Равномерно быстрый бег на 1-2 км. Ходьба быстрая — 5-10 минут. Переменный, в среднем темпе, бег с ускорениями 50-100 м. до появления усталости. Бег в гору с полной скоростью от 150 до 200 метров. Бег в быстром темпе в течении одной минуты. Вышеуказанная работа может быть повторена.

Достоинства фартлека:

- а) воспитывает самостоятельность у бегуна ;
- б) хорошо воздействует на психику спортсмена и укрепляет его физически;
- в) фартлек могут использовать бегуны самых различных "направлений" от 800 метров до марафона.

Недостатки: неточная дозировка беговой работы, воздействие на чувства темпа, ослабление контакта с тренером, недостаточное развитие абсолютной скорости у бегунов на 800, 1500 метров. Применять метод фартлека наиболее целесообразно на первых этапах тренировки.

### III. ИНТЕРВАЛЬНЫЙ МЕТОД

Основной принцип построения тренировки интервальным методом направлен на развитие максимальных возможностей сердечно-сосудистой системы.

Пример программы типичной интервальной тренировки :

- а) прежде чем приступить к выполнению серий интервальной работы, спортсмен должен с помощью разминки увеличить частоту сердечных сокращений до 120 уд/мин. ;
- б) пробежать первый тренировочный отрезок — 100-200 метров в заданном времени. Это вызовет увеличение частоты сердечных сокращений до 170-180 уд/мин. ;
- в) пройти или пробежать трусцой отрезок дистанции, пока частота пульса возвратится к 120-140. Время отдыха не должно превышать 3 минуты. С ростом тренированности период восстановления сокращается.

В настоящее время интервальная тренировка подразделяется на два варианта.

1. Медленная интервальная тренировка. Она заключается в повторном пробегании отрезков со скоростью более низкой, чем соревновательная, и короткими интервалами отдыха. Данный метод тренировки применяется для развития сердечно-сосудистой системы и мало что дает для повышения скоростных качеств бегуна.

2. Быстрая интервальная тренировка. Этот вариант отличается от предыдущего тем, что допускает более продолжительный отдых и, следовательно, большую степень восстановления и более высокую скорость на тренировочных отрезках. Преимущества быстрого метода интервальной тренировки в том, что в нем делается больший акцент на развитие специальной выносливости и скорости в соревновательном сезоне. Однако мы никогда не сможем прогрессировать в силе без спринтерской тренировки бега по холмам. В условиях Симферополя холмы Неаполя-Скифского являются большим подспорьем для 2-3-х месячной (март-апрель-май) тренировки.

Все методы помогают нам достичь цели — бег на длинных отрезках, игра скоростей и интервальная тренировка, как правило, используется в переходный период и в первой половине подготовительного периода.

### IV. ПОВТОРНЫЙ МЕТОД

Повторная тренировка представляет собой пробегание нескольких отрезков постоянной длины, которые могут быть меньше, равны или больше соревновательной дистанции. Интервалы отдыха должны быть достаточно продолжительными для того, чтобы частота пульса не превышала 100-150 уд/мин. Повторная тренировка — это не спринт и не бег в полную силу. Спортсмен бежит с заданной и с контролируемой скоростью, которая зависит от того, к какой дистанции и скорости он должен подготовить свой организм. Этот метод тренировки яв-

ляется средством развития скорости и специальной выносливости и может рассматриваться как метод, направленный на выработку темпа и чувства скорости. Повторная тренировка помогает получить реакцию организма, схожую с той, которая проявляется во время соревнований. Поэтому этот метод находит особое применение в соревновательном периоде. Результат от применения повторного метода зависит от пяти параметров :

1. Длина тренировочных отрезков. Если тренировка проводится на отрезках, превышающих соревновательные дистанции, скорость их пробегания должна быть значительно меньше соревновательной, а на отрезках короче соревновательных дистанций, скорость должна быть выше.

2. Скорость бега. Следует сразу оговориться, что выбор скорости бега зависит от большого количества факторов: погоды, дорожки, состояния спортсмена, периода тренировки, дистанции, к которой готовится спортсмен, и т. д. В настоящее время в практической работе уровень усилий выражается в процентах.

3. Число повторений. Число отрезков, пробегаемых спортсменом в тренировку, зависит от нескольких факторов: чем короче дистанция, к которой бегун готовится, тем меньше количество повторений он должен выполнять на одинаковых отрезках, чем быстрее выполняется серия пробежек, тем меньше должно быть их количество.

4. Длительность интервала. Продолжительность интервала отдыха между повторениями зависит от того, какое качество развивает бегун.

а) Сокращение интервалов отдыха и уменьшение интенсивности пробегания отрезков снижают воздействие тренировки на скоростные качества и увеличивают поздействие на выносливость.

б) Увеличение интервалов отдыха (в различных пределах) позволяет повысить интенсивность пробегания тренировочных отрезков и эффективно воздействовать на скорость.

5. Форма отдыха. Бегуны обычно отдыхают между пробегааниями отрезков трусцой или проходя шагом аналогичные отрезки (например, 200 или 400 м). Некоторые бегуны отдыхают сидя. При этом они отмечали, что частота пульса восстанавливалась до нормального уровня быстрее, чем при беге трусцой. Однако восстановление частоты пульса не является единственным физиологическим показателем. Возможно, что бегуну более целесообразно не сидеть, а медленно трусить, особенно после интенсивного бега. Медленный бег окажет на мышцы массирующий эффект, что поможет выведению продуктов распада и доставке в мышцы кислорода и сахара. При повторной тренировке после каждого быстрого отрезка вначале следует бег трусцой, затем ходьба и отдых сидя или лежа.

## V. СТРУКТУРА СОДЕРЖАНИЯ КРУГЛОГОДИЧНОЙ ТРЕНИРОВКИ

Важное значение в системе подготовки бегунов на средние дистанции имеет структура годового цикла тренировки. В связи с этим следует в общих чертах охарактеризовать периоды (этапы) этого цикла и их основное содержание.

Годичный цикл включает три периода:

- а) подготовительный (25-30 недельных микроциклов);
- б) соревновательный (16-18 недельных циклов);
- в) заключительный (4-6 недель).

### Подготовительный период

Втягивающий этап включает 3-6 недельных микроциклов и направлен на постепенное наращивание объема тренировочной нагрузки аэробного характера. К концу этапа обычно достигается общий объем бега в микроциклах, равный 90-95% с максимально высокого для данного годового цикла. Одновременно в незначительном объеме (10-12% от общего) выполняется нагрузка аэробно-анаэробной направленности. Основной задачей этапа является восстановление и повышение уровня развития сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Первый базово-развивающий этап предусматривает наличие 10-12 недельных микроциклов, из которых 1-2 разгрузочных. Этот этап может длиться и дольше, если нет необходи-

мости участвовать в зимних соревнованиях. Само название этапа свидетельствует о его направленности. Основная задача — всемерное развитие всех систем организма и, в первую очередь, определяющих его аэробные возможности. В связи с этим общий объем беговой подготовки достигает максимальных для данного года величин. При этом бегуны на средние дистанции используют аэробно-анаэробную нагрузку (3-4 зоны интенсивности) -35-40 от общего объема.

На втором этапе несколько повышается общая интенсивность беговой нагрузки за счет применения бега на длинных отрезках дистанции, увеличивается скорость бега в кроссах и быстром пробегании коротких отрезков (100-150 м. ) для совершенствования ритма беговых движений.

### Соревновательный период.

Соревновательный период включает 16-18 недельных микроциклов. Общий объем бега в этом периоде снижается и достигается 70-80% от максимального. Уменьшается также объем бега в смешанном периоде, осуществляется специальная подготовка к соревнованиям, доля бега в анаэробном режиме должна повышаться и может составлять 8-10% от общего объема беговой нагрузки.

Если в подготовительном периоде почти вся беговая работа выполнялась в виде непрерывного бега, также повторного бега на длинных отрезках дистанции при ЧСС не выше 180 уд\мин, то в соревновательном периоде осуществляется специальная подготовка, главным образом, посредством различных видов непрерывного бега с высокой скоростью. Такой вид нагрузки вызывает кислородную задолженность и значительное накопление молочной кислоты, количество пробегаемых отрезков при этом методе тренировки должно быть таким, чтобы общий километраж, пробегаемый спортсменом в течение одного занятия, превышал длину соревновательной дистанции в 2-3 раза. Длина отрезков может быть стандартной или варьировать в пределах от 200 до 800 метров. Скорость пробегания этих отрезков должна равняться 85-95% от лучшего результата на каждом из них. Длительность отдыха между пробеганиями отрезка бывает различной и зависит от задач занятия. Если предполагается выполнять каждую последующую нагрузку на фоне значительной ликвидации кислородного долга, то отдых должен быть более продолжительным (до 10 мин.). Если очередные отрезки пробегаются при условии довольно высоких величин кислородной задолженности, то отдых делается менее длительным (до 30 мин.). В соревновательном периоде применяется также одна из разновидностей прерывного метода — интервальный спринт с целью развития скоростных возможностей бегунов на средние дистанции. Длина отрезков при таком беге колеблется от 50 до 100 м. Скорость бега предельная или околопредельная, а количество повторений небольшое. Лучше выполнять эту работу сериями и не чаще одного раза в две недели.

### ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ (ПЕРЕХОДНЫЙ) ПЕРИОД.

Этот период продолжительностью до 4 недель посвящается активному отдыху. Однако в это время нельзя допускать значительного снижения функциональных возможностей органов и систем организма. Поэтому бег должен оставаться основным средством тренировки, хотя объемы и интенсивность его ниже, чем на других этапах подготовки. Кроме того, в этом периоде следует развивать "отстающие" у бегуна качества.

## ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОЗРАСТНОГО РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ ШКОЛЬНИКОВ И ОЦЕНКА ИХ УРОВНЯ.

В.И.Беликов, кандидат педагогических наук, доцент

Гармоническое развитие подрастающего поколения возможно при условии развития физических качеств, которые в различных жизненных ситуациях проявляются в процессе выполнения разнообразных двигательных действий.

Наряду с общими биологическими закономерностями, обуславливающими развитие человека в онтогенезе, важное значение имеют условия его деятельности, социальная среда и методы воспитания. Количественная и качественная оценка взаимосвязи физических качеств, антропометрических показателей в возрастном аспекте позволяет осуществить дифференцированный подход к выбору и распределению средств возрастного развития в рамках школьной программы и внеклассной работы. Правильно сформированные и закреплённые в детстве навыки оказывают благотворное влияние на физическую подготовку и здоровье учащихся.

Понимая, что причины, лежащие в основе низкого уровня подготовленности и неудовлетворительного освоения нормативных требований школьной программы, могут зависеть от особенностей морфологического развития детей, нами проведена специальная серия исследований, показавших, что масса тела у мальчиков увеличивается за школьный период на 108%, у девочек - на 91%. Показатели длины тела у мальчиков нарастают с 9 до 17 лет на 29%, у девочек - на 19%. Увеличение размеров грудной клетки составляет соответственно 27% и 25%, а показатели ЖЕЛ у мальчиков возрастают на 103%, у девочек — на 75%. Интенсивность темпов прироста всех перечисленных показателей физического развития происходит у подростков и юношей в период с 13 до 16 лет, у девушек — с 11 до 15 лет.

За период обучения в школе у детей отмечается неравномерное увеличение морфологических признаков. Изменения тотальных размеров тела носят скачкообразный характер, а ответная реакция детского организма на физическую нагрузку различна в разные периоды роста и развития, её необходимо учитывать при педагогическом воздействии на организм детей.

Так, возраст 7-10 лет (младшие классы) характерен существенными изменениями в двигательной функции. В этом возрасте быстрыми темпами развивается гибкость, быстрота, ловкость. В то же время сила и выносливость находятся на низком уровне. Благодаря морфофункциональным особенностям организма и состоянию центральной нервной системы, школьники этого возраста более расположены к скоростно-силовым упражнениям и упражнениям на быстроту. Результаты многочисленных исследований показали, что упражнения скоростно-силового характера оказывают комплексное воздействие на организм детей и эффективно способствуют развитию выносливости и силы. Учитывая, что выносливость является основным фактором повышения работоспособности, необходимо постоянно развивать это качество для успешного овладения двигательными навыками.

Таким образом, в комплексном развитии двигательных качеств у детей младшего школьного возраста должны доминировать упражнения скоростно-силового характера, а также упражнения для развития общей выносливости. Однако эти средства ни в коей мере не должны применяться в ущерб развитию ловкости, быстроты, гибкости и силы. Как уже отмечалось, в младшем школьном возрасте большинство физических упражнений оказывает широкое воздействие на организм, поэтому упражнения на ловкость, гибкость (в зависимости от дозировки нагрузок) будут способствовать в то же время развитию и силовой выносливости, и силы.

Для развития двигательных качеств школьной программой предусмотрены следующие средства физического воспитания. Выносливость — ходьба в чередовании с бегом, повторный бег на коротких отрезках (20-30 м), подвижные игры с бегом. Скоростно-силовые качества — бег на коротких отрезках, разновидности прыжков в длину с места и с небольшого разбега, прыжки в высоту, метание на дальность, подвижные игры с прыжками и метаниями. Быстрота — общеразвивающие упражнения с быстрыми движениями свободными конечностями, бег на коротких отрезках, подвижные игры. Ловкость — упражнения с большими и малыми мячами, на гимнастической скамейке и стенке, в равновесии, элементы акробатики, висы, метания в цель, подвижные игры с изменяющейся игровой обстановкой. Гибкость — общеразвивающие упражнения с предметами, выполняемые с большой амплитудой. Сила — общеразвивающие упражнения без предметов, с набивными мячами, разновидности лазания, прыжки с высоты, висы, упражнения с сопротивлением, подвижные игры.

Анализ перечисленных средств показывает, что наиболее универсальными из них являются общеразвивающие упражнения, бег на коротких отрезках, разновидности прыжков и метаний и, особенно, подвижные игры. Выполнение этих упражнений с различной дозировкой в зависимости от цели урока благоприятно воздействует на развитие основных физических качеств детей школьного возраста.

Отличительной особенностью детей 11-12-летнего возраста является различие в половом созревании мальчиков и девочек, оказывающее влияние на изменения двигательной функции организма. У мальчиков в этот период продолжают развиваться гибкость и ловкость. Выносливость же и сила остаются на низком уровне. Благодаря особенностям ЦНС сохраняется расположенность к скоростно-силовым упражнениям. У девочек этого возраста наблюдается резкое увеличение показателей выносливости и силы. Исключение составляет непродолжительный период появления вторичных половых признаков (начало развития молочной железы и оволосение лобка), когда выносливость снижается. Хорошими темпами развиваются ловкость и гибкость, особенно позвоночного столба. В то же время замедляется совершенствование быстроты и скоростно-силовых качеств.

Экспериментальные данные свидетельствуют, что уже в этом возрасте для гармоничного развития детей необходимы различные средства физического воспитания. Так, на организм мальчиков широкое воздействие продолжают оказывать упражнения скоростно-силового характера. Для девочек же характерно интегрирующее влияние нагрузок на сердечно-сосудистую и дыхательную системы. Корреляционный анализ показал, что применение различных сочетаний беговых упражнений не только повышает выносливость, но и благоприятно влияет на развитие скоростно-силовых качеств (в частности, прыгучести) и быстроты (как скорости перемещения). На основании вышеизложенного можно рекомендовать следующий объем средств физического воспитания, необходимый для обеспечения всесторонности развития. У мальчиков следует продолжать развивать гибкость посредством общеразвивающих упражнений с большой амплитудой. Чтобы достичь желаемых результатов, надо увеличить долю упражнений с предметами (гимнастическая палка, набивной мяч) и на снарядах (гимнастические скамейки и стенки). Поскольку мальчики в этом возрасте способны к освоению довольно сложных по координации движений, необходимо дальнейшее совершенствование ловкости.

С этой целью на уроках гимнастики применяют следующие средства:

- а) опорные прыжки, упражнения на снарядах, в равновесии, акробатические и особенно полосы препятствий;
- б) метание в цель, полосы препятствий, игры-эстафеты — на уроках легкой атлетики;
- в) спортивные игры (баскетбол).



Поскольку быстрота и скоростно-силовые качества развиваются достаточно высокими темпами, им следует уделять большое внимание. Для этого используются: бег с ускорениями, повторное пробегание отрезков по 40-60 м, прыжки в длину и высоту, метание на дальность, возможные прыжковые упражнения и игры-эстафеты. Особое место должно занять воспитание выносливости и не только общей, а больше — скоростной и силовой.

У девочек хорошими темпами совершенствуются гибкость и координационные способности, что должно быть полностью использовано в учебном процессе. Но применяются при этом несколько иные средства в сравнении с мальчиками. Так, развивая гибкость, лучше использовать акробатические упражнения и упражнения общеразвивающего характера без предметов с большой амплитудой движений. Хотя сила и растет быстрыми темпами, она еще далека от максимальной, и поэтому нужно очень осторожно подходить к максимальным нагрузкам, а лучше развивать силу и выносливость. Это достигается теми же средствами, что и у мальчиков, но в облегченных вариантах. В связи с тем, что наиболее благоприятно на организм девочек воздействуют нагрузки на сердечно-сосудистую и дыхательную системы, доминирующее положение в учебном процессе должны занять варианты медленного, повторного и переменного бега. Это средство поможет поднять также и уровень быстроты и скоростно-силовых качеств.

