

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**БРЕСТСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ  
XXI НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ В РАМКАХ ПРОБЛЕМЫ  
"НАУКА И МИР"**

**ЧАСТЬ I**

**БРЕСТ, 1994**

УДК 623

В тезисах докладов научно-технической конференции, проводимой в рамках проблемы "Наука и мир", освещаются последние достижения ученых и специалистов народного хозяйства в области технических и гуманитарных наук.

**Редакционная коллегия:**

**П.П. Строкач (главный редактор), П.В. Шведовский (зам. главного редактора), Н. С. Житенёва, А. В. Клопоцкий, Т. В. Строкач, А. С. Кныш, И. М. Хвисевич, В. Н. Яромский**

## ВЫСШАЯ ШКОЛА И ВОПРОСЫ ГУМАНИЗАЦИИ НАУКИ

Г.С.Кандилян, Н.И.Чопчиц, А.А.Гладышук, А.С.Смаль

В последние годы широко дискутируются проблемы гуманизации науки, что связано с возрастающей ролью последней в формировании общечеловеческих ценностей.

Вклад высшего учебного заведения в развитие общества определяется главным образом двумя факторами: качеством обучения студентов и уровнем научных исследований. Эти области деятельности вуза тесно взаимосвязаны и обуславливают специфику процесса образования. Преподаватель выступает одновременно в двух качествах: педагога и учёного-исследователя, что накладывает дополнительный отпечаток на характер преподавания. Педагог-учёный должен включать в процесс обучения этические и нравственные аспекты науки, информировать студентов о новейших достижениях мировой науки в соответствующей области.

Однако взаимоотношение науки и гуманизма достаточно сложно и многообразно. По мнению британского ученого и писателя Чарльза Сноу серьезным барьером на пути их сближения служит существование двух взаимно чуждых языков, одним из которых пользуются представители науки, а другим - представители гуманитарного образа мышления (литераторы, художники и др.). Принято считать, что наука обогащает внутренний мир человека, воздействуя на его интеллект, а искусство, например, воздействует на эмоциональный мир человека, передавая отражение внешнего мира через органы чувств. Следовательно, гуманизацию процесса преподавания научных дисциплин можно осуществить также путем усиления эмоционального аспекта обучения и его эстетической направленности.

Таким образом, в целях гуманизации процесса преподавания научных дисциплин в высшей школе предлагается изменить стиль преподавания так, чтобы перенести "центр тяжести" обучения в сторону гуманистических идей.

## НОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВЫСШЕГО АГРАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

А.Р.Цыганов, А.А.Скикевич

Формирующийся тип производственных отношений, новые черты современного труда придают исключительную роль высшей школе, в том числе и в системе аграрного образования, в обеспечении общества профессионально грамотными, культурными и социально активными специалистами. Во-вторых, возрастание коммуникативности в труде, насыщение его информативно-техническими компонентами требует приобретения будущими специалистами навыков делового общения в рамках экономических и социальных структур. В-третьих, усложнение отношений между людьми предполагает возрастание психологического, личностного фактора в деятельности специалистов на производстве и, следовательно, при их подготовке.

Для того, чтобы решать эти проблемы, систему аграрного образования следует обогатить следующими содержательными моментами:

- интегрировать учебный процесс, науку, производство в единый комплекс путем создания кафедр или их филиалов в НИИ, на производстве;
- ориентировать учебные планы и программы на подготовку специалистов международного уровня;
- расширять взаимный обмен студентами с вузами зарубежных стран; шире изучать иностранные языки, новые формы общения;
- изменить функции учебно-опытных хозяйств вузов, предоставить им ряд экономических льгот;
- широко использовать психолого-методические методы с целью экологизации и гуманизации образования.

Необходимость этих преобразований подтверждают результаты социологических исследований, проведенных среди студентов и преподавателей аграрных вузов Республики Беларусь.

### ЭВОЛЮЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ - ОДИН ИЗ ВАЖНЕЙШИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗА

И.Ф.Рассашко, А.В.Гаврилов, В.И.Толкачев, Л.П.Молодова

Среди общеобразовательных биологических дисциплин большую роль играет триада - Экология, Генетика, Теория эволюции. При их изучении

студенты знакомятся с характером взаимоотношений в системе природа - человек. Познают механизмы и факторы, закономерности, результаты и направления эволюционных преобразований, методы изучения общей картины исторического развития живой природы, прогнозирование эволюции экосистем и биосферы в целом. Рассматривают проблему сохранения и защиты не только живых организмов, но и генофондов. Полученные знания имеют первостепенное значение в формировании естественно-научного мировоззрения будущих учителей, специалистов-биологов. По ряду аспектов прослеживаются как возрастающая роль дисциплин, так и их сложности. В Теории эволюции, например, достаточно много дискуссионных вопросов. В последнее время в обществе все более широкое распространение получают креационистские представления, что может быть причиной возникновения проблем у учителей-биологов. Современная теория эволюции - это зрелая научная теория и она должна быть инструментом биологов в формировании в обществе естественно-научного мировоззрения. Необходимо также полнее использовать возможности теории эволюции, генетики в экологическом образовании. Представляется целесообразным сокращение часов в плане подготовки специалистов-биологов по данным курсам. Имеется необходимость в улучшении их технической оснащенности. Целесообразно проведение семинаров для преподавателей вузов в крупных научных и учебных центрах по наиболее актуальным разделам.

## **ОБ АКТИВИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА**

**Л.Т.Мороз**

Программа по высшей математике для технических вузов предусматривает освоение практически необходимого в дальнейшем минимума знаний и навыков. Отведенное же на первом курсе число часов для изучения таких важнейших тем, как "Пределы", "Производная", "Интегралы" и др., как показывает опыт, не достаточно для успешного их усвоения. В связи с этим необходимо искать и использовать различные методы и формы интенсификации обучения, чтобы буквально с первых занятий студенты учились практически использовать общие положения теории и более эффективно работать самостоятельно.

Наряду со многими другими формами и методами активизации учебного процесса, успешно освоенными на кафедре высшей математики БрПИ (блочная аттестация, методика "Взаимобмена заданиями" и пр.),

этим целям служит сочетание методов экспресс-контроля с использованием заранее подготовленных дидактических материалов и фронтального опроса. Сущность первого состоит в том, что, как правило, каждое занятие начинается с 5-7-минутной письменной проверки полученных студентом самостоятельно по новой теме теоретических знаний и практических упражнений иллюстративного характера. Фронтальный опрос по предыдущим темам эффективен потому, что уже изученный материал систематизируется и логически связывается с новой темой.

Сочетание этих методов является действенным средством контроля, создает обстановку, при которой студенты психологически настроены на интенсивную работу.

## О НАЧАЛАХ ПРОГРАММИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКИ

Т.П.Желонкина

Программирование обучения физике в XXI столетии возможно при наличии хотя бы небольших положительных результатов предшествующей педагогической деятельности по совершенствованию программ. К сожалению программы по физике за многие десятилетия текущего столетия претерпели изменение, но только количественное: увеличился их объем за счет внесения в них новых открытий. Поэтому требуются качественные изменения содержания программ уже теперь. Существующие программы по физике необходимо перестроить в свете современной, квантово-полевой, физической картины мира. Для этого необходимы соответствующие методологические принципы. Мы предлагаем следующие принципы построения программ как по общей физике, так и по теоретической:

- принцип ретроспективности, позволяющий достичь единства исторического и логического процесса развития и становления физической теории;

- принцип системности, согласно которому целостность физической теории как научной системы в программе сохраняется, если все ее разделы связаны общим объектом познания, которым является физический мир;

- принцип единства индуктивного и дедуктивного методов познания;

- принцип взаимосвязи и взаимозависимости понятий физики;

- принцип объективности объекта познания.

Независимость существования объекта познания от воззрений исследователя утверждается объективностью системы отсчета, через отношение к которой определяются свойства и отношения вещей

физического мира. В процессе преподавания через этот принцип должна раскрываться диалектика относительного и инвариантного познания природы вещей физического мира, объективность этих понятий.

## **ПРОБЛЕМА СЛОВ ОБЩЕГО КОРНЯ В АНГЛИЙСКОМ И РУССКОМ ЯЗЫКАХ ПРИ ОБУЧЕНИИ ЧТЕНИЮ ЛИТЕРАТУРЫ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ** (на материале подязыка вычислительной техники)

**А.А. Жданов**

В лексических составах английского и русского языков, как известно, имеется значительное число так называемых "слов общего корня" (СОК). Традиционно считается, что усвоение данной группы слов при изучении английского языка не представляет никакой трудности и происходит само собой.

По нашим подсчетам словник любого достаточно протяженного текста по вычислительной технике содержит 25-35% СОК, однако лишь небольшое число из них (5-8%), семантизируемых простой транслитерацией, узнается и понимается выпускниками средних школ, продолжающих изучение английского языка в вузе.

Анализ причин данного явления привел нас к необходимости создания словника СОК и методической группировки последних по трудности их усвоения, а также разработки на ее основе тренировочных упражнений, направленных на формирование у обучаемых навыка узнавания и понимания СОК в тексте.

При целенаправленной и систематической работе с СОК на учебных занятиях в течение первого семестра обучения возможно увеличение числа СОК, узнаваемых и понимаемых в тексте со 100-150 до 500-600 единиц и, как следствие, ускорение процесса чтения за счет уменьшения числа обращений к двуязычному словарю.

Перспективной представляется также разработка на основе выделенных групп СОК тренировочных упражнений для обучения произношению студентов электронно-механического факультета, начинающих изучение английского языка в вузе.

## РОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ- СТРОИТЕЛЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ.

А.В.Клопоцкий, И.М.Папасюк.

Согласно концепции непрерывного образования, чем меньше разрыв между теоретической и практической подготовкой инженера, тем квалифицированней специалиста мы получим в результате обучения [1]. Одним из путей сокращения этого разрыва при преподавании электротехники является максимальное приближение заданий расчётно-графических работ (РГР) к реальным условиям производства и требованиям, предъявляемым к инженеру данной специальности.

На кафедре электроники и электротехники Брестского политехнического института разработаны и апробированы РГР "Электроснабжение в строительстве" для специальности 29.03 и "Выбор электродвигателя насоса" для специальностей 29.08 и 31.10.

В РГР "Электроснабжение в строительстве" будущие инженеры-строители самостоятельно решают поставленную перед ними конкретную индивидуальную задачу по электроснабжению заданного строительного объекта с размещёнными на нём потребителями электрической энергии (строительными машинами, установками и агрегатами). В задании требуется: рассчитать электрическое освещение для ведения определенных работ (монтаж конструкций, земляные работы, бетонирование, малярные работы и т.д.) и установленную мощность, необходимую для электрофикации данной строительной площадки; выбрать тип и месторасположение трансформаторной подстанции; нанести на строительный план электрических сетей; составить принципиальную схему электроснабжения данной стройплощадки; разработать меры по электробезопасной эксплуатации данного объекта. В данной работе предусмотрен расчет электрических сетей, выполняемый как в "ручную", так и на ЭВМ по программе RSKL, позволяющей определить сечение электрических линий. Это позволяет закрепить навыки работы с ЭВМ, полученные при выполнении машинного расчета по предыдущей РГР "Электрические цепи однофазного и трёхфазного переменного тока".

В РГР "Выбор электродвигателя насоса" для заданного вариантом типа насоса необходимо: выбрать электродвигатель из двух предлагаемых серий; рассчитать и построить механические характеристики для режимов работы электродвигателя; проверить возможность пуска двигателя на



пониженном напряжении и при переключении обмоток статора со звезды на треугольник; рассчитать мощность, производительность, момент, напор и коэффициент полезного действия насоса при фактической частоте вращения ротора электродвигателя и при уменьшении частоты тока сети; определить суточный расход электроэнергии для номинального режима работы насоса; выбрать предохранители для защиты двигателя от тока короткого замыкания.