Итак, в 11-12 лет у школьников уже существуют половые различия, влияющие на развитие двигательных качеств и требующие применения разных средств физического воспитания. Вместе с тем остаются и общие виды упражнений, оказывающие более всестороннее воздействие на их организм. К ним относятся прежде всего повторный бег на коротких отрезках и ускорения, полосы препятствий, игры-эстафеты. Применение этих общих средств может облегчить учителю планирование учебного процесса в 5-6 классах.

В период 13-14 лет на развитие двигательной функции подростков существенное влияние оказывает уровень биологической зрелости. У мальчиков в 13 лет происходит увеличение показателей выносливости, быстроты, скоростно-силовых качеств и замедление развития силы и гибкости, а в 14 лет — и выносливости. Развитие ловкости достигает значительных величин как у мальчиков, так и у девочек. У девочек с опережающими темпами полового развития снижается развитие прежде всего выносливости, а также быстроты и скоростно-силовых качеств, проявляемых в прыжках и метаниях. Показатели абсолютной силы продолжают увеличиваться, а относительной, наоборот, уменьшаются. Уровень гибкости у девочек продолжает оставаться высоким.

Отмеченные в этом возрасте высокие корреляционные связи основных двигательных качеств дают основание считать, что в этом периоде особенно важна всесторонняя физическая подготовка. Однако большие различия показателей в двигательной подготовленности мальчиков и девочек требуют и разных средств в воспитании физических качеств. Это подтверждается факторным анализом двигательных навыков, физических качеств и антропометрических признаков в одном из упражнений на быстроту — в беге с максимальной скоростью, где доминирующим фактором для всех участников эксперимента обоего пола является весо-силовой фактор. Он доминирует во всех возрастных группах, кроме группы девочек 10-11 лет, где больший процентный вклад (24%) имеет фактор роста и веса. С возрастом девочек факторная структура исследуемых показателей нестабильна. Это говорит о том, что индивидуальные особенности девочек любой из основных групп имеют вариативность.

Большое значение у девочек (в сравнении с мальчиками) имеет фактор антропометрических показателей, его необходимо учитывать в процессе занятий бегом с максимальной скоростью.

Факторный анализ физических качеств, двигательных навыков и антропометрических показателей обнаружил у мальчиков часто проявляющийся фактор — это фактор проявления временных характеристик (время опорных и полетных периодов), у девочек — фактор проявления относительной силы и временных характеристик. При рассмотрении зависимости между кинематическими параметрами, антропометрическими показателями и скоростно-силовыми качествами у девочек выявлен следующий факт: во всех возрастных группах (за исключением 10-11 лет) наблюдается взаимосвязь показателя времени опорно-полетного периода с показателем силовых и скоростно-силовых качеств, проявленных при беге на 20 метров со старта. У девочек практически не установлена взаимосвязь между временными характеристиками и показателями антропометрических признаков в беге на 20 м со старта. Выраженная взаимосвязь наблюдается между двигательными навыками и показателями физических качеств, проявленных девочками в беге на 20 м с хода. В разных возрастных группах проявление данной взаимосвязи неодинаково. Так, у девочек 14-15 лет не выявлено ни одного показателя подобной взаимосвязи. В 16-17 лет у девочек в основном наблюдается взаимосвязь показателей способности к ускорению и физических качеств. Более четко выражена взаимосвязь между показателями двигательных навыков и физических качеств у девочек 10-11 лет и особенно у 12-13-летних. Причем, наблюдаются случаи, когда один и тот же показатель двигательного навыка в одной возрастной группе находится в прямой взаимосвязи с показателями физических качеств, а в другой — в обратной.

Факторный анализ доказал наибольшую значимость показателей силы для всех испытуемых школьников обоего пола. Этот фактор доминирует во всех возрастных группах, кроме группы девочек 10-11 лет, где большой процентный вклад имеет фактор роста и веса.

У мальчиков выделен часто проявляющийся фактор — фактор временных характеристик, у девочек — фактор относительной силы и временных характеристик в беге.

Полученные объективные данные позволяют считать, что ответная реакция детского организма на физическую нагрузку различна в разные периоды роста и развития. Период обучения в школе совпадает с процессом морфо-функционального созревания организма человека и становления личности. За этот промежуток времени необходимо обеспечить физическое совершенствование школьников и достичь оптимального уровня их всесторонней физической подготовленности. Значительная роль в этом процессе должна быть отведена совершенствованию двигательных качеств, обеспечивающих функциональное развитие организма и успешное овладение двигательными умениями и навыками.

При планировании и выборе средств развития физических качеств следует учитывать особенности возрастного развития школьников. Оптимизация моторной плотности занятий, применение совершенных форм организации и использование в их процессе целенаправленных нагрузок на развитие тех или иных качеств может значительно увеличить физическую работоспособность детей и подростков, создать условия для их гармонического развития.

## КОНЦЕПЦИЯ ТРЕХМЕРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКОЙ В ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОМ СПОРТЕ

В. А. Бекетов, кандидат педагогических наук, доцент

Эффективность управления подготовкой юных спортсменов обусловлена правильной организацией многолетнего процесса их спортивного совершенствования. В частности, это зависит от своевременности, четкой последовательности и строгого соблюдения норм и мер в занятиях как с новичками, так и со спортсменами старшей юношеской группы. Приоритетное направление в решении поставленных вопросов — системный подход. О его положительном влиянии на совершенствование учебно-тренировочного процесса в детско-юношеском спорте свидетельствуют многие ученые и ведущие тренеры, однако, пути его внедрения в практику освещены еще недостаточно.

Концепция трехмерной системы управления подготовкой в детско-юношеском спорте является теоретической основой, обеспечивающей успешное решение практических задач спортивного совершенствования занимающихся с позиций системного подхода.

Трехмерная система тренировки содержит в себе ряд научно-методических новшеств, обуславливающих введение некоторых нетрадиционных форм и методов управления подготовкой юных спортсменов, что, в свою очередь, объективно предопределяет необходимость использования новых терминов. В работе, например, используются термины "метод частных заданий" и "метод полных и ответственных заданий". Оба они относятся к целеполаганию и содействуют обеспечению оптимальных способов управления при постановке конкретных задач тренировки. Отдельную группу составляют такие термины, как "метод положительной оценки", "метод критической оценки" и "метод интегральной педагогической оценки". В них отражен дифференцированный подход к механизмам обратной связи, что обеспечивает четко выраженную направленность основных структурных компонентов трехмерной системы тренировки.

Разработка трехмерной системы тренировки основывалась на упорядочении учебного материала, его систематизации в рамках специализированных форм урочных занятий. При этом учитывалось основное правило: достижение успеха как в малом, так и в большом должно осуществляться посредством "инструмента", адекватного "собственной" деятельности ребенка, подростка, юноши, девушки. Задача эта нелегка, но вполне разрешима при условии определения наиболее значимых признаков различия и сходства. Из их широкого спектра целесообразно выделить главные аспекты деятельности юных спортсменов: учебный (овладение технико-тактической школой конкретного вида спорта); тренировочный (функциональная подготовка и совершенствование помехоустойчивости при выполнении технико-тактических действий); соревновательный (система соревновательной подготовки в условиях тренировки).

Эти признаки легли в основу специализации учебно-тренировочной и соревновательной форм урочных занятий, являющихся структурными компонентами трехмерной системы тренировки.

**Сравнительная характеристика специализированных форм занятий  
в трехмерной системе тренировки юных спортсменов**

Форма занятий	Модель спортсмена	Направленность в психолого-педагогического воздействия	Методы	Соревновательная установка	Характер регуляции поведением, действиями	Уровень нагрузки
Учебная	Совершенствующегося	На овладение техникой	Частные задания Равномерный Повторный Игровой Положительная оценка	Для себя с удовольствием	Эмоциональный	Средний с поддерживающим эффектом или малый с восстанавливающим эффектом
Тренировочная	Тренирующегося	На функциональную подготовку, совершенствование помехоустойчивости при становлении технического мастерства	Полные и ответственные задания Перемены Интервальный Круговая тренировка Критическая оценка	Для тренера	Волевой	Высокий, с оптимальным тренирующим эффектом
Соревновательная	Соревнующегося	На победу	Моделирование соревнований Интегральная педагогическая оценка	Все для победы	Боевой	Высокий, с большим тренирующим эффектом

Главный и направляющий ориентир учебной формы занятий — модель совершенствующегося спортсмена, тренировочной формы — модель тренирующегося спортсмена, соревновательной — соревнующегося спортсмена (см. таблицу).

В специализированные занятия были включены характерные средства, методы, условия. В учебных занятиях выполняются упражнения, направленные на овладение техникой вида спорта, в тренировочных — используются средства и методы, обеспечивающие совершенствование всех качеств, необходимых для успешного решения задач в жестких тренировочных режимах. В соревновательных занятиях применяется вся совокупность тренировочных воздействий, направленных на совершенствование ведения соревновательной борьбы и воспитание устойчивости характера.