Выполнение подобных работ способствует усвоению и закреплению курса электротехники, а также развитию навыков самостоятельной работы студентов. Применение ЭВМ позволяет сократить время, затрачиваемое на математический расчёт заданий, дает возможность в некоторых случаях смоделировать рассматриваемые процессы и обеспечивает непрерывность компьютерной подготовки. Всё это помогает студенту в процессе обучения приобрести определённый опыт применения знаний как средства профессиональной деятельности.

#### Литература.

1. Вербицкий А.А. Разработка концепции создания системы непрерывного образования, упорядочение терминологии высшей школы: отчет о НИР/НИИВШ. Руководитель А.А.Вербицкий, М.1987.

## АРГУМЕНТАЦИЯ, ПОНИМАНИЕ, ОБЪЯСНЕНИЕ

В.А.Михайлов

1. Любая дискуссия в науке является по сути системой диалогов, а значит - целенаправленным воздействием участвующих в ней ученых друг на друга с целью формирования некоторых общих представлений, суждений, мнений и т.д., касающихся обсуждаемого в дискуссии вопроса. Восприятие речи участника дискуссии базируется на реконструкции скрытого диалога, усвоения предлагаемой аргументации, ее оценке, сопоставлении со своими убеждениями, предпочтениями, идеалами и ценностями. Все это составляет существенную часть и процесса понимания, а потому эффективность аргументации обязательно предполагает и ее понимание всеми участниками дискуссии. Но поскольку чаще всего разные ученые выстраивают свое понимание одного и того же суждения различным образом, то аргументация как обоснование выдвигаемых положений, должна быть направлена на преодоление подобного различия.

2. Все это требует анализа того, как осуществляется понимание используемых аргументов. Следует учитывать, что даже простое

повторение суждений, текстов обычно обрамляется различного рода комментариями, толкованиями и т.д. Можно даже утверждать, что исходные суждения в процессе их восприятия трансформируются в новые тексты. Это касается любых форм человеческого взаимодействия. Даже там, где роль аргумента играет действие, на самом деле фактически мы имеем дело не с самим действием (как аргументом), а с его осмысливанием в этом качестве.

3. Именно характер осмысления, понимания определяет степень приемлемости и эффективности аргументации. С этой точки зрения важно, что непонимание в процессе аргументации возникает в результате неправильного раскрытия смысла суждения. Данная ситуация может возникнуть в результате того, что каждый из участников дискуссии все-таки исходит из своей личностной системы ожиданий и предпочтений, а потому реагирует на чужую аргументацию не так, как предполагает его слушатель.

Это происходит потому, что каждый ученый прежде всего осмысливает реальность с помощью первичных для него ассоциаций, порожденных его жизненным опытом. Естественно, что без учета этого факта аргументирование не достигает цели. Одним из способов преодолеть возможные расхождения смыслов является уточнение применения понятий. Эффективным является и введение количественных характеристик обсуждаемых понятий. Однако не во всех случаях такую характеристику можно применять.

4. Но однозначность понятий может иногда и не способствовать успеху аргументации, а напротив - препятствовать ее принятию теми, на кого она направлена. Иногда, в силу имеющихся у него предпочтений, участник дискуссии может отрицательно воспринимать те суждения, которые как истина навязываются ему извне. Возникающий психологический барьер может блокировать понимание действительного значения предлагаемых аргументов и приводит к отказу принять эти утверждения. В этом случае эффективным оказывается использование неточных, "размытых" языковых выражений. Таким средством является языковая метафора, афоризмы, пословицы. Использование метафор, афоризмов и т.д. в процессе аргументации обеспечивает возможность создания комплекса смыслов, включающий лишь частично совпадающие ассоциации. В этом случае предлагаемые аргументы воспринимаются в качестве элементов общего для участников смыслового спектра. Взаимопревращаемость метафор, афоризмов, пословиц и т.п. обуславливает лучшее понимание предлагаемых аргументов.

## РОЛЬ МОТИВАЦИИ В ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ

В.Н.Барулин, Г.А.Гусарова

Современные тенденции вузовской педагогики связаны с активизацией мыслительной деятельности обучаемых, направленной на развитие таких качеств специалиста, как способность видеть, ставить и решать профессиональные проблемы, принимать оптимальные решения и т.д.

Значительную роль в раскрытии творческих способностей личности и превращения их в творческую деятельность играет так называемый мотивационный блок. Этот процесс должен стать объектом пристального внимания вузовского преподавателя. Социологические исследования, проведенные в ноябре 1993 г. в Белорусской сельхозакадемии (было опрошено 712 чел.) показали, что многие студенты отличают учебу в вузе от учебы в школе прежде всего самостоятельностью работы, важностью поиска литературы и источников (31,6%), самостоятельностью организации своего труда (46,1%), возможностью мыслить нестандартно (13,8%). Все это, по мнению студентов, способствует в большей степени развитию целеустремленности (38,3%), самостоятельности в суждениях и оценках (50,6%), творческим отношением к учебе и научно-исследовательской работе (9,5%), стремлением к самостоятельному углублению знаний (36%).

В сложной и противоречивой общественно-политической ситуации все больше дает о себе знать проблема общечеловеческого интереса, диалога и партнерства. Поэтому сегодня важно более эффективно использовать новые формы обучения, способствующие решению этих проблем. Анкетирование, проведенное в БСХА, показало, что решение нестандартных задач, связанных с будущей профессией (56,5%), деловые игры (39,3%), круглые столы и прессконференции (13,5%) способствуют повышению творческого интереса к учебным занятиям.

Одним из ведущих факторов формирования будущих специалистов является социальная активность преподавателя. Студенты, участвующие в анкетировании, отметили слабую помощь вузовских педагогов в развитии профессиональных качеств будущих специалистов. Если по агрономическому факультету эта помощь составила 19,9%, то на экономическом факультете всего 10,3%. Здесь есть над чем задуматься.

Формирование личности будущего специалиста в условиях рыночных отношений неизбежно предполагает гуманизацию учебного процесса. Речь должна идти не только и не столько об увеличении объема

гуманитарных дисциплин, но и об "очеловечивании" специальных предметов.

## **НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕСМЕТРИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ПСИК**

**З.Н. Уласевич, Л.П.Шумская**

В настоящее время стремлением человека становится изучение окружающего его мира, что в итоге сводится к познанию тайн природы, развитию происходящих процессов, природных явлений. К одним из методов познания относится метод моделирования, предназначенный для создания физической либо математической модели. В инженерной практике обычно информация представляется в виде геометрических моделей в целях достижения ее наглядности. Эти вопросы и призвана решать начертательная геометрия, относящаяся по сути своей к разряду теоретических дисциплин. Цель начертательной геометрии - изучение геометрических форм окружающего нас мира. Метод - графический, основанный на законах просцирования.

Преподавание в вузе начертательной геометрии имеет трудности определенного характера по ряду причин. Одной из причин является то, что сложная, неординарная теоретическая дисциплина изучается студентами на первом курсе в первом семестре. В учебной литературе в большинстве случаев не прослеживается единая методика последовательного изложения материала. В одних учебниках излагается материал от частного к общему, в других - от общего к частному, при этом с математической интерпретацией. Исходя из этого, студент первого курса ощущает определенные трудности при работе с рекомендуемой литературой самостоятельно. Индивидуальная работа со студентами под руководством преподавателя, где бы можно было оказать надлежащую консультацию, учебным планом не предусмотрена. В то же время, чтобы начертательная геометрия занимала соответствующее место в ряду изучаемых студентами дисциплин, необходимо совершенствовать методику преподавания начертательной геометрии.

На наш взгляд вопросы, связанные с разработкой эффективной методики преподавания начертательной геометрии студентам специальности "Производство строительных изделий и конструкций", решаются успешно. При этом выделяются следующие важные моменты, составляющие в целом основу курса.

1. Цель и метод начертательной геометрии определяют содержание курса, что представляет собой исследование способов построения проекционных чертежей пространственных объектов (оригиналов). При этом на протяжении всего периода изучения дисциплины делается акцент на то, что любые вопросы, примеры, задачи этой науки относятся к одной из двух общих задач начертательной геометрии - прямой либо обратной.

Прямая задача - построение проекционного чертежа оригинала, умение отобразить на нем взаимное расположение геометрических элементов.

Обратная задача - умение по проекционному чертежу восстановить, реконструировать объект, то есть определить его форму, размеры, взаимную зависимость элементов объекта и другие геометрические характеристики.

2. Рассмотрение задач по их классификации на позиционные и метрические, в целом составляющие большинство задач курса начертательной геометрии, позволяет систематизировать их алгоритм решения.

3. Запись алгоритма решения задач при помощи символов дает возможность студенту более осознанно воспринимать изучаемый материал.

Наряду с этим достижения качества обучения студентов немаловажное значение имеет обеспечение их методическими разработками.

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДИКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.**

**Н.И.Кондратчик**

Модели человечеством применялись издревле как более доступные для исследования, чем реальный объект. Тем более, что не все объекты могут быть изучены непосредственным образом ввиду недоступности или невозможности проведения эксперимента.

Модели позволяют выявить существенные факторы формирующие объект, а также прогнозировать различные варианты технических решений. Все многообразие приемов моделирования подчинено одной общей зависимости подобия модели и объекта. Достаточно хорошо разработанная модель, при изучении ее свойств, позволяет получить новые сведения об объекте.

На практических занятиях по начертательной геометрии применимы приемы физического моделирования. Выбрав условия создания физической модели, мы можем провести опрос всех студентов группы за короткое время. Например, изучая темы "Прямая" и "Взаимное положение прямых" легко смоделировать, используя ручки и карандаши, различные положения прямых по отношению к плоскостям проекций, которыми считаем:  $\Pi_1$  - плоскость пола, а  $\Pi_2$  - плоскость доски. Каждый студент показывает свой вариант ответа на поставленный вопрос, создавая свою модель, и тем самым обнаруживает уровень своих знаний. Это позволяет преподавателю оценить подготовку аудитории к занятию. Следует отметить, что выполнение чертежей этих же прямых у обучающихся не вызывает затруднений, а это свидетельствует о позитивном влиянии моделирования на процесс обучения и позволяет глубже изучить предмет инженерной графики, являющийся основой инженерного образования.

## РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

Р.А.Голышская

В современных условиях, когда прагматичность студента преобладает над всеми другими мотивами его учебной работы, весьма существенно повысить его творческую активность, интерес, жажду знаний.

Нами в работе на практических занятиях по высшей математике апробированы следующие направления активизации творческой деятельности студентов:

- самостоятельный поиск решения тех или иных новых задач на основе имеющихся опыта и знаний по предыдущим разделам высшей математики. При этом важно вести студентов по тропе неизведанного умело, спокойно и не торопясь. Важно, рассматривая раздел применения теории экстремума в решении практических задач нужно в соответствии со специальностью составить набор соответствующих задач по специальности. Например, в строительном деле поставить задачу об оптимальном варианте сечения балки на изгиб и растяжение;

- использование на практических занятиях вариативных блоков заданий по тем или иным разделам по нарастающей степени сложности. Такая практика создает условия для уверенного овладения определенных навыков у несильной части студентов;

- взаимное рецензирование предполагает взаимную проверку студентами самостоятельных работ, оценку их и обсуждение. Этот нестандартный вид работ находит доброжелательное понимание со стороны студентов, активизирует их работу, потому что, выполняя роль рецензента, он должен знать "больше", чем обычный студент, и это заставляет его штудировать основную и дополнительную литературу.

## **УЧЕБНЫЕ КАРТЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ**

**С.Т.Гусева, О.К.Денисович, М.Г.Журавель**

Качественное усвоение, углубление и закрепление учебного материала возможно только в том случае, если обучаемый овладевает умением обобщить и систематизировать приобретенные знания. В докладе изложена методика проведения практических занятий, когда в основу его положено выделение структурной схемы алгоритмического построения изучаемого материала. Данная методика использует идею опережения и рассчитана на самостоятельное предварительное изучение нового материала и составление студентами так называемой учебной карты (УК) по изучаемой теме, облегчающей решение задач и усвоение теоретического материала. Работа в учебном коллективе организуется в три этапа:

I этап. В конце каждого занятия преподаватель указывает тему следующего занятия и выдает студентам вопросы, по которым они первично обрабатывают материал. Эти вопросы ориентируют студента на отбор основных теоретических понятий, выделение типовых задач, выработку способов их решения. Результатом этапа является черновик УК.

II этап. На занятии содержание УК обсуждается, уточняется. Окончательным вариантом УК студент пользуется в процессе занятия.

III этап. Работая дома по закреплению материала, окончательный вариант УК студент заносит в специальную тетрадь и при необходимости пользуется ею.

Итак, УК в символической форме с необходимыми геометрическими иллюстрациями отражает математический аппарат, необходимый для решения задач. Авторами предлагается комплект УК к материалу I семестра курса "Высшая математика", который может быть рекомендован и как наглядное пособие на II этапе занятия, и как методическое пособие по организации самостоятельной работы студентом.

## СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

М.А.Сысова, В.И.Хвещук

Проблема автоматизации процесса контроля знаний у студентов в процессе приема зачетов и коллоквиумов, допуска к проведению лабораторных работ и других видов занятий - это очень трудоемкая, итеративная и сложная процедура, результаты которой во многих случаях носят субъективный отпечаток личности преподавателя. Автоматизация этого процесса решается путем разработки программной системы на базе языка Clipper с ориентацией на ее использование преподавателями разной квалификации на отдельных ПЭВМ или в локальной сети ПЭВМ.

В работе представлены результаты разработки и апробации системы контроля знаний в рамках Брестского областного института усовершенствования учителей в процессе проведения входного и выходного контроля знаний для учителей школ по химии, физике и географии на курсах повышения квалификации. Приведены основные принципы построения, назначение, состав и структура системы.

Структура системы представлена в виде четырех самостоятельных подсистем, взаимодействующих между собой через общую базу данных (БД). В состав системы входят такие подсистемы, как формирования базы знаний (БЗ) и списка пользователей, санкционирования доступа к системе группового контроля знаний, обработки и документирования результатов проверки знаний. Для каждой подсистемы рассмотрены основные функции, алгоритмы функционирования и методика использования.

БД системы состоит из совокупности взаимосвязанных файлов. Часть этих файлов представляет собой БЗ. Знания представлены в виде схемы: дисциплина-тема-вопрос-ответ.

Применение данной системы в учебном процессе позволяет автоматизировать групповой контроль знаний и существенно сократить время проведения определенных видов занятий, повысить объективность и качество оценок, выявить "узкие места" в процессе обучения.

Данная система группового контроля знаний может применяться не только в учебных заведениях, но и на предприятиях для проведения квалификационных экзаменов, психодиагностического тестирования и других видов контроля знаний.



## СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СБОРА, ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ЗДОРОВЬЯ И ФИЗИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ УЧАЩИХСЯ ШКОЛ

А.Н.Троцюк

Рассматривается программная система (ПС), ориентированная на автоматизацию процесса сбора, хранения, обработки и анализа информации о состоянии здоровья (результаты медосмотров) и физическом развитии (результаты сдачи нормативов-тестов по физкультуре) учащихся школ на уровне отдельных школ, районов и Брестской области (в перспективе - Республики Беларусь). Этот процесс реализуется в виде ПС с ориентацией на применение на ПЭВМ типа IBM.

Система обеспечивает диалоговый режим взаимодействия с "неквалифицированными" пользователями: и реализована в виде совокупности четырех взаимодействующих между собой подсистем ("ШКОЛА", "РАЙОН", "ОБЛАСТЬ", "РЕСПУБЛИКА"), каждая из которых обеспечивает определенный уровень сбора, обработки и хранения результатов.

Подсистема "ШКОЛА" предназначена для сбора и модификации информации об учащихся школы, организации и ведения архивов информации об учащихся школ, обработки информации об учащихся с целью ее использования в рамках школы, и для передачи в подсистему "РАЙОН". Подсистема "ШКОЛА" обеспечивает выполнение следующих функций: выставление четвертных и итоговых оценок, получение средних баллов сдачи тестов классом, параллелью, школой; определение лучших учащихся по классу(ам), школе по каждому виду или по нескольким видам тестов; определение лучших классов по параллели, в школе по каждому виду тестов или по нескольким видам тестов по параллели, в школе по каждому виду тестов или по нескольким видам тестов и другие виды обработки.

Подсистема "РАЙОН" предназначена для объединения баз данных школ, организации и ведения архивов информации о школах, обработки информации о школах в рамках района, обработки информации о школах с целью ее передачи в подсистему "ОБЛАСТЬ". Подсистема "РАЙОН" обеспечивает выполнение следующих функций: получение средних баллов сдачи тестов учащимися школ района; определение лучших школ района по каждому виду тестов или по нескольким видам тестов.

Подсистема "ОБЛАСТЬ" предназначена для объединения баз данных районов, организации и ведения архивов информации о районах, обработки информации о районах в подсистему "РЕСПУБЛИКА" (в перспективе). Подсистема "ОБЛАСТЬ" обеспечивает выполнение следующих функций: получение средних баллов сдачи тестов учащимися школ области; определение лучших районов по каждому виду тестов или по нескольким видам тестов.

Подсистемы взаимодействуют между собой посредством использования баз данных (БД). БД на уровне школы содержит следующую информацию об учащихся: паспортные данные; результаты ежегодного медицинского осмотра; данные, отражающие уровень физической подготовки (результаты сдачи тестов за текущую четверть); данные о дополнительных занятиях физической деятельностью. БД на уровнях района и области являются аналогичными и содержат информацию о количестве учеников по школам района (области, средние баллы сдачи тестов учащимися школ (районов), сведения о дополнительных занятиях физической деятельностью, данные о количестве учащихся школ (района) с нарушением зрения, слуха, повышенным кровяным давлением, избыточной массой и др.

Результаты использования системы могут применяться для решения следующих задач:

- освобождения учителей физкультуры от рутинной работы по обработке статистических данных по физическому развитию школьников;
- получение информации о лучшем ученике, школе при организации соревнований и т.д.;
- оценка физической подготовки учащихся, классов, школ, районов, области и использование этой информации для корректировки существующих нормативов;
- оценка медицинского состояния учащихся, классов, школ, районов, области и др. с целью организации медицинского обслуживания и лечения школьников.

ПС разрабатывается на вычислительном центре областного института усовершенствования учителей с использованием СУБД FoxPro. В настоящее время завершается разработка подсистемы "ШКОЛА"

## О НЕОБХОДИМОСТИ ОБУЧЕНИЯ РЕФЕРАТИВНОМУ ПЕРЕВОДУ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

**А.Н.Коньшева**

До недавнего времени обучению иностранного языка в техническом вузе уделялось недостаточно внимания. Но активизация деловых контактов с зарубежными странами потребовала переориентации учебного процесса. Одной из первых попыток создания современного курса вузовского обучения иностранному языку является новая "Типовая программа для неязыковых специальностей высших учебных заведений". Нас привлекают положения новой программы, в частности трехвариантность, по той причине, что, на наш взгляд, они являются ключом для решения основных задач обучения иностранному языку в неязыковом вузе и нацеливают на преодоление ряда недостатков в обучении языку.

В настоящее время широко распространена практика опубликования научных и технических статей в журналах и тематических сборниках на одном языке с реферативным изложением их основного содержания в конце текста на другом. При работе наших специалистов за рубежом решается следующая задача: текст на русском или белорусском языке реферруется на языке данной страны. Техника перечисленных видов деятельности и составляет суть реферативного перевода. Обычно автор, получивший заказ на реферативный перевод, знает два языка, для него процесс реферативного перевода органичен: он одновременно реферует текст и переводит. Нужно помнить, что мы не переводим готовый текст на нужный язык. Идут специфические операции, которые нужно осмыслить при реферировании текста на другой язык. Реферативный перевод - это вид текстовой деятельности и этой деятельности нужно обучать.

## ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ: ОБУЧЕНИЕ НА СУПЕРКАЛКЕ.

**С.И.Ковалевич**

Появление множества математических пакетов прикладных программ резко сузило применение численных методов в практической деятельности и в обучении. Причина популярности пакетов в том, что они достаточно быстро решают поставленные задачи. Однако часто они не могут дать информации о погрешности вычисления. В таких случаях возникает необходимость в простой реализации конкретных численных методов на ЭВМ. Обучение численным методам также следует проводить с

помощью некоторых наиболее общих процессоров. Одним из них, несомненно, является табличный процессор SuperCalc.

В Суперкалке можно решать достаточно широкий класс задач вычислительного характера. Методы решения уравнений и систем уравнений, аппроксимация функций, численное интегрирование, методы решения дифференциальных уравнений могут быть успешно реализованы. Возможность циклических вычислений, управляемого перерасчета формул, изменение задаваемой точности вычисления являются достаточными условиями для использования Суперкалки в таких целях.

В тех случаях, когда без составления таблиц не обойтись, средства Суперкалки позволяют создавать их достаточно быстро, благодаря модифицированному копированию. Так, метод Гаусса решения систем линейных уравнений, может быть реализован компактной схемой. Интерполирование многочленом Ньютона сразу даст и оценку погрешности интерполирования. Интегрирование можно проводить в рамках одной таблицы формулами Симпсона, трапеций и прямоугольников.

Приведем пример решения обыкновенного дифференциального уравнения методом Рунге-Кутты. Расчетная формула имеет вид

$$y_{n+1} = y_n + h(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) / 6;$$

$$k_1 = f(x_n, y_n); k_2 = f(x_n + .5h, y_n + .5hk_1);$$

$$k_3 = f(x_n + .5h, y_n + .5hk_2); k_4 = f(x_n + h, y_n + hk_3).$$

Предположим, что дана задача Коши:

$$y' = x + y; y(0) = 1.$$

В Суперкалке заполняются клетки:

	A	B
1	E =	.00001
2	Hn =	.15
3	Xn =	0
4	Yn =	1
5	k1 =	B3+B4
6	k2 =	(B3+.5*B2)+(B4+.5*B2*B5)
7	k3 =	(B3+.5*B2)+(B4+.5*B2*B6)
8	k4 =	(B3+B2)+(B4+B2*B7)
9	Xn+1 =	B3+B2
10	Yn+1 =	B4+B2/6*(B5+2*B6+2*B7+B8)

Подготовленные клетки модифицируются следующим образом: а) отменяется автоматический перерасчет формул /Global,Manual; б) задается

погрешность вычисления /Global, IterS, Solve, Delta, B2; в) в клетку B2 вместо прежнего значения вносится формула B2/2; г) в клетку B3 записывается ссылка B9; д) в клетку B4 записывается ссылка B10; е) включается автоматический перерасчет формул /Global,Auto.

Возможность наблюдения за всеми составляющими итерационного процесса является достоинством Суперкалка при обучении численным методам.