**УЧЕБНЫЕ ЗАНЯТИЯ.** В них акцентируется внимание на пробуждение у занимающихся положительного эмоционального фона за счет широкого применения игрового метода, соревновательных элементов и педагогических приемов занимательности. Тренироваться с интересом, желанием, удовольствием — вот что характерно для модели совершенствующегося спортсмена. В такой обстановке создаются благоприятные условия для оптимального использования средств обучения техническим действиям, тактическим схемам, воспитания скоростно-силовых качеств, гибкости, координационных способностей.

Содержание занятий может иметь несколько вариантов:

- овладение техническими действиями и тактическими приемами;
- воспитание физических качеств (превалируют упражнения ОФП, используются другие виды спорта);
- сочетание технико-тактического совершенствования и ОФП;
- прогулка в лес с использованием игр на местности (реабилитационное занятие);

При введении средств и методов в содержание занятия исходной является следующая психологическая структура: целепологание; управление основными функциями в процессе действий, направленных на реализацию поставленных задач; оценка результатов действий.

Исходя из данной структуры занятия рекомендуется использовать ряд методов.

Метод частных заданий (юных спортсменов не информируют о полном объеме тренировочных заданий). Это освобождает их от анализа предстоящих действий. Разнообразные за-

дания сменяют друг друга по мере снижения интереса к тому или иному действию, тренер постоянно ищет оптимальные педагогические воздействия, мобилизующие юных спортсменов на выполнение поставленной задачи с желанием, удовольствием. Это не означает, что работа тренера направлена по импульсивной линии поведения группы. Наоборот, активизируя мотивы воспитанников, тренер является полновластным хозяином направленности занятия на успешное решение и осуществляет свой план через положительную эмоциональную сферу занимающихся.

Равномерный, повторный, игровой, соревновательный методы, а также метод повторения упражнения подробно освещены в специальной литературе. С их помощью могут решаться все задачи, предусмотренные для учебной модели тренировки.

Метод положительной оценки характерен тем, что при подведении итогов занятия выявляются положительные качества занимающихся. Этим поддерживается хорошее настроение и эмоциональный подъем после тренировки.

Метод оценки технической и физической подготовленности осуществляется в различных формах периодического контроля.

Следует заметить, что в процессе занятия не исключается монотонная работа, в частности, при отработке технических действий. Здесь целесообразно придерживаться некоторых рекомендаций.

Необходимо умело сочетать монотонную обработку технических действий с интересной и увлекательной программой занятия. Отработка должна обязательно проводиться в первой части урока. Если об интересном, осуществляемом позже, юные спортсмены осведомлены, то мотив поведения у них будет сдвинут на вторую часть занятия. Под влиянием такого построения тренировки будут успешно решены все учебные и воспитательные задачи.

В процессе технической обработки рекомендуется весь объем работы разбить на несколько серий, каждая из которых будет иметь конкретную задачу, способы ее реализации и оперативную оценку результата действий. После проведения каждой серии анализируются положительные и отрицательные стороны, типичные и индивидуальные ошибки, неточности. Затем ставится задача на новую серию с акцентом на тот или иной элемент или составляющую двигательного действия. Заключительная серия проводится как контрольная, в результате чего подводится общий итог. Другими словами, здесь осуществляется деятельный подход в микроструктурных единицах, составляющих объем задания в целом.

Процесс многократного повторения технического действия следует разнообразить вариантами, изменением режима и темпа проведения упражнения. Рекомендуется также между отдельными сериями давать упражнения на отвлечение внимания, а также его переключение на интересный объект.

В процессе совершенствования технического действия эффективным является периодическое использование соревновательного метода.

При отработке целесообразно также использовать музыку, стимулирующую психическую деятельность посредством активизации положительных эмоций, что содействует достижению тех же результатов при меньших психоэнергетических затратах.

Важно, наконец, педагогическое мастерство тренера, его опыт и интуиция, творчество и новаторство, а также его глубокие психолого-педагогические знания. Воодушевить воспитанников, зажечь их так, чтобы главные задачи всецело увлекли их — в этом залог успеха.

**ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗАНЯТИЯ.** Юные спортсмены должны иметь крепкое здоровье, быть физически готовыми к ведению жесткой, высокоинтенсивной соревновательной борьбы и в совершенстве владеть ее искусством независимо от степени утомления. Такова модель тренирующегося спортсмена.

Тренировочное занятие решает задачи функциональной адаптации и совершенствования помехоустойчивости у юных спортсменов в жестких режимах и ответственных заданиях тренера. Такое занятие требует значительных волевых усилий и характеризуется большой физической нагрузкой.

Тренировочные занятия имеют несколько вариантов:

- тренировка в различных заданных режимах;
- специальная физическая подготовка юных спортсменов;

— сочетание упражнений в различных заданных условиях технико-тактического совершенствования и средств специальной физической подготовки юных спортсменов.

В условиях тренировочного занятия рекомендуется использовать такие методы.

Метод полных и ответственных заданий, противоположный методу частных заданий, применяемому в учебном занятии. Перед тренировкой тренер информирует учащихся о необходимости решать сложные и ответственные задачи, связанные с высокоинтенсивной нагрузкой. Эта информация, а также остаточные от предыдущих тренировочных занятий восприятия и определяют соответствующую настройку юных спортсменов.

Переменный, интервальный методы, круговая тренировка достаточно полно освещены в специальной литературе. Они способствуют успешному воспитанию волевых качеств, специальной выносливости, совершенствованию технико-тактических действий в заданных режимах тренировки.

Метод критической оценки, используемый для акцентирования внимания на слабые стороны подготовленности юных спортсменов, с тем чтобы вызвать у них состояние неудовлетворенности. Это способствует максимальной мобилизации занимающихся на совершенствование качеств и технико-тактических действий.

Методы оценки технико-тактической и физической подготовленности, применяемые для подведения итогов тренировки за определенный период в виде контрольных испытаний.

Применяемая в условиях тренировочной формы занятий методика имеет основное направление на расширение функциональных возможностей юных спортсменов, а также на эффективное становление технико-тактического мастерства за счет совершенствования помехоустойчивости.

**СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЕ ЗАНЯТИЯ.** Успешность выступления юных спортсменов на соревнованиях обеспечивается не только высоким уровнем их тренированности, но и способностью оптимально реализовывать свои потенциальные возможности в условиях соревновательной борьбы. Модель соревнующегося спортсмена, определяющая основную направленность этой формы занятий, предусматривает максимальное приближение поведения юных спортсменов в соревновательном поединке к поведению в естественной обстановке соревнований. Важно здесь понять значимость старта в системе занятий и ответственность юного спортсмена за результат. Не менее важно — не только понять, но и в результате кропотливой работы сформировать у соревнующегося спортсмена адекватное потребностное состояние. Это содействует развитию способностей рационально побеждать с оптимальным использованием психоэнергетических затрат.

Соревновательная форма занятий — тренировка, моделирующая условия соревнований. Такое занятие сопряжено с высокими психофизическими нагрузками и требует проявления больших волевых усилий.

В соревновательных занятиях наиболее эффективны такие методы.

Общепринятый соревновательный метод, основа которого — моделирование соревновательной обстановки.

Метод интегральной педагогической оценки, который предопределяет использование научно обоснованных критериев оценки подготовленности юных спортсменов в их соревновательной деятельности. Интегральная педагогическая оценка обеспечивает хорошую организацию системы соревновательной подготовки юных спортсменов в целом.

Концепция трехмерной системы управления подготовкой юных спортсменов обеспечивает значительное повышение эффективности основного звена — урочного занятия за счет улучшения взаимодействия всех компонентов, составляющих его структуру.

Придание урочным занятиям четко выраженной специализированной направленности способствует формированию у юных спортсменов сложных дифференцированных отношений, адекватных обстановке занятий.

Трехмерная система тренировки может быть использована как основа при совершенствовании многолетнего учебно-тренировочного процесса подготовки юных спортсменов в рамках малых, средних и больших циклов.

## ОСНОВЫ ТЕОРИИ "УПРАВЛЯЕМО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ ИСКУССТВЕННОЙ СРЕДЫ" И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ В ПРАКТИКЕ СПОРТИВНОГО И РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ТРЕНАЖЕРОСТРОЕНИЯ

М. Г. Лейкин, доктор педагогических наук, профессор,  
заслуженный изобретатель Украины

Обучение спортивным движениям — многогранный процесс, реализуемый в условиях механических взаимодействий спортсмена с **ВНЕШНЕЙ ПРЕДМЕТНОЙ** средой. Свойства этой среды определяют параметры механических взаимодействий, организующих адекватной интенсивности импульсационные потоки с рецепторов нервно-мышечного аппарата, обуславливающих в конечном итоге адаптационные сдвиги в системах организма и результативность педагогического процесса.