## ЕВРОРЕГИОН "БУГ" - ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Е.И.Мешайкина

Термином "Еврорегион" определяется территориальная единица, состоящая из частей приграничных государств, выделенная для целей совместного и скоординированного стимулирующего воздействия на общественно-экономические процессы в их границах. В Еврорегионе "Буг" предполагается участие трех государств: Польши - воеводства Бяло-Подляское, Люблинское, Тарнобжегское, Хелмское; Беларуси - Брестская область; Украины - Волынская область.

Общая территория Еврорегиона "Буг" составит 74.7 тысячи квадратных километров с населением около 6 миллионов человек. Четыре польских воеводства имеют территорию 22.4 тысячи квадратных километров и свыше 2.5 миллиона жителей. Брестская область - 32.3 тысячи квадратных километров и свыше 1.5 миллиона жителей и Волынская область - 20 тысяч квадратных километров и около 1.5 миллиона жителей.

Такая территориальная единица должна способствовать созданию характерного хозяйственного комплекса, основанием деятельности которого будут экономические связи, выработанные между разного рода производственными предприятиями и предприятиями услуг.

В Средне-Восточной Европе в настоящее время происходят процессы, которые ведут к политической и экономической дезинтеграции государств. Быстро прогрессирующая дезинтеграция приводит к тому, что многие предприятия потеряли свои рынки сбыта, поставщиков сырья и сейчас находятся на грани банкротства. С такими трудностями сталкиваются не только хозяйственники государств бывшего Советского Союза, но и Польши. Поэтому тем более нужны в этой области действия совместные, скоординированные и длительные.

Сотрудничество будет развиваться в области регионального развития, транспорта, обеспечения энергоресурсами и водой, охраны природы и окружающей среды, промышленного сотрудничества, торгового обмена, земледелия и переработки сельхозпродуктов, образования и научных исследований, охраны здоровья, культуры, искусства, туризма и отдыха, а также взаимопомощи в борьбе с преступностью, катастрофами и стихийными бедствиями.

В результате совместных действий предполагается: увеличить производительность труда, модернизировать процессы производства, увеличить выпуск товаров и объем услуг; образовать свободные таможенные зоны; проводить совместные научно-исследовательские работы, создавать новые формы профессионального и академического обучения; создать Бартерную палату для финансовых расчетов товарообмена; создать банк с участием западного капитала для обслуживания совместных хозяйственных мероприятий; создавать совместные предприятия; создавать и организовывать товарные биржи; создать школу менеджеров и банковскую школу; обмениваться торгово-хозяйственной информацией; создавать центры торгово-хозяйственной поддержки.

Брестский регион отличает ряд факторов, способствующих налаживанию связей с другими государствами, развитию бизнеса, коммерции, частного предпринимательства. Во-первых, это выгодное географическое положение Брестской области. Находясь на границе с Польшей, Брест является основной точкой торговли между странами СНГ и Центральной Европой. Во-вторых, это сложившиеся экономические связи с государствами ближнего и дальнего зарубежья, хорошо развитая местная промышленность, неплохой научный потенциал, достаточно квалифицированные рабочие и инженеры. В-третьих, немаловажное значение имеет наличие современной транспортной развязки - крупнейший железнодорожный узел, аэропорт, речной порт, лучшая в Беларуси автомагистраль, действующие 4 пограничных перехода с Польшей.

## ВУЗ И РЫНОК

**В.Г. Афонин**

На учебу в вузе студент затрачивает значительное количество времени, сил, а порой и здоровья. Основные ресурсы вуза расходуются на учебный процесс. В то же время значительный объем знаний, умений и

навыков (ЗУН), получаемых студентами, остается невостребованным; выпускники вузов нередко устраиваются на работу не по специальности.

Автором предлагается схема вузовского обучения, которая может оказаться более гибкой и эффективной, чем существующая.

Во-первых, предлагается вместо существующих конкурсных проводить "минимальные" вступительные экзамены с целью выявить, имеет ли поступающий ЗУН, необходимые для обучения в вузе. Содержание и объем этих ЗУН должны быть сокращены по сравнению с существующими и могут, например, быть направлены на знание математики и распространенных единиц измерения физических и экономических величин. Эти знания, в отличие, например, от владения иностранным языком может получить любой ученик любой школы.

В целом набор студентов на 1-м курсе может в 2-3 раза превышать существующие наборы. Однако в дальнейшем производится достаточно жесткий конкурсный набор среди студентов 1-3 курсов, так что после 5-го курса может сохраниться всего 20-30% от числа поступивших. Этот отбор, как правило, осуществляется по результатам деятельности студента в течение всего учебного года. Помимо экзаменационных оценок по обязательным и факультативным учебным дисциплинам ( оценки желательно выставлять не по четырехбалльной, а хотя бы по 9 - балльной шкале ), следует учитывать результаты участия студентов в НИР, олимпиадах, конкурсах и т.д., их личностные качества: поведение, коммуникабельность, организационные способности и т.д.

Студенты, которые не захотят или не смогут продолжать учебу в данном вузе, должны получить возможность либо перевестись на учебу в другое учебное заведение, либо устроиться на работу. Поскольку таких студентов будет большинство, представляется желательным решить по крайней мере две проблемы:

1. Унифицировать ( стандартизировать ) обязательный учебный материал, который дается на первых курсах студентам разных вузов.

2. Организовать в вузе преподавание таких предметов, которые позволили бы студенту за короткое время стать нужным работником для какого-либо предприятия или организации и при необходимости получать дополнительные ЗУН уже работая.

Автором разработан один из возможных вариантов содержания обязательных и факультативных дисциплин для младших курсов вузов технико-экономического профиля. Согласно предлагаемой схеме на первом, втором и третьем курсах в обязательном порядке студенты осваивают общеобразовательное ядро соответственно первой, второй и третьей ступени, проходят гуманитарную подготовку и после окончания

любого курса в принципе могут устроиться на работу. При этом объем обязательных ЗУН является минимальным, а число часов обязательных аудиторных занятий в неделю не превышает 20. Далее, согласно уже существующим установкам по окончании 4-го курса студент получает диплом о высшем образовании со степенью бакалавра, после 5-го курса может получить диплом инженера или магистра и продолжить дальнейшее обучение в аспирантуре.

Очевидно, предлагаемая система должна повысить мотивацию студентов к получению качественных знаний, сократить объем неустраиваемых ЗУН, повысить общеобразовательный уровень молодежи, уменьшить уровень безработицы.

## ОСОБЕННОСТЬ ГУМАНИСТИЧЕСКИХ ИДЕЙ СОВРЕМЕННОСТИ

И.Г.Грибова

Не раз в истории человечества провозглашались принципы гуманизма: "всеобщее братство" как принцип великих религий; "Свобода. Равенство. Братство." - лозунги, провозглашенные Великой французской революцией. В чем же особенность всплеска идей гуманизма, проявившегося во 2-й половине 80-х годов нашего столетия? Сегодня всем ясно, что мир состоит из национальных взаимосвязанных государств. И видные ученые мира выступают за создание "Глобальной этики" - этики всего человечества. Хотя мир представляет собой различные этические и национальные сообщества и каждый из нас имеет особые нравственные обязанности перед этими сообществами, существуют основополагающие нравственные принципы, связывающие все цивилизованные сообщества. В них отражен опыт человечества, они проверены в тяжелейших испытаниях. Эти принципы включают честность, искренность, справедливость, доверие, благодарность, добрую волю, потребность в правде, верность слову, сострадание, лояльность, терпимость и сотрудничество. Они использовались в ограниченных сплоченных группах: родо-племенных, этнических, национальных, религиозных. Соперничество же между ними порождало враждебность, ненависть, озлобленность. Не настало ли время провозгласить всеобщность этих нравственных принципов для всех членов человеческой семьи, живущих на планете Земля? Предпринимаются усилия для развития экономического и политического сотрудничества народов на основе взаимных интересов. На наш взгляд, надо создавать качественно новые политические, экономические, культурные и социальные институты



для обеспечения такого сотрудничества. Но, прежде всего, надо создать всемирный моральный консенсус, сформулировать наци права и обязанности в отношении к мировому сообществу.

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОБЛЕМ ВОССТАНИЯ 1794 г. В КУРСЕ БЕЛОРУСОВЕДЕНИЯ.

**Н.Н.Ковалёва**

Восстание 1794 г., 200-летие которого отмечается в этом году, было не только польским, но и белорусско-литовским, направленным на восстановление независимости Белорусско-Литовской державы. Это восстание - важный рубеж в истории белорусского народа. Поражение восстания положило конец существованию Речи Посполитой и на долгие годы лишило белорусов своей государственности. В то же время событиями 1794 г. начинается период шляхетской революционности, который заканчивается в 1863 г., когда было подавлено третье освободительное восстание под руководством К.Калиновского.

Военные действия в 1794 г. охватили и территорию Брестчины. 14 сентября произошло столкновение повстанцев с авангардом корпуса А.Суворова у местечка Дивин (Кобринский район). 17 сентября произошла крупнейшая битва повстанческого корпуса К.Сераковского с более чем вдвое превосходящими силами противника под Крупчицами (Кобринский район). 19 сентября в решающей битве под Брестом Суворов нанёс решающий удар по корпусу К.Сераковского.

На Брестчине много памятных мест, связанных с событиями восстания 1794 г., поэтому при изучении темы может быть использован местный краеведческий материал. Однако при этом следует обратить внимание на то, что в силу сформированного дворянской историографией и сохранявшегося в советское время представления о восстании как бунте польской шляхты, у нас более всего памятников было установлено в честь душителя восстания А.Суворова. В Кобрине на месте подаренного Суворову Екатериной II имения Кобринский Ключ разбит городской парк имени А.В.Суворова, а в бывшем усадебном доме полководца размещается военно-исторический музей. В деревне Чижевщина (Жабинковский район) в ознаменование победы войск Суворова над войсками Сераковского на Крупчицких полях возведена Владимирская церковь.

Гораздо скромнее представлены памятники участникам восстания. Памятник Тадеушу Костюшко установлен на родине руководителя восстания в д. Малые Сехновичи (Жабинковский район), а также в

фольварке Меречёвщина (Ивацевичский район). Однако до сих пор не решен вопрос создания дома-музея нашего знаменитого земляка. В деревне Скоки (Брестский район) находится усадьба Немцевичей. Родившийся и выросший здесь Юлиан Немцевич был во время восстания адъютантом Костюшко.

Поражение восстания 1794 г. не только изменило политическое положение белорусских земель, но и оказало значительное влияние на культурное развитие нашего края, что нашло проявление в новых тенденциях строительства культовых зданий. После присоединения Брестчины к России здесь фактически прекращается строительство католических храмов, зато активно возводятся православные церкви в неорусском стиле в традициях древнерусского зодчества. Своеобразным явлением в местной архитектуре стала перестройка католических и униатских храмов в православные, что должно было символизировать торжество православия и содействовать усиленной русификации местного населения. Отсюда возникают такие своеобразные архитектурные сооружения как православные церкви в готическом стиле бывшие костёлы (костёл цистерцианцев в д.Вистичи Брестского района, известный с 19 века как Крестовоздвиженская церковь, Буховицкий костёл доминиканцев (Кобринский район), перестроенный в Покровскую церковь).

## США И ВОССОЕДИНЕНИЕ ГЕРМАНИИ

М.В.Стрелец

В научной литературе нет единой точки зрения на предмет отношения Соединенных Штатов Америки к достижению государственного единства Германии. Одни авторы считают, что воссоединение Германии противоречило американским интересам, другие придерживаются противоположного мнения.

На наш взгляд, следует исходить, прежде всего, из главной цели внешнеполитической стратегии США. Весь послевоенный период она состояла в стремлении преодолеть биполярность мира, лишить СССР его сфер влияния, повсеместно внедрить американские ценности. Именно на базе данных ценностей происходило развитие бывшей ФРГ, которая в конце своего существования как магнит притягивала Восточную Европу. Последняя вступала в полосу постсоциалистического развития как раз в то время, когда бывшая ГДР была инкорпорирована в сформировавшиеся в Западной Германии структуры. Воссоединение Германии воспринимается

лось вашингтонскими стратегами как один из этапов на пути строительства единой Европы.

После октябрьской революции 1989 года в ГДР США очень активно советовали Г.Коллю проводить интенсивные переговоры на предмет решения германского вопроса. И в Белом Доме, и в Капитолии не без основания опасались, что вместо Горбачева могут прийти к власти правоконсервативные силы и исторический шанс будет упущен.

Следует отметить, что по вопросу о строительстве немецкого единства у американской администрации были серьезные разногласия с Францией и, особенно, с Великобританией. Тогдашний премьер-министр Великобритании Маргарет Тэтчер развернула невиданную дипломатическую активность с целью замедления темпов воссоединения Германии. В этих условиях американская администрация проявила склонность к разумным компромиссам.

Вашингтон предпринял серьезные усилия и для того, чтобы убедить Москву поддержать членство будущей воссоединенной Германии в НАТО. Учитывая позицию СССР, администрация Буша добилась концептуального прорыва на сессии Совета НАТО, проходившей в Лондоне в начале июля 1990 года. В Кремле поняли, что Организация Североатлантического Договора становится другой, и весь мир стал свидетелем феномена Архыза.

Показательно, что на переговорах по формуле "два плюс четыре" позиция США была более жесткой, чем подход ФРГ. Известно, что Москва была против размещения в восточных землях подразделений бундесвера и НАТО после 1994 г. Бонн первоначально соглашался с этой позицией. Однако американские представители провели целую серию интенсивных консультаций со своими западногерманскими коллегами и ФРГ помняла свою позицию. Согласилось с подходом США и советское руководство, что и было отражено в заключительном документе.

В связи с воссоединением двух немецких государств Вашингтон по новому взглянул на факт нахождения тактического ядерного оружия в центре Европы. Администрация Д.Буша задалась вопросом: "Есть ли смысл в его наличии в данном регионе в условиях, когда обе стороны завершили процесс восстановления государственного единства, а советские войска уходят из восточноевропейских стран?" Стали реальностью сокращение этой категории вооружений, их структурная модернизация.

Конечно, нельзя упрощать механизм формирования американской позиции. Так, государственный секретарь Д.Бейкер был более осторожен, чем президент Буш. Между ними неоднократно возникали разногласия.

Воссоединенная Германия в долгосрочной перспективе явится европейским гегемоном, но не мировой сверхдержавой, так что стратегическим интересам США она противоречить не будет.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ГЕРМАНСКОЙ ПОЛИТИКИ ХРИСТИАНСКО-ЛИБЕРАЛЬНОЙ КОАЛИЦИИ В ФРГ (1982-1990)

М.В.Стрелец

1 октября 1982 года начался отчет правления коалиции партий ХДС, ХСС, СВДП в Федеративной Республике Германия. Главная заслуга данной коалиции - воссоединение Германии, свершившееся 3 октября 1990 года. В настоящих тезисах содержится попытка ответа на вопрос: "Как германская политика федерального правительства повлияла на приближение данного события?"

Сначала оно проводило политику "малых шагов". Бонн предложил Восточному Берлину формулу: непрерывное расширение и углубление гуманитарных связей в обмен на оказание экономической поддержки. Для этой формулы существовала определенная почва. Благодаря "новой восточной политике" социал-либеральной коалиции, правившей в 1969-1982 гг. в ФРГ, гуманитарные контакты стали неотъемлемым элементом германо-германских отношений.

Анализируемая формула была поддержана тогдашним руководством ГДР. Последнее еще до горбачевского нового политического мышления совершило концептуальный прорыв в своих внешнеполитических воззрениях, оставаясь в то же время приверженцем неосталинистской модели социализма.

Та система ценностей, которая была доминантой западногерманской действительности, как магнит притягивала всё нарастающее количество восточных немцев. В ГДР вызревало оппозиционное движение. В 1988-1989 гг. усилилось массовое бегство населения страны на Запад. С января по ноябрь 1989 года ГДР покинули 317000 человек, причем большинство из них в возрасте до 40 лет. Логический результат такого развития - октябрьская реформа 1989 года.

Как только исчезла Берлинская стена, наступил этап "больших шагов" в германской политике Бонна. Был взят курс на формирование как экономического, так в перспективе и политического союза германских государств. Четко улавливая настроения основной массы населения ГДР, которой двигали, прежде всего, социальные интересы, правительство ФРГ

своевременно подписало с руководством Восточной Германии договор о валютном и финансовом союзе, вступивший в силу 1 июля 1990 г. Этот договор заложил материальную основу будущего воссоединения Германии.

В рамках политики "больших шагов" ключевое место заняло германо-германское взаимодействие на предмет внешних аспектов достижения государственного единства. Прежде всего заметим, что при активнейшей помощи Бонна на парламентских выборах в ГДР в марте 1990 г. победу одержали родственные правящим в ФРГ партиям силы. Последние, как и их патрон, учитывая преобладающие в обществе настроения, выступали за форсирование темпов воссоединения. На известных переговорах по формуле "два плюс четыре", проходивших с 5 мая по 12 сентября 1990 г. обе германских государства выступали с единых позиций. При этом нить переговорного процесса держали в своих руках западные немцы.

Часть исследователей рассматривает событие 3 октября 1990 г. как шаг со стороны Бонна на основе 23 статьи Основного Закона ФРГ. Однако такая оценка финальной стадии германской политики ФРГ представляется несколько упрощенной. Ни один из необходимых для процесса воссоединения демократических механизмов не был нарушен.

Разумеется, политика "больших шагов" с самого начала была сопряжена с огромной ответственностью, которая ложилась на ее архитекторов. Они постоянно синхронизировали данную политику с формированием структуры мирного порядка в Европе.

## ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ СОВРЕМЕННОЙ КОНЦЕПЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ ФРГ

М.В.Стрелец

Воссоединение Германии поставило ряд непростых вопросов перед специалистами. Главный среди них таков: "Будет ли она угрожать Европе и миру в целом?" Для ответа на данный вопрос обратимся к взглядам официального Бонна на предмет обеспечения безопасности страны. Суммируя правительственные публикации, высказывания лидеров ФРГ, можно выделить следующие ключевые моменты.

Во-первых, в бывшей ФРГ было принято говорить лишь о политике безопасности. В официальных публикациях отсутствовало понятие "национальная безопасность". Тем самым западногерманские лидеры давали понять остальному миру, что концепция национальной безопасности может подойти только к воссоединенной Германии.

Во-вторых, в шкале приоритетов федерального правительства на первом месте стоит обеспечение безопасности личности, на втором - общества и только на третьем - государства. Человеческое измерение национальной безопасности прослеживается, прежде всего, в стремлении властей гарантировать каждому бундесбюргеру достойный жизненный стандарт, твердую уверенность в завтрашнем дне.

В-третьих, полностью исключена возможность существования германского генерального штаба. В долгосрочной перспективе воссоединенная Германия не будет неконтролируемым центром силы. Считая сердцевинной своей политики национальной безопасности членство страны в НАТО, правящая коалиция намечает дальнейшую интеграцию бундсвера в вооруженные силы этого военно-политического союза демократических государств.

В-четвертых, произошел концептуальный прорыв в военной доктрине. Никто не упоминает сейчас об "обороне на передовых рубежах". В официальных документах фигурирует принцип обороны на границах. Этот принцип означает значительное уменьшение количества сценариев военных действий с применением ядерного оружия.

В-пятых, в основу военного строительства положен принцип разумной достаточности обороны. В долгосрочной перспективе численность бундсвера не будет превышать 370 тысяч человек. Для сравнения напомним, что для армии бывшей ФРГ был установлен потолок 495 тысяч солдат и офицеров. Вместе с тем по-прежнему высокими остаются требования к качеству подготовки вооруженных сил.

В-шестых, в соответствии с новыми реалиями политики не видят смысла в употреблении термина "угрозы". Постепенно входит в обиход понятие "риск для национальной безопасности".

В последнее время заметно вырос интерес к "внутриевропейским факторам риска". Особую тревогу у немцев вызвали успех ЛДПР на парламентских выборах в России в декабре 1993 года, эскалация югославского кризиса.

Не уходят из поля зрения политиков и "внеевропейские факторы риска". Они учитывают и сильную зависимость ФРГ от сырьевых и энергетических источников, и наличие вне Старого Света ряд астрал, могущих в ближайшее время создать ядерное оружие. Своевременными представляются предложения о создании высокоомобильных "европейских сил быстрого реагирования", которые будут тушить очаги военных конфликтов в этой части мира.

В-седьмых, в последних правительственных публикациях ставится вопрос о повышении эффективности использования ООН, институтов СБСЕ для формирования структуры международной безопасности.

В-восьмых, значительное внимание уделяется активизации Западно-европейского Союза, военному сближению с Францией.

Таким образом, современная концепция безопасности ФРГ свидетельствует о ее миролюбивых намерениях.

## ОБ ОБЩЕСТВЕННЫХ ФОРМАХ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ ОБЩЕСТВА

О.Е.Дунцевский

Капитализм, основывавшийся на эксплуатации непосредственного труда в материальном производстве с целью получения прибавочной стоимости, являлся основной исторической общественной формой индустриализации общества, реализации достижений и возможностей промышленной революции.

Царская Россия не страдала от избыточности развития капитализма. Поэтому после Октября 1917 года в стране пришлось решать в развитии производительных сил те задачи, которые в западных странах исторически решал капитализм. С этой точки зрения то общество, которое десятилетиями отождествлялось с социализмом, являлось особой общественной формой ускоренной индустриализации общества.

Если в западных странах процесс индустриализации растянулся на несколько столетий и становление и развитие капитализма в них опиралось на эксплуатацию и угнетение подавляющего большинства населения земли, то в СССР этот процесс занял несколько десятилетий и осуществлялся преимущественно в "опоре на собственные силы".

Если там его осуществляла буржуазия на основе частной собственности, то у нас ее роль выполняла партийно-государственная бюрократия на основе государственной.

Нынешняя реальность заключается в том, что "их" капитализм, и "наш" социализм свою задачу по развитию производительных сил выполнили. В частности, СССР стал индустриальной страной не только по структуре национального дохода, но и по составу населения, образу его жизни и профессиональной структуре к 60-70-м годам.

Что дальше? Дальше в мировом развитии начинается переход в постиндустриальное, посткапиталистическое общество. И основа такого перехода в производительных силах - осуществление НТР, переросшей в

70-е годы в технологическую. На такой основе интеллектуальный, творческий труд превращается впервые в истории в главную производительную силу, в главный источник общественного богатства. В перспективе меняется и сама его форма - на смену вещественной форме приходит общественное богатство в форме развития способностей и возможностей членов общества.

Исторический перелом в тенденциях накопления богатства (накопления не в капитале, а в человеке) зримо проявился уже в 60-70-е годы. Так, доля расходов на формирование капиталов и "человеческого фактора" в валовом национальном продукте США составила в 1964 г., соответственно 17,2 процента и 18,4 процента, а в 1986 г. - 15,7 и 24,6. С некоторым отставанием эти тенденции проявляются и в других странах Запада.

К 70-м годам исчерпал свои возможности в развитии производительных сил "наш" социализм. Именно тогда нужна была перестройка, но, как известно, вместо нее мы получили "застой" с перманентным гниением общества. В результате чего разрыв в уровнях развития между нами и Западом, до того достаточно быстро сокращавшийся, стал катастрофически нарастать.