Воспитание двигательных качеств интенсифицируется за счет направленного изменения механических свойств предметной среды, т. е. за счет реализации ее объективно-необходимого свойства — **УПРАВЛЯЕМОСТИ** (М. Г. Лейкин, 1985). Это свойство обусловило логику расширения понятийного определения искусственной среды, терминологически обозначив её **УПРАВЛЯЕМО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ**. Конструкцией и функцией такой среды в процессе создания и эксплуатации управляют с целью обеспечения (по принципу обратной связи и общебиологического принципа адаптации) направленного управления ею (средой) необходимыми параметрами и функциями спортсмена в процессе **ОРГАНИЗОВАННОГО РЕГЛАМЕНТИРУЕМОГО НА МЕТРОЛОГИЧЕСКИ ДОСТОВЕРНОМ УРОВНЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**.

В таком контексте в рамках спортивной педагогики любой тренажер следует рассматривать как конкретную реализацию одного из управляемых вариантов искусственной среды, предназначенного для спортивной тренировки и оздоровительной физической культуры.

Разработаны, научно обоснованы и внедрены в спортивную, физкультурно-оздоровительную, спортивно-педагогическую и медицинскую практику гимнастические тренажеры, эффективно управляющие в учебно-тренировочном процессе, в быту и в процессе лечения переводом морфо-функциональных параметров спортсменов, людей, специально не занимающихся спортом, и определенных категорий больных — на приближающийся к рекордным (в спорте) и к норме (в медицине) уровням. При этом для повышения эффективности тренажерных воздействий в контексте принципа вариативности использования технических средств — каждое семейство созданных тренажеров представлено рядом устройств, в техническом решении каждого последующего из которых системно реализован общий принцип тренажеростроения — функциональное наращивание и поэтапное развитие. По приоритетам анатомической направленности воздействия и локализации контактов со звеньями ОДА устройства формализовано сгруппированы :

для пояса верхних конечностей — тренажеры по а. с. 1131516, 1258440, 1546088, 1650161

для рук — тренажеры по а. с. 1671324, 1734790, 1771771 и др.

для ног — тренажеры по а. с. 1493270, 1602561, 1639676, 1646561, 1650165, 1731246

для рук и ног — тренажеры по а. с. 1600803 и др.

Ниже рассмотрено семейство оригинальных (названных наинерционными) тренажеро-гантелей, созданных в Симферопольском университете на уровне мировой новизны.

ТРЕНАЖЕР — гантель инерционная динамичная (а. с. N1734790 ) состоит (рис. 1-3) из грифа 1 с выполненной на нем винтовой канавкой 2, усеченных дисковых грузов 3, соединенных эксцентрично расположенным относительно их осей грифом 1; в центре образующих окружностей дисковых грузов 3 нормально установлены без возможности смещения полуоси 4 с резьбовыми концами, на которые установлены дополнительные грузы в форме дисков 5, 6 и гайки-фиксаторы 7; на грифе установлена рукоятка 8 с выступами 9 для захода в винтовую канавку 2 грифа 1.

Один из эффективных тренировочных режимов — поднятие и опускание гантели при исходном положении рукояток 2 в крайних разноименных положениях у внутренних торцов усеченных дисков 3 (на грифах гантелей для правой и левой рук винтовые канавки разнонаправленны). При подъеме гантелей рукоятки 8 поворачиваются с кистями занимающегося назад на 180 градусов, но грифы 1 гантелей при этом не вращаются, так как ОЦТ суммы грузов 3, 5 и 6 ( $P$ ) конструктивно расположен на уровне геометрических осей полуосей 4, т. е. ниже осей грифов 1 на величину эксцентриситета, определяемого зависимостью  $I = 0.5D \cdot I_1$ . Естественно, восстаивающий момент  $M(\text{вос}) = P r \sin \alpha$  определяет условия сохранения положения устойчивого равновесия при поворачивании рукоятки 8 системы гриф 1-грузы 3, 5, 6. Этим обуславливается взаимное коаксиальное вращение грифа 1 и рукоятки 8, что обеспечивает в силу конструктивных характеристик системы винт-гайка (разнонаправленные винтовые канавки 2 в форме полувитков на грифах 1 и выступы 9 на рукоятках) строго детерминированное перемещение грифов 1 с грузами 3, 5, 6 в конечное положение при выбранном тренировочном режиме (рис. 3). Опускание гантелей осуществляется в уступающем режиме работы мышц при возрастающем воздействии противоположного направленного вращающего момента  $M_n$  и завершается приведением гантелей в исходное положение (рис. 3).



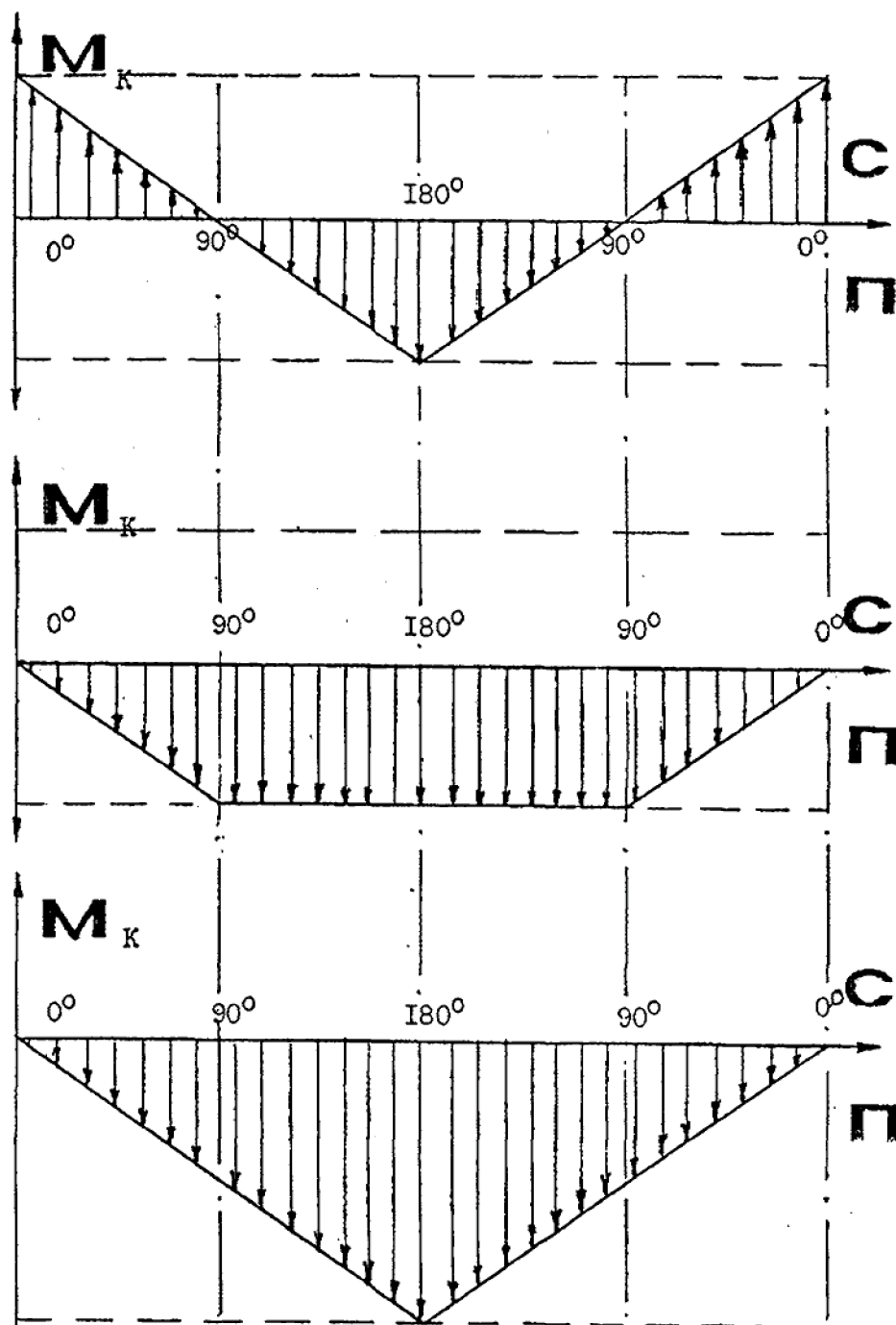


Рис. 3. Эпюры супинирующе-пронирующих крутящих моментов при подъеме гантели по а.с. № 1734790

Место расположения рукоятки на грифе детерминированно определяет величину крутящегося момента: при расположении рукоятки в центре грифа крутящийся момент равен 0; при расположении рукоятки в крайнем левом положении (у внутреннего торца усеченного диска 3) крутящий момент правый (по часовой стрелке) становится максимальным; при расположении рукоятки в крайнем правом положении крутящий момент левый (против часовой стрелки) становится максимальным.

А поскольку в структуре одного подъема гантели осуществляется поворот кисти (а, значит, и рукоятки) на  $180^\circ$ , что обуславливает перемещение грифа в рукоятке от крайнего левого через центр до крайнего правого положения, то вариативность нагрузки в одном подъеме

разворачивается от максимального значения (рис. 3. 8) через 0 до максимального значения с другим знаком, что в соответствии с биологическим принципом вариативности раздражителя (нагрузки) повышает эффективность тренировки.

Возможно обеспечение целого ряда тренировочных режимов сочетанием гантелей, их исходных положений и произвольных движений (рис. 2. 3).

**ТРЕНАЖЕР** — гантель инерционная динамично-статичная (а.с. № 1771771) содержит два полых корпуса 1 (рис. 4), соединенных полый рукояткой 2, сыпучий либо жидкий наполнитель 3, объем которого составляет 0,5 объема  $V$  полости корпуса. Такое наполнение корпусов обеспечивает при наклоне оси гантели размещение всего объема наполнителя в полости одного из них и, что обеспечивается только этой конструкцией, фиксацию такого наполнения при приведении гантели в горизонтальное положение. Крутящий момент ( $a$ , значит, и тренирующее воздействие) при этом наибольший (формируемый весом наполнителя  $P_{0,5}$  в объеме 50% объема полого корпуса). Например, при 20% наполнении корпусов максимальный крутящий момент будет формироваться весом наполнителя  $P_{0,4}$  в объеме 40% объема полости корпуса. При 30% наполнения корпусов в одном корпусе разместятся шарики с весом в объеме 50%, а в другом-10%, так что крутящий момент будет формироваться весом шариков в объеме 40% объема корпусов:

$$\sum M_0^{V=0,6} \cdot P_{0,5}I \cdot P_{0,1}I \cdot P_{0,4}I \cdot Hm$$

Очевидно, что только гантель с объемом наполнителя в 0, 5 объема полостей позволяет максимально изменять величину и направление воздействия на руки занимающегося и, следовательно, достигнуть цели повышения эффективности тренировки мышц-пронаторов рук и их агонистов-супинаторов.

**ТРЕНАЖЕР-гантель** инерционная статичная (Патент России N2013100) состоит (рис. 5) из грифа 1, на краях которого в любой комбинации устанавливаются четыре груза 2-5, веса которых соответственно кратны модулям первых четырех членов геометрической прогрессии со знаменателем 3 (т. е. кратны числам 1, 3, 9, 27), и двух гаек-фиксаторов 6. Вес грузов, их комбинация на краях грифа определяют тренировочные вес и крутящие моменты гантели.

Результаты базовых расчетов суммарного веса грузов и крутящих  $M = \sum P_n I \cdot \sum P_n I$  моментов (статичных параметров тренировочных режимов) представлены в таблице 1.

Очевидно, что созданная гантель обеспечивает в диапазоне нормального ряда чисел от 1 до 40 с шагом 1 изменение крутящих моментов, воздействующих на руки занимающихся (в масштабе 15 значений базового веса 1, 3, 4, 9, 10, 12, 13, 27, 28, 30, 31, 36, 37, 39, 40) грузов.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Тренажеры для рук обеспечивают возможности широкого регулирования нагрузочных усилий, формирования их структуры с учетом соответствия запланированным воздействиям, обеспечивают многообразие сочетаний режимов работы мышц, т. е. реализацию принципов построения тренировочного процесса. Они эффективны в качестве средств физической тренировки различных контингентов здоровых людей, специально не занимающихся спортом, в качестве специальных средств направленного воспитания силы мышц, укрепления лучезапястных и локтевых суставов, профилактики спортивного травматизма, а также восстановления силы и разработки контрактур в комплексах ЛФК после типичных переломов костей предплечья, при физической тренировке больных хроническими неспецифическими заболеваниями легких, обеспечивая при этом улучшение функционального состояния ССС.

Таблица 1

## Параметры нагрузочных режимов

Крутящий момент, кгм	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вес груза слева, кг	1	3	3	3	9	9	9	9	9	1	9	9
Вес груза справа, кг	-	1	-	-	3	3	3	1	-	-	1	-
Суммарный вес груза, кг	1	4	3	4	13	12	13	10	9	10	13	12

## Продолжение таблицы 1

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
9	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
3			1			1	3	3	3				
1									1				
-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	3	3	1
	3	3	3	1					3				
	1												
13	40	39	40	37	36	37	40	39	40	31	30	31	28

## Продолжение таблицы 1

27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	1	3	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9
				1			1			1	3	3	3
													1
-	-	1	-	-	3	3	3	1	-	-	1	-	-
					1								
27	28	31	30	31	40	39	40	37	36	37	40	39	40

## ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ НЕКОТОРЫХ ЗВЕНЬЕВ КИСЛОРОД-ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ СПОРТСМЕНОВ РАЗНЫХ БИОРИТМОТИПОВ

Е. В. Мельниченко, кандидат биологических наук, доцент, В. Ф. Грузевская, кандидат биологических наук, доцент, Н. А. Темуриянц доктор биологических наук, профессор, А. И. Пархоменко, Д. В. Сышко, А. М. Ефименко, доктор медицинских наук, профессор, Е. Ю. Грабовская, кандидат биологических наук, доцент, В. В. Ширяев кандидат медицинских наук, доцент, Б. И. Шанахин

Известно, что живым организмам свойственна определенная ритмика активности входящих в него функциональных систем и отдельных органов. Суточная динамика многих показателей имеет индивидуальные особенности, которые в общем определяют биоритмотипы — утренний биоритмотип ("жаворонки"), вечерний биоритмотип ("совы") и аритмики. Однако анализ циркадианной ритмики отдельных показателей без учета биоритмотипических свойств организма свидетельствует о многих противоречиях в этом вопросе. С точки зрения эрготропика и гомеостаза в цепи "покой-двигательная активность-покой" основной интерес представляют гормональное и медиаторное звенья симпато-адреналовой системы. По данным многочисленных исследований, суточная экскреция катехоламинов характеризуется наличием нескольких пиков повышения и снижения их концентрации в биологических жидкостях. Распределение амплитуд в кривых суточной динамики катехоламинов отражают биоритмотипические признаки организма лишь на уровне тенденций. С нашей точки зрения, наиболее показательными являются соотношения адреналин (Ад)/норадреналин (НА), характеризующее активность гормонального звена симпатоадреналовой системы, и НА/Ад/, свидетельствующее об уровне возбудимости центрального медиаторного звена симпатического отдела. При этом функциональный оптимум организма будет складываться из высокого тонуса центральных отделов симпато-адреналовой системы (акрофаза для НА/Ад) для минимальной активности ее гормонального звена, свидетельствующее об экономизации работы адреналозависимых структур (батифаза для Ад/НА). Нами установлено, что циркадианная ритмика интегративных показателей Ад/НА и НА/Ад в покое устойчиво делится на три типа: в группе "жаворонки" акрофаза НА/Ад с соответствующей батифазой Ад/НА приходится на утренние часы (6-12 часов), в группе "совы" — на вечернее время (16-21 час), а у аритмиков выраженных синхронных изменений контрофаз не наблюдается. Вероятно, один из механизмов, определяющих биоритмотип организма, является синхронизация в определенный период суток максимальной экономичности эффективного звена с высоким тонусом центрального отдела симпато-адреналовой системы. Логично предположить, что именно в период функционального оптимума адаптация к физической нагрузке будет наиболее эффективной и некоторые гомеостатические и гемодинамические константы будут наиболее устойчивы.

Исходя из вышеизложенного, целью настоящей работы являлось изучение динамики рН, ВЕ и ВВ крови и показателей центральной кардиогемодинамики до и после предельной физической нагрузки, выполненной в 8-11 ч. и 16-20 ч. испытуемыми разных биоритмотипов.

Обследуемым предлагалась ступенчато-возрастающая велоэргометрическая проба. Начальная нагрузка соответствовала 1 Вт на 1 кг веса. Каждые три минуты мощность нагрузки увеличивали на 25 Вт. Проба проводилась утром (с 8 до 12 ч.) и через 2-3 суток вечером (с 16 до 20 ч.). В покое, при  $PWC_{170}$ ,  $W_{max}$  при помощи реанализатора РА-5-01 регистрировались следующие показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС), общее периферическое сопротивление (ОПС), минутный объем (МО), амплитуда дифференциограммы (АДР).

При помощи анкетирования испытуемые были поделены на группы "жаворонки", "совы" и аритмики, каждая из которых выполняла предельную ступенчато-возрастающую велоэргометрическую нагрузку аэробно-анаэробной направленности.

В результате проведенного исследования выявлено, что ЧСС в покое у "жаворонков" существенно ниже утром. У "сов" ЧСС существенно ниже вечером. У аритмиков существенных различий не обнаружено. МО в покое существенно ниже утром у "жаворонков", вечером — у "сов". ОПС в покое у "сов" было ниже вечером, у "жаворонков" — утром. АДР в покое утром выше у "жаворонков", у "сов" — вечером.

Как видно из полученных данных, в часы функционального оптимума процессы системного кровообращения в покое функционируют в более экономичном режиме, что связано с увеличением влияния парасимпатического отдела ЦНС. При стандартной нагрузке  $PWC_{170}$  объемные показатели кровотока, базальный тонус сосудов, условия гидродинамического тока крови в те же часы, а именно, у "жаворонков" утром, у "сов" — вечером были оптимальными, чем в другие часы.