Перестройка еще более усугубила эту ситуацию. Выбор форм, методов и способов преодоления отставания страны от Запада должен был исходить из потребностей современного развития производительных сил. Вместо этого обществу стали навязываться ориентиры, игнорирующие эти потребности, - на дикий, спекулятивный, ранний капитализм. В результате - развал государства, разрушение экономического и научно-технического потенциала, культурная и моральная деградация. Корень всех бед - порочность самого курса.

Нет и не может быть выхода из сложившегося положения без кардинального изменения самого курса движения стран СНГ.

## **ОСОБЕННОСТИ СИЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ ГРЕБЦОВ-БАЙДАРИСТОВ**

**Е.П.Дьяконов**

Прежде чем говорить о силовой подготовке гребца, необходимо остановиться на силовой тренировке в годовом цикле и на подготовке гребца в целом.

Когда речь идет о выработке у гребца высокого уровня силовой выносливости, это воспринимается как само собой разумеющееся.



Действительно, дистанция в 1000 м, где общая продолжительность работы составляет около 3,5 минут, из которых 2-2,5 минуты приходится на работу в смешанном режиме, предъявляют к организму спортсмена высокие требования, особенно к силовой выносливости. Нельзя забывать, что усилия, прикладываемые спортсменом к рукоятке весла на протяжении всей дистанции составляют 30-40 кг за один гребок. Здесь приходится признать, что в вопросах силовой подготовки у нас все еще бытует мнение, что упражнения со штангой якобы влияют на характер гребли, так как изменяют мышечную структуру спортсмена. Конечно, если заниматься со штангой с целью достижения высоких результатов на соревнованиях по тяжелой атлетике, то мышечная структура будет изменяться в нежелательную для гребца сторону. Но гребцу необходимо другое. Здесь упражнения со штангой чередуются с греблей, с упражнениями на расслабление, на растяжение, то можно значительно повысить силовые показатели без изменения структуры движений гребца.

Практика показывает, что для получения высоких стабильных результатов надо применять занятия на развитие силовой выносливости на протяжении всего периода подготовки. Однако на заключительном этапе подготовки упражнения с дополнительным оборудованием за 18-20 дней до старта не применяются. Ведущие спортсмены страны используют только силовые средства специальной подготовки: гребля с гидротормозителями; гребля на "мелкой воде"; гребля в командной лодке - по номерам.

Распределение средств подготовки силовой выносливости по месяцам:

Октябрь. Применяются общеукрепляющие упражнения с собственным весом, партнером, предметами на местности во время бега или смешанного передвижения.

Ноябрь. Использование упражнений с отягощениями и тренажеров.

Декабрь. январь. февраль. Применяются специальные упражнения со штангой и на тренажерах.

Максимум силовой выносливости должен быть достигнут в феврале месяце, а в дальнейшем поддерживается двумя тренировками в неделю, используя упражнения со штангой и отягощениями, в сочетании с тренировками на воде. -

Контрольные нормативы: взятие на грудь штанги, максимального веса (количество раз в минуту); поднятие гири (32 кг) до уровня груди (количество раз за 2 минуты правой и левой рукой).

Контрольное тестирование проводится в ноябре-феврале-апреле.

Наиболее ответственный этап специальной подготовки гребца - апрель, май. Это окончание подготовительного и начало соревновательного периода. Здесь главной задачей мезоцикла является

постепенное снижение объема работы и повышение интенсивности нагрузки. Ведущим в развитии специальных физических качеств следует считать скоростную выносливость, которая базируется на двух показателях: силовой выносливости и общей выносливости. Основным методом в этот период является метод переменной тренировки. Степень интенсивности определяется по субъективному ощущению спортсмена.

## ВОПРОСЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ В УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОМ ЦИКЛЕ СПОРТСМЕНОВ

Е.П.Дьяконов

Совершенствование методики спортивной подготовки значительно увеличили объем тренировочных нагрузок и их интенсивность. Двух и трехразовые тренировки в день - НЕОБХОДИМОСТЬ. А это выставляет требование активизации процессов восстановления. Научно доказано, что процессы расхода энергии и ее восстановление физиологически неразрывно связаны и что восстановление различных функций и систем организма носит синхронный характер и может продолжаться от нескольких часов до нескольких суток, в зависимости от тренировочной нагрузки. Ведущая роль в развитии утомления принадлежит центральной нервной системе.

Использование восстановительных средств является мощным рычагом совершенствования спортивной подготовки. Средства реабилитации разделяются на три группы: 1) педагогические - предусматривают рациональное построение тренировки. Правильное сочетание нагрузки и отдыха, определенное чередованием объема, интенсивности, средств и методов тренировки; 2) психологические - это психопрофилактические, психотерапевтические приемы регуляции состояния, сон, отдых, аутогенная тренировка и многое другое; 3) медико-биологические - это рациональное питание, витаминизация, фармакологические и бальнеологические средства и т.д.

Умелое комплексное применение средств восстановления сокращает путь к высшим спортивным достижениям, продлевает спортивное долголетие.

## РАЗВИТИЕ КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ У СТУДЕНТОВ ФАКУЛЬТЕТА ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ НА ЗАНЯТИЯХ ПО СПОРТИВНЫМ ИГРАМ

Б.Д.Ионов, Н.И.Приступа

Известно, что овладение спортивными играми требует достаточно высокого уровня развития координационных способностей. Вместе с тем студенты, обучающиеся на специальности "Допризывная и физическая подготовка", характеризуются низким уровнем координационных способностей, отсутствием элементарных навыков владения мячом.

Чтобы усвоить учебную программу необходимо искать средства, формы, методические приемы, повышающие эффективность учебных занятий. С этой целью был значительно расширен объем упражнений с одним и двумя мячами повышенной координационной сложности, которые выполнялись 10-15 минут, на каждом занятии, как правило, в подготовительной части занятий. Предполагалось, что упражнения такого характера будут содействовать более интенсивному развитию по сравнению с традиционными формами баскетбольных упражнений важных качеств: ловкости и быстроты ручных действий, зрительно-моторной координации, способствовать рациональному чередованию скорости расслабления и напряжения мышц, как предпосылки координационных способностей. Кроме этого такие упражнения вызывают у занимающихся положительные эмоции и могут являться своеобразными тестами, отражая динамику развития ручных действий.

В эксперименте было занято 3 группы (63 студента), в которых проведено по 16 практических занятий. До и после окончания занятий студентами всех групп было предложено выполнить 6 тестовых заданий. Величина прироста составила 32,6% и 36,4% в экспериментальных группах и всего 11% в контрольной.

### ХАРАКТЕРИСТИКА СПОРТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ ПО ЛЁГКОЙ АТЛЕТИКЕ

Н.К.Юрчик

Программой по курсу лёгкой атлетики для студентов факультета физического воспитания педагогических институтов предусматривается практический экзамен. Целью экзамена является определение спортивно-

технической подготовленности, которая оценивается суммой очков за 8 видов (восьмиборье).

Целью нашего исследования явилось изучение взаимосвязей результата в восьмиборье с отдельными видами многоборья, для выявления основных направлений формирования спортивно-технической подготовленности студентов факультета физического воспитания спец. "Допризывная и физическая подготовка".

Наши исследования показали, что средние результаты отдельных видов превышали оценку "5" в толкании ядра и в прыжке в длину. Оценке "4" соответствовали средние результаты в беге на 100 м, прыжке в высоту, беге на 300 метров. Оценке "3" соответствовали результаты в метании копья. Неудовлетворительными были в метании диска и бега на 1500 метров.

Анализ результатов показал, что весомый вклад в сумму очков дают скоростно-силовые виды: бег на 100 и 300 м, прыжки в высоту и длину, и также толкание ядра. Об этом говорят как довольно высокие средние результаты так и результаты корреляционного анализа. Это очевидно связывается с различными причинами, среди которых можно выделить следующие: предварительное развитие двигательных навыков в данных дисциплинах, простота двигательного навыка, перенос двигательных способностей, заинтересованность студентов при прохождении данных дисциплин и т.д.

## **СТРЕСС В ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ** (На примере физического воспитания)

Э.И.Жук

Одно из важных открытий последних лет ученых это в том, что оказывается, каждый человек рождается на свет с определенным запасом жизненной энергии. "Похоже, что при рождении каждый человек наследует некоторое количество адаптационной или приспособительной энергий определяемой наследственной формулой. Она не безгранична и человек должен планировать ее расход." Селье, проведя многочисленные исследования как врач, натолкнулся на общую реакцию человеческого организма на многочисленные разновидности стресса.

Стресс - это обычная реакция организма на жизненные переживания. Любая деятельность которой вы занимаетесь, любая эмоция вызванная тем или иным поступком - будь то участие в соревнованиях, выполнение

физических упражнений, перегрев на солнце, сдача экзаменов, чувство гнева, страх, любовь, радость, прием лекарств - все это вызывает стресс.

Физические утражения скоростно-силового характера являются сильным стрессом для развивающегося организма. Когда организм переживает состояние стресса, все его жизненно важные системы подвергаются перенапряжению, будь то сердце, почки, желудок или др. органы. Они выходят из строя в зависимости от того, какой из них наиболее уязвим. Хотя вы постоянно находитесь в напряжении под действием различных раздражителей, тем не менее признаков стресса незаметно, потому что ваш разум и тело действуют согласованно, часто автоматически приспосабливаясь к изменяющимся условиям внешней среды. Вы начинаете глубже дышать, когда возникает недостаток в кислороде. Засыпаете, когда устаете. Едите, когда голодны. Всякому недомоганию всякой болезни всегда предшествует полоса утомления. Усталость - физическая, эмоциональная, интеллектуальная - наш основной враг. Но тяжелые стрессовые ситуации, в том числе упражнения скоростно-силового характера, не проходят бесследно для нашего здоровья. Где же взять резервные мощности, как повысить количество здоровья студентов. Оказывается, природа заложила их в каждом с солидным запасом, не покупилась. Но заложила "с подвохом", резервы есть, пока ими разумно пользуются. Без тренировки они угасают. (Наши исследования на моторную зрелость подтверждение этому).

Моторная зрелость изучалась у 180 студентов нашего института по 6 компонентам моторики на: 1) статическую координацию; 2) динамическую, преимущественно рук; 3) динамическую в целом; 4) быстроту выполнения движения; 5) одновременность выполнения; 6) экономия мышечных усилий.

Проведенные исследования показали, что занятия направленные на развитие скоростно-силовых качеств развивают только один компонент моторики, т.е. на динамическую координацию в целом.

Моторная зрелость студентов в выполнении III теста достигала 16-летнего возраста. Следует отметить, что по-видимому если бы были тесты и для 17-летнего возраста, студенты справились бы с ними успешно. Но если посмотреть результаты исследований по остальным 5-ти тестам, то можно заметить, что при выполнении их все студенты отстают. Отставание значительное: у девушек оно составило 5 лет 6 месяцев, а у ребят - 4 года 5 месяцев. Отсюда можно заметить, что самый лучший способ тренировки опять-таки продиктованный природой, создавшей организм единым целым, не "накачка силы", в недостаточной хорошо работающее звено системы, а умение точно, быстро, красиво, одновременно с минимальной

затратой сил и энергии выполнить то или иное координационное упражнение.

## МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ СИЛЫ У МЕТАТЕЛЕЙ В ОТДЕЛЕНИИ СПОРТИВНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ (ЛЕГКАЯ АТЛЕТИКА) В УСЛОВИЯХ ВУЗА

Д.Н.Ваганов

Для подготовки спортсменов высокого класса сила - одно из важнейших физических качеств. Сила мышц в значительной мере определяет быстроту движений и играет большую роль в работе, требующей выносливости и ловкости. Сила мышц зависит: от состояния центральной нервной системы, от соответствующей деятельности коры головного мозга, от биологических процессов, происходящих в мышцах, от возбудимости мышц и степени их утомления, от физиологического поперечника мышц.

В практической работе по развитию силы у метателей за основу были приняты вышеперечисленные выводы и, как самый главный и основной, комплексный подход в развитии физических качеств.

Планируя упражнения с отягощением мы подбирали также специальные силовые упражнения, которые по характеру выполнения (по максимальному усилию в короткий промежуток времени) похожи на усилия метателя в финальной части броска. Для метателя молота это рывок штанги, на груди с виса, приседание со штангой на плечах с последующим выпрыгиванием вверх. Для толкателей ядра и метателей диска это жим лежа; из положения лежа на спине сведение и разведение прямых рук с гантелями и др.

В связи с тем, что у метателей в процессе броска (толчка) отдельные группы мышц работают более активно чем другие, нами использовались метания снарядов, набивных мячей, гирь, камней разными способами (толкание ядра лев. и, правой или двумя руками, вращение молота в обратную сторону, метание копья и диска левой и правой руками, метание ядер вперед и назад через голову и др.) Все это позволяет улучшить координацию движений и развивать силу отдельных групп мышц.

Для развития силы применялись утяжеленные снаряды. В этом случае мышцы получали предельную нагрузку, а после перехода на нормальный вес создавалось ощущение легкости снаряда.

Нами применялись в тренировочном процессе другие виды метаний. Для метателей диска - метание молота укрепляет мышцы спины и туловища

и развивает силу. Толкание ядра для копьеметателей укрепляет и развивает силу кисти.

Опыт практической работы показал, как важно планировать упражнения для развития силы в зависимости от восстанавливаемости отдельных групп мышц.

Упражнения для развития наиболее крупных мышц ног, спины с большими отягощениями дают эффект при занятиях через 2 дня на третий. Упражнения с отягощением для развития силы менее крупных мышц, не обладающих большой силой (икроножные, стопы и др.) дают требуемый эффект, когда применяются через день.

Для развития мелких групп мышц (дельтовидная, большая грудная, двуглавая плеча, рук и др.) хороший результат получается, если их выполнять ежедневно.

Увеличение мышечной массы осуществлялось путем многократного повторения силовых упражнений до ощущения усталости. В этом случае при работе со штангой вес составлял 40-60% от предельного веса снаряда и работа продолжалась до ощущения усталости. Для развития силы применялся вес 60-80% от предельного при 6-7 повторениях в быстром темпе.

В последние годы в учебно-тренировочном процессе по физвоспитанию в Брестском политехническом институте нашла применение и оправдала себя методика развития физических качеств с использованием нетрадиционных средств.

## **МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОГО КЛАССА ПО РУЧНОМУ МЯЧУ В УСЛОВИЯХ ВУЗА**

**В.Н.Кудрицкий, В.И.Стадник**

Большое место в подготовке гандболистов высокого класса в учебно-тренировочном процессе занимает физическая подготовка. Ее условно разделяют на общую и специальную физическую подготовку. Физическая подготовка предусматривает гармоническое развитие личности, повышение уровня физической подготовленности и укрепление здоровья занимающихся. Специальная физическая подготовка рассматривается как прямое отношение к овладению занимающимися спортивным мастерством по избранному виду спорта. На начальном этапе учебно-тренировочного процесса привалирует общая физическая подготовка и ей необходимо отводить 50-60 процентов от общего времени, тогда как специальной

физической подготовке отводится всего 20-25 процентов времени. На втором этапе подготовительного периода отношение к специальной физической подготовке изменяется, она становится привалирующей, ей необходимо отводить 60-80 процентов времени, тогда как на физическую подготовку время сокращается и составляет 10-15 процентов. Основной задачей специальной физической подготовки является подготовка организма занимающегося к овладению приемами игры, увеличение скорости бега с мячом, повышению ориентировки, прыгучести, подвижности нервной системы и адаптации организма к высоким нагрузкам и другим качеств. С этой целью мы предлагаем специальный комплекс упражнений, направленный на совершенствование техники владения мячом, в сочетании со специальной физической подготовкой студентов.

Передача набивного мяча от себя в парах одной рукой сверху вниз, за спиной в среднем и быстром темпе. Упражнение развивает силу рук, точность передачи мяча.

Передача набивного мяча в движении в парах и тройках одной рукой сверху в быстром темпе. Упражнение развивает силу рук, быстроту передвижения, координацию движений и точность выполнения передачи мяча.

Передача набивного мяча из-за головы двумя руками из положения сидя. Упражнение развивает силу рук и подвижность в плечевом суставе.

Передача набивного мяча в парах в сочетании с передачей гандбольного мяча в быстром и среднем темпе. Упражнение развивает силу и быстроту движения, подвижность в плечевом суставе.

Ведение мяча с обводкой предметов в быстром и среднем темпе. Упражнение развивает скорость передвижения, ловкость и координацию движения.

Бег с мячом в среднем и быстром темпе с сопротивлением партнера. Упражнение развивает координацию движения, ловкость и подвижность в суставах.

Предлагаемые специальные упражнения помогут в более короткие сроки овладеть техникой передачи мяча, его ведению, развить силу рук и подвижность в плечевом и тазобедренном суставах, необходимых для точного и сильного броска мяча по воротам.

Учитывая специфику подготовки студентов спортсменов в условиях вуза, где проявляется дефицит времени для тренировок, не стабильный календарь игр чемпионатов и первенств города, области и республики, преподавателю необходимо в учебно-тренировочный процесс включать



более современные методы и средства при подготовке спортсменов к предстоящим соревнованиям.

Эффективным средством при подготовке спортсменов может быть использование в учебном процессе специальных тренажеров, направленных на техническую и специальную физическую подготовку занимающихся.

## **ТРЕНИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА И ТРЕНАЖЕРЫ КАК СРЕДСТВА, ПОВЫШАЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ФИЗИЧЕСКОМУ ВОСПИТАНИЮ СТУДЕНТОВ**

**В.Н.Кудрицкий, В.Ф.Козлов, В.И.Стадник**

Одной из форм подготовки высококвалифицированных специалистов для народного хозяйства является система высшей школы. Уровень требований, предъявляемых к будущим специалистам, с каждым годом возрастает. Это вызывает необходимость систематически совершенствовать учебный процесс по всем дисциплинам, в том числе и по физическому воспитанию. Данные полученные нами в результате изучения динамики физической подготовленности студентов за период обучения их в вузе, говорят о том, что большинство студентов не выполняют установленные программные нормативы. На первом курсе в контрольных испытаниях не выполнили нормативы 61,8%, в итоговых 42%. На втором курсе - соответственно 59,9% и 30%. На третьем - 51,9% и 47,5%. Как видно, у студентов первых и вторых курсов систематически занимающихся физическими упражнениями результаты улучшаются по всем видам испытаний. На первом курсе слабые результаты показывают студенты в беге на 3000 м, в подтягивании на перекладине, прыжках в длину с разбега, в беге на 100 м в повороте туловища на перекладине. На втором курсе эти показатели улучшаются, а на третьем курсе снижаются и в большинстве случаев остаются на уровне контрольных данных.

Одним из вопросов, требующих дальнейшего творческого исследования, является обоснование средств и методов повышения эффективности занятий по физическому воспитанию. Эти методы должны быть направлены на развитие двигательной активности, повышение уровня физической подготовленности и укрепления здоровья студентов. Решение проблемы на наш взгляд, должно осуществляться путем как совершенствования традиционных, так и применения новых средств и методов физического воспитания, осуществляемых на основе изобретательности и целенаправленности учебного процесса. Главной

задачей этих мероприятий является активный поиск более прогрессивных организационных форм, средств и методов, применяемых в учебном процессе. Это предъявляет особые требования к планированию и организации занятий по физическому воспитанию студентов. При этом особое значение приобретают вопросы научно обоснованного определения и контроля за физической подготовленностью и общей работоспособностью занимающихся. Так как уровень физической подготовленности студентов находится в прямой зависимости от организации учебных занятий и использования наиболее целесообразных средств и методов повышения эффективности учебного процесса. В связи с этим методика подготовки студентов к сдаче нормативов по физической подготовленности требует существенного изменения. Значительную роль в решении этой задачи играет вопрос технизации учебного процесса. К средствам физического воспитания, обеспечивающих эффективность учебного процесса, главным образом следует отнести рекомендации специальной методической литературы по отдельным вопросам физической культуры и спортивной тренировки, а также различные технические средства обучения, тренажеры и тренировочные устройства.

Для эффективной организации учебного процесса по физическому воспитанию мы рекомендуем использовать тренажеры различных конструкций, направленных на развитие силы и ловкости, лестницы под различным наклоном, рукоходы различной длины и высоты, направленных на развитие силовой и скоростно-силовой подготовке студентов, необходимых при выполнении контрольных упражнений согласно требований учебной программы.

## **СИСТЕМА "У-ШУ" КАК СРЕДСТВО И МЕТОД ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПРИКЛАДНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ**

**В.П.Артемов, О.В.Крыловский**

Система воспитания, образ жизни и восточное единоборство "у-шу" имеет глубокие исторические корни (Г.В.Попов, 1991; К.М.Барский, 1992; О.А.Сагоян, 1989; А.Е.Тарас, 1992 и др.).

Оказывая комплексное воздействие на организм, упражнения этого вида считают в себе воздействие на суставы, мышцы и сухожилия, имеют элементы дыхательной гимнастики, акупресуры и общего (классического) характера массажа.

В связи с этим, система "у-шу" приобретает особое значение в физическом воспитании студенческой молодежи, их общей и профессионально-прикладной физической подготовке. Кантеят-анализ экспериментальных материалов, анкетный опрос 37 респондентов в возрасте 19-58 лет: тренеров-инструкторов и тренеров-преподавателей по "у-шу" (школа "Чой") из Москвы, Санкт-Петербурга, Краснодара, Иваново, Волгограда, Клина, Брянска, Мурманска, Уфы, Казахстана, Киргизстана, Беларуси и некоторых других городов и регионов СНГ - позволили определить основные впечатления (дать оценку) системы. Это имеет значение для возможностей рекомендации её элементов в программу физического воспитания высших учебных заведений, а также широкого использования в быту.

Анкетным опросом предполагалось получение информации об оздоровительных, образовательных и воспитательных свойствах "у-шу". Для оценки каждого из 11 вопросов экспертам предлагались суждения: "Совершенно верно", "Верно", "Скорее верно, чем не верно", "Трудно сказать", "Скорее неверно, чем верно", "Неверно" и "Совершенно неверно".

В результате обработки были получены следующие средние оценки по каждому из вопросов:

Вопросы	Средние оценки
1. Занятия "у-шу" благоприятно отражаются на здоровье человека.	Совершенно верно
2. "У-шу" вырабатывает навыки правильного дыхания.	Совершенно верно
3. "У-шу" оказывает положительное влияние на сердечно-сосудистую деятельность.	Верно
4. Суставная гимнастика - один из элементов в системе занятий "у-шу".	Совершенно верно
5. Как показывает практика, люди, занимающиеся "у-шу", дольше живут и реже болеют.	Верно
6. Занятия "у-шу" комплексно развивают двигательные качества (силу, гибкость и т.д.)	Совершенно верно
7. Посредством занятий "у-шу" совершенствуется духовно-нравственная сфера личности.	Верно
8. При занятиях "у-шу" вырабатываются такие морально-волевые качества, как смелость, упорство и т.п.	Верно
9. Занимаясь "у-шу", человек приобретает жизненно необходимые навыки.	Верно

10. Занятия "у-шу" дисциплинируют человека, помогают чётко и рационально распределить время. Верно
11. Занимаясь "у-шу", человек приобретает навыки самостоятельных занятий физическими упражнениями. Совершенно верно

Исходя из данных исследований, можно сделать вывод об универсальной эффективности занятий "у-шу" для решения разнообразных педагогических задач всех групп населения, в том числе студентов.