По всей видимости, эти данные говорят о влиянии циркадианных ритмов на систему кровообращения посредством нервно-гуморального регулирования и изменения процессов метаболизма на клеточном и тканевом уровне работающих мышц.

У студентов-"жаворонков" в утренние часы  $pH$  в покое составлял 7.393, а после нагрузки — 7.274.  $BE$  варьировал от 3.3 до -12.8, а  $BB$  — от 57.9 до 46.7 соответственно. В вечернее время эти показатели в покое составили:  $pH$  — 7.40,  $BE$  — 3.8,  $BB$  — 50.3, а после нагрузки 7.11, -17.7 и 37.0 соответственно. У испытуемых биоритма "сова" утром в покое  $pH$  составлял 7.41,  $BE$  — 4.7 и  $BB$  — 48.6, а после предельной нагрузки — соответственно 7.11, -16.5 и 29.7. Вечером соответствующие показатели составили в покое 7.40, 2.7, 51.3 и после нагрузки — 7.23, -12.8, 40, 5-8, 6. У аритмиков существенных различий в реакции показателей системы крови на утреннюю и вечернюю нагрузку не обнаружено.

Таким образом, у "жаворонков" показатели кислотно-щелочного равновесия более стабильны в утренние часы и подвержены большим изменениям после вечерней нагрузки. "Совы" демонстрировали более устойчивые показатели кислотно-щелочного равновесия в вечерние часы. Следовательно, адаптация системы крови к нагрузке более эффективна у первых с 8 до 11 часов, у вторых с 16 до 20 часов и существенно не меняется в группе аритмиков.

На этом основании нами предложен расчетный критерий оценки времени функционального оптимума организма (а, следовательно, биоритмотипа) на основании величины относительного прироста общего объема выполненной нагрузки ( $A$ ) на единицу изменения  $BE$ , который в общем, свидетельствует о степени сопряженности между метаболическими процессами и эффективностью механической работы:

$$\frac{A/BE_{\text{утро}} - A/BE_{\text{вечер}}}{A/BE_{\text{утро}}} \cdot 100\%$$

Результаты применения предложенного критерия для определения индивидуального биоритмотипа представлены в таблице 1.

Как свидетельствуют результаты таблицы, в отличие от имеющихся способов определения суточного биоритмотипа на основе анкетирования, которое характеризуется субъективностью оценки и невысокой точностью, нами предложен расчетный критерий, базирующийся на объективных показателях организма,

Вечерний биоритмотип - "COBA"	Индифферентный биоритмотип - "АРИТМИК"	Утренний биоритмотип - "ЖАВОРОНОК"
-------------------------------------	--	--

$$- 10\% \leq \frac{A/BE_{\text{утро}} - A/BE_{\text{вечер}}}{A/BE_{\text{утро}}} \cdot 100\% \leq + 10\%$$

где  $A$  — объем выполненной работы в соответствующее время,  $BE$  — дефицит буферных оснований, являющихся интегративным показателем реакции буферных систем кровив условиях аэробно-анаэробной нагрузки.

Предложенная формула рекомендуется для более точной идентификации биоритмотипа.

С учетом изложенного материала предлагается оптимизировать тренировочный процесс по следующей схеме: в начале подготовительного периода определить индивидуальный биоритмотип спортсмена; спортсменам утреннего биоритмотипа планировать большую интенсивность и объем физических нагрузок с 8 до 11 часов утра, а в вечерние часы — снизить интенсивность нагрузки, больше внимания уделить дыхательным упражнениям и аэробным нагрузкам. Для спортсменов вечернего биоритмотипа — обратная тенденция; для аритмиков —

относительно равномерное распределение объема и интенсивности нагрузок при утренних и вечерних тренировках.

Спортсмены	Прототип	Показатели	Предлагаемый способ										Тип реакции /определенный по заявл. спос.
			1 исслед.		2 исслед.		3 исслед.		4 исслед.		5 исслед.		
Пример 1 П-ов	Жаворонок	А(ВТ)	1550	1995	1836	1975	1865	1876	1439	1380	1748	1940	С О В А
		ВЕ(макс/л)	-13,7	-14,5	-15,4	-14,8	-16,5	-14,4	-13,4	-11,4	-15,5	-15,5	
		А/ВЕ	-113	-124	-119	-133	-113	-130	-107	-121	-113	-125	
		(А/ВЕ <sub>утро</sub> - А/ВЕ <sub>веч</sub> )		-10%		-12%		-15%		-13%		-11%	
		-----100% А/ВЕ <sub>утро</sub>											
Пример 2 К-ко	Жаворонок	А(ВТ)	2185	2063	2039	2053	2141	2278	2517	2360	1958	1713	АРИТМИК
		ВЕ(макс/л)	-15,5	-14,0	-14,5	-15,4	-15,5	-17,5	-16,5	-15,4	-14,4	-12,4	
		А/ВЕ	-141	-147	-141	-133	-138	-130	-153	-153	-136	-138	
		(А/ВЕ <sub>утро</sub> - А/ВЕ <sub>веч</sub> )		-4%		+6%		9%		0%		-2%	
		-----100% А/ВЕ <sub>утро</sub>											
Пример 3 М-ко	Аритмик	А(ВТ)	1981	1684	1515	1620	2051	1485	1748	1748	1608	1533	ЖАВОРОНОК
		ВЕ(макс/л)	-17,5	-17,5	-3,3	-16,5	-16,5	-13,4	-15,1	-17,3	-15,5	-17,4	
		А/ВЕ	-113	-96	-114	-98	-124	-111	-116	-101	-104	-88	
		(А/ВЕ <sub>утро</sub> - А/ВЕ <sub>веч</sub> )		15%		14%		10%		13%		14%	
		-----100% А/ВЕ <sub>утро</sub>											
Пример 4 В-ов	Аритмик	А(ВТ)	2549	2182	2121	2262	1958	2121	2211	2166	2622	2634	С О В А
		ВЕ(макс/л)	-18,0	-13,4	-14,4	-14,0	-14,4	-13,9	-15,5	-13,4	-18,6	-16,5	
		А/ВЕ	-141	-163	-147	-162	-136	-153	-143	-162	-141	-160	
		(А/ВЕ <sub>утро</sub> - А/ВЕ <sub>веч</sub> )		-15%		-10%		-12%		-13%		-12%	
		-----100% А/ВЕ <sub>утро</sub>											
Пример 5 С-ов	Сова	А(ВТ)	1795	1847	1870	1800	1748	1538	1835	1672	1876	1940	ЖАВОРОНОК
		ВЕ(макс/л)	-14,5	-16,5	-15,5	-16,5	-15,5	-15,5	-14,4	-15,5	-14,4	-17,5	
		А/ВЕ	-124	-112	-121	-109	-113	-99	-127	-108	-130	-111	
		(А/ВЕ <sub>утро</sub> - А/ВЕ <sub>веч</sub> )		10%		10%		12%		15%		15%	
		-----100% А/ВЕ <sub>утро</sub>											
Пример 6 Е-ко	Сова	А(ВТ)	1911	1900	2028	1900	1865	1632	1870	1655	1632	1661	АРИТМИК
		ВЕ(макс/л)	-16,5	-15,0	-17,5	-15,0	-16,6	-14,4	-15,5	-13,9	-14,4	-15,5	
		А/ВЕ	-116	-127	-116	-137	-113	-113	-129	-119	-113	-107	
		(А/ВЕ <sub>утро</sub> - А/ВЕ <sub>веч</sub> )		-9%		-9%		0%		2%		5%	
		-----100% А/ВЕ <sub>утро</sub>											

Пример 7 Г-ов	Жаворонок	A/BE <sub>утро</sub>												ЖАВОРОНОК
		A(ВТ)	2238	1567	2185	1736	2273	1515	2131	1632	2098	1748		
		BE(мажв/л)	-16,5	-14,5	-15,5	-14,5	-15,5	-13,4	-16,5	-14,4	-15,4	-15,5		
		A/BE	-136	-108	-141	-120	-147	-113	-141	-113	-136	-113		
		(A/BE <sub>утро</sub> - A/BE <sub>веч</sub> ) -----100% A/BE <sub>утро</sub>		20%		15%		22%		20%		17%		
Пример 8 Б-ко	Сова	A(ВТ)	2039	2914	1958	2471	2098	2873	2331	2972	2121	2983	СОВА	
		BE(мажв/л)	-14,5	-16,5	-14,4	-15,5	-15,5	-17,5	-16,2	-17,5	-14,4	-16,5		
		A/BE	-141	-177	-136	-160	-136	-164	-141	-170	-147	-181		
		(A/BE <sub>утро</sub> - A/BE <sub>веч</sub> ) -----100% A/BE <sub>утро</sub>		-25%		-18%		-24%		-20%		23%		
		Пример 9	Аритмик	A(ВТ)	1865	1865	1793	1099	1958	1923	1865	1865		1981
BE(мажв/л)	-16,5	-16,5	-14,5	-16,5	-16,5	-16,6	-16,5	-16,5	-17,6	-16,4				
A/BE	-113	-113	-124	-127	-119	-116	-113	-113	-113	-119				
(A/BE <sub>утро</sub> - A/BE <sub>веч</sub> ) -----100% A/BE <sub>утро</sub>		0%		-2%		2%		0%		-5%				

УН\* - нагрузка, проводимая утром

ВН\*\* - нагрузка, проводимая вечером

- более высокие показатели при вечерней нагрузке

- более высокие показатели при утренней нагрузке

## УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ Симферопольского государственного университета № 1 (40)

## Экономика. География. История. Филология.

1. НАУЧНАЯ ТРИБУНА УНИВЕРСИТЕТА В. Г. Сидякин	3
2. МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОСТОЯНИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА КРЫМА. ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ КРИЗИСА А. Т. Потеев	7
3. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ КОНЦЕПЦИИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ НА ПЕРИОД ПО 2000 г. В. А. Подсолонко, Л. П. Уточкина, А. И. Башта, Е. А. Подсолонко, И. В. Колбащенко	13
4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ Н. В. Апатова	30
5. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В КРЫМУ Н. В. Багров, В. А. Боков	33
6. ИСТОРИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА Д. П. Урсу	41
7. П. Г. ВИНОГРАДОВ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ИСКАНИЯ В РУССКОЙ МЕДИЕВИСТИКЕ КОНЦА 19 — НАЧАЛА 20 ВЕКОВ Л. С. Моисеев	46
8. К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ВНЕШНЕПОЛИТИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ ДЕМОКРАТИЧЕСКОЙ ПАРТИИ США В 1950-Е ГОДЫ С. В. Юрченко	56
9. МЕТАФОРА МЕНТАЛЬНОСТИ Н. Ф. Калина	62
10. СЕМАНТИЧЕСКИЕ И ПРАГМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕВОДА ФРАНЦУЗСКОЙ ФРАЗЕОЛОГИИ С. Г. Скороходько	68
11. ЛЕКСИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КАК ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕКСИКОЛОГИИ И ГРАММАТИКИ В. Г. Павлов	72
12. ЕЩЕ РАЗ О ЯЗЫКЕ НАУКИ Г.Ю.Богданович	77



Математика. Физика. Химия. Биология.  
Физическая культура.

1. СИНТЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ДИСКРЕТНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ НЕПОЛНЫХ ДАННЫХ  
В.И.Донской 80
2. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ОПЕРАТОРНЫЕ И ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ПРОБЛЕМЕ МАЛЫХ КОЛЕБАНИЙ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
Н.Д.Копачевский, Л.Д. Орлова(Болгова), Ю.С. Пашкова 87
3. РЕГУЛЯРНЫЕ  $U$ -ИНВАРИАНТНЫЕ РАСШИРЕНИЯ ЭРМИТОВЫХ ОПЕРАТОРОВ  
А. В. Кужель 100
4. КЛАССИФИКАЦИЯ ПАР ЛИНЕЙНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ ИЗ ОДНОГО ПРОСТРАНСТВА В ДРУГОЕ  
А.И.Криворучко 108
5. ТЕОРЕМА ЛАГРАНЖА В ТОПОЛОГИЧЕСКИХ И ПСЕВДОТОПОЛОГИЧЕСКИХ ВЕКТОРНЫХ ПРОСТРАНСТВАХ  
И.В.Орлов 113
6. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ МНОГОМОДОВОЙ СВЕТОВОД-ГОЛОГРАММА  
А.М.Быков, И.С.Волков, В.В.Брежнев 123
7. ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС В ВЕЩЕСТВАХ С МАГНИТНЫМ ПОРЯДКОМ  
Г.Н.Абеляшев, В.Н.Бержанский, С.Н.Полулях, Н.А.Сергеев 125
8. АДсорбция и электрокаталитическая деструкция поверхностно-активных веществ на платине в присутствии пероксида водорода и перманганат-иона в водных растворах.  
Н.А.Грошенко, Е.Д.Першина, С.В.Костык, Н.А.Сурова 131
9. АНАЛИЗ И СИНТЕЗ СУБМИКРОННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТРУКТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТУННЕЛЬНОГО МИКРОСКОПА  
О.В.Курносилов, А.И.Банщикова, Н.А.Грошенко, П.Ю.Перов 133
10. ВРАЩАТЕЛЬНАЯ ИНВАРИАНТНОСТЬ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ В ТЕОРИИ МАГНИТОУПРУГИХ ВОЛН  
Ю.Н.Мицай, А.Н.Майорова, Ю.А.Фридман 136
11. ВЫЧИСЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ОБЛАСТИ ОДНОРОДНОГО ПОЛЯ ДЛЯ РЕАЛЬНЫХ НАМАГНИЧИВАЮЩИХ СИСТЕМ  
В.В.Милуков, М.А.Солдатов 143
12. АКУСТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ КОТТОНА-МУТОНА В БОРАТЕ ЖЕЛЕЗА.  
Ю.Н.Мицай, В.Н.Селезнев, К.М.Скибинский, М.Б.Стругацкий 146

13. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И СОЗДАНИЯ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В.И.Пономаренко, В.Н.Бержанский, А.С.Хлыстов, А.М.Тимошенко	149
14. ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ФАЗА И ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ЛУЧЕВЫЕ ВИХРИ В МНОГОМОДОВОМ ВОЛОКНЕ А.В.Воляр, В.И.Мягков, Т.А.Фадеева	153
15. АДАПТАЦИОННЫЕ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА, ИНДУЦИРОВАННЫЕ ДЕЙСТВИЕМ СЛАБЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ КРАЙНЕ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ (КНЧ) В.Г.Сидякин, А.М.Сташков, Н.П.Янова	158
16. РЕГУЛЯЦИЯ ЭКЗОГЕННЫМ ЦИТОКИНИНОМ АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ У РАСТЕНИЙ В.Г.Блохин	164
17. КАРИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИНТЕРСТИЦИАЛЬНЫХ КЛЕТОК ОВАРИАЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ МЛЕКОПИТАЮЩИХ. Н.В.Королёв	169
18. ФЛЮКТУАЦИИ ТРАВЯНИСТОЙ СИНУЗИИ В ДУБРАВАХ КРЫМА В.Г.Мишнев, Л.П.Вахрушева	172
19. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ М.К.Мананков	178
20. НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН ЗЛАКОВ НА ФОНЕ ЗАСОЛЕНИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО РЕГУЛЯЦИИ С.Н.Кабузенко	182
21. АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ХИМИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ УСКОРЯЮЩИХ СТРУКТУР А.М.Федоренко, В.Н.Устименко, О.Д.Хрулева, Б.А.Соколов, К.Н.Бондаренко	187
22. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА МАКРОМОЛЕКУЛ И ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЯХ ОРГАНИЗМА Толкачева Н.В., Коношенко С.Н., Мартынюк В.С., Залевская И.Н., Гемберг О.П., Лысенко И.Н., Бабусайли Абдулла, Абдель Рахман Эльтахир	193
23. ЗНАЧЕНИЕ ГАЗООБМЕННОЙ ФУНКЦИИ ЛЕГКИХ В МЕХАНИЗМЕ РАЗВИТИЯ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО АЦИДОЗА И МЫШЕЧНОГО УТОМЛЕНИЯ Н.П.Красников, А.П.Шипкалова	198
24. ПЛАНИРОВАНИЕ И ВЫБОР СРЕДСТВ ТРЕНИРОВКИ БЕГУНОВ НА СРЕДНИЕ ДИСТАНЦИИ Т. Ф. Корнев	201
25. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОЗРАСТНОГО РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ ШКОЛЬНИКОВ И ОЦЕНКА ИХ УРОВНЯ В.И.Беликов	206

26. КОНЦЕПЦИЯ ТРЕХМЕРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКОЙ В ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОМ СПОРТЕ  
В.А.Бекетов 210
27. ОСНОВЫ ТЕОРИИ "УПРАВЛЯЕМО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ ИСКУССТВЕННОЙ СРЕДЫ" И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ В ПРАКТИКЕ СПОРТИВНОГО И РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ТРЕНАЖЕРОСТРОЕНИЯ  
М.Г.Лейкин 214
28. ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ НЕКОТОРЫХ ЗВЕНЬЕВ КИСЛОРОДТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ СПОРТСМЕНОВ РАЗНЫХ БИОРИТМОТИПОВ  
Е.В.Мельниченко, В.Ф.Гружевская, Н.А.Темурьянц, А.И.Пархоменко, Д.В.Сышко, А.М.Ефименко, Е.Ю.Грабовская, В.В.Ширяев, Б.И.Шанахин 219