## ПРОБЛЕМЫ РЕАБИЛИТАЦИИ СТУДЕНТОВ С ОСЛАБЛЕННЫМ ЗДОРОВЬЕМ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Э.А.Мойсейчик, Н.К.Гурий, С.С.Хацкевич

Система подготовки учителей охватывает весь спектр дисциплин, которые помогут студенту в его будущей профессии. Немаловажное место в учебном процессе занимает и физическое воспитание, которое помогает студентам приобрести необходимые теоретические и практические знания, умения, навыки, содействует укреплению здоровья.

Во время проведения анализа заболеваемости студентов БрГПИ было установлено: преобладание простудных заболеваний - 42%, на втором месте сердечно-сосудистые заболевания - 12%, органов пищеварения - 9%, опорно-двигательного аппарата - 7% и 30% - другие заболевания. Наблюдения и опросы показали, что многие студенты, которые имеют отклонения в здоровье, в школе были освобождены от занятий физической культурой, не посещали кабинеты ЛФК при поликлиниках. В институте они зачисляются в специальную медицинскую группу без дифференциации по болезням, что в свою очередь является ненормальным явлением, так как возникают проблемы при подборе оптимальных нагрузок для каждого студента с учетом заболеваемости. В этих условиях: студенты должны владеть элементами контроля и самоконтроля; знать показатели своего физического развития; уметь составить комплекс физических упражнений.

Поддержку в проведении занятий со студентами спецмедгрупп должна оказывать и кафедра медицины. Такое более тесное взаимодействие дало бы больший эффект в проведении занятий со студентами специальных медицинских групп.

## ВЛИЯНИЕ ПОДВИЖНЫХ ИГР НА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ I-х КУРСОВ БРЕСТСКИХ ВУЗОВ

Е.П.Дьяконов, С.С.Хацкевич, Н.К.Гур и, Э.А.Мойсейчик

Многолетний опыт работы в Брестских вузах показал, что с каждым годом все больше студентов I-х курсов имеют низкий уровень физической подготовленности, слабые координационные способности и малое желание заниматься физическими упражнениями.

В связи с этим на занятиях по физическому воспитанию на I-х курсах стали включать подвижные игры, не требующие особой подготовки, сложного судейства, а именно: "Найди свою пару", "Капкан", "Пятнашки", "Дракон", "Отруби хвост", "Третий лишний" и варианты, "Эстафеты по кругу", "Борьба за мяч" и другие. Между учебными группами проводили спортландии, в которые были включены различные эстафеты и элементы подвижных игр. Проведение спортландий выливается в праздник спорта, где выступают в роли участников, болельщиков, судей все студенты.

В начале и в конце учебного года проводились контрольные измерения. Батарея тестов включала в себя бег 100 м (с), прыжки в длину с места (см), бег 2000 м (с), подтягивание из виса стоя (кол. раз).

Анализ полученных данных свидетельствует о приросте результатов в экспериментальных группах I-х курсов Брестских вузов по всем параметрам. Особенно значительное увеличение результатов произошло в беге на 2000 м и прыжках.

Таким образом, можно сделать заключение, что применение подвижных игр и эстафет качественно влияет на посещаемость студентами занятий, способствует повышению показателей в физическом развитии и физической подготовленности. Учебный процесс проходит более интересно, активизирует двигательную активность.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНОЧНОЙ СИСТЕМЫ

К.М.Маркевич

В Брестском политехническом институте принят и проводится текущий контроль успеваемости студентов; преподаватель периодически (ежемесячно) выставляет отметку каждому студенту по своей дисциплине:

2-очень хорошо, 1-хорошо, 0-плохо. На основе этих данных возможно выявить оценку эффективности рейтинговой оценочной системы в активизации обучения (1).

Для данных любой учебной группы можно построить кривую распределения успеваемости студентов; самый высший уровень успеваемости в учебной группе будет соответствовать предельному случаю, когда все 100% студентов получат оценку 2, что, возможно только теоретически; самый низкий, если все получают отметку 0. Оценкой уровня успеваемости учебной группы может служить количественная мера площади, ограниченная кривой распределения и осью абсцисс. Пусть  $m$  - оценка успеваемости группы; в соответствии приведенных суждений:

$$m = \sum_{i=1}^2 n_i \Delta k_i \quad n_i = 0, 1, 2, \dots$$

где,  $n_i$  - отметка студента, выставленная преподавателем;  $\Delta k_i$  - процент студентов группы, получивших отметку  $n_i$ . На основе этого показателя преподаватель, сравнительно просто, имеет возможность оценить результат любого проводимого им педагогического эксперимента или нового педагогического метода.

#### Литература.

1. В.И.Гладковский, А.А.Гладыщук, К.М.Маркевич, Н.И.Чопиц. Рейтинговая система оценки знаний по физике - средство активизации учебного процесса. -Брест. политехн. ин-т. -Брест, 1990; Деп. в НИИВШ 27.07.09; №: 1390-90.

### ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ НАУЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТА В РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ (PCOЗ)

**В.И.Гладковский, В.Г.Каролинский, И.М.Панасюк,  
М.И.Сазонов, А.С.Смаль, В.П.Черненко**

Одной из наиболее часто встречающихся причин "прохладного" отношения к учебе достаточно большой части студентов можно считать отсутствие надлежащей мотивации со стороны внешних (по отношению к внутреннему миру человека) обстоятельства. PCOЗ как раз и была создана [1,2] для того, чтобы хотя бы в некоторой степени изменить (пусть и искусственно) эти самые внешние обстоятельства. Однако такое изменение можно производить разными способами; отсюда вытекает различная эффективность применения PCOЗ у различных преподавателей.

С целью лучшей организации применения РСОЗ целесообразно, на наш взгляд, использовать некоторые (если не все) известные [3] принципы научного менеджмента: 1) точно представляемый идеал учебного процесса или точно определенная цель обучения; 2) разумное нормирование; 3) систематический, полный и всесторонний контроль; 4) поддержание дисциплины; 5) компетентная консультация; 6) справедливое отношение к учащимся; 7) писанные стандартные инструкции; 8) диспетчеризация учебного процесса; 9) нормализация условий работы; 10) нормирование операций; 11) вознаграждение за более высокую, чем предусмотрено нормами, производительность. (Безусловно при необходимости список принципов можно продолжить).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гладковский В.И., Гладышук А.А., Маркевич К.М., Чопчиц Н.И. Рейтинговая система оценки знаний по физике - средство активизации учебного процесса. Брест. политехн. ин-т.- Брест, 1990.- Деп. в НИИВШ, 27.08.90 N 1390-90
2. Гладковский В.И., Гладышук А.А., Маркевич К.М., Смаль А.С., Чопчиц Н.И. Управление учебным процессом при помощи рейтинговой системы оценки знаний. Брест. политехн. ин-т.- Брест, 1990.- Деп. в НИИВШ, 25.11.91 N 745-91
3. А.Эмерсон. Из книги "Двенадцать принципов производительности" // В сб. "Управление - это наука и искусство": А.Файоль, Г.Эмерсон, Ф.Тэйлор, Г. Форд.- М.: Республика, 1992.- 351 с.

### ВЫВОД ФУНКЦИИ СОПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ (РСОЗ)

**В.И.Гладковский, В.Г.Каролинский, М.И.Сазонов, А.С.Смаль**

Понятие функции сопряжения между баллами, выставляемыми студентам за проделанную работу в рамках учебного процесса, и рейтинговой оценкой было введено в работах [1,2]. Однако соответствующие аналитические выражения для этих функций использовались без соответствующего обоснования. В данной работе предлагается способ вывода одной известной [1] и другой ранее не применявшейся функции сопряжения.

1. Предположим, что изменение рейтинговой оценки  $dR$  пропорционально величине отклонения рейтинговой оценки  $R$  от ее максимального значения  $R_m$  и величине изменения числа баллов  $dB$ , т.е.

$dR = k(R_m - R)dB$ . Решение этого дифференциального уравнения с начальным условием  $R=0$  при  $B=0$  даст следующее выражение [1]:  $k = R_m(1 - e^{-kB})$ .

2. Если предположить, что  $dR = kR(R_m - R)dB$ , то после интегрирования получим  $\frac{1}{R_m} \ln \frac{R}{R_m - R} = kB + C$ . Используя начальные условия,  $R = R_m$  при  $B=0$ , находим константу

$$C = \frac{1}{R_m} \ln \frac{R_m}{R_m - R_m},$$

и окончательно

$$R = \frac{R_m}{1 + e^{R_m(kB+C)}}.$$

Это и есть новая функция сопряжения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гладковский В.И., Гладышук А.А., Маркевич К.М., Чопчиц Н.И. Рейтинговая система оценки знаний по физике – средство активизации учебного процесса. Брест. политехн. ин-т.- Брест, 1990.- Деп.в НИИВШ, 27.08.90 N 1390-90

2. Гладковский В.И., Гладышук А.А., Маркевич К.М., Смаль А.С., Чопчиц Н.И. Управление учебным процессом при помощи рейтинговой системы оценки знаний. Брест. политехн. ин-т.- Брест, 1990.- Деп. в НИИВШ, 25.11.91 N 745-91

## К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФУНКЦИИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ ХАРРИНГТОНА КАК ФУНКЦИИ СОПРЯЖЕНИЯ В РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

Н.И.Чопчиц, К.И.Русакъв, Т.А.Новикова, М.И.Швец,  
А.А.Гладышук.

Пусть некоторая информационная система взаимодействует с информационным потоком  $X$ . Пусть далее,  $\psi$  - оценка тезауруса информационной системы, которая может быть отождествлена с нормированным на единицу статистическим весом. Если относительное приращение информации в соответствии с соотношением Бриллюэна отождествить с относительным приращением энтропии  $S = -k \ln \psi$ , получим  $\frac{dS}{S} = \frac{d\psi}{\psi \ln \psi} = -Cdx$ , где  $dx$  - элементарное приращение объема информации при взаимодействии с информационным потоком,  $C$  - коэф-



торая постоянная. Интегрируя и учитывая, что  $\psi \leq 1$ , получим  $\psi = \exp(-C_1 \exp(-C_2 x))$ ,  $C_1, C_2 > 0$ . Таким образом, оценка тезауруса, которая может трактоваться как интегральная оценка качества взаимодействия информационной системы с информационным потоком, является функцией желательности Харрингтона. Это оправдывает применение функции желательности в качестве функции сопряжения в рейтинговой системе оценки знаний. Существенно, что поведение функции  $\frac{d\psi}{dx}$ , определяющей скорость роста качества в зависимости от объема поступающей с потоком информации, оказывается соответствующим известной из психолого-педагогических исследований зависимости скорости роста понимания предмета изучения от объема работы, выполненной при изучении. Это позволяет величину  $\psi$  после нормирования принимать в качестве оценки знаний.

## СКИН-ЭФФЕКТ В ЛАБОРАТОРНОМ ФИЗПРАКТИКУМЕ

Н.И. Чопчиц, В.Г. Каролинский, А.С. Смаль, А.И. Пекун

При использовании катушек с небольшой индуктивностью в лабораторной работе по изучению затухающих электромагнитных колебаний в контуре при малых периодах колебаний становится заметным влияние скин-эффекта на омическое сопротивление катушки, и стандартная методика расчёта оказывается неприемлемой. В строгой теории невозможно получить формулу, определяющую зависимость сопротивления от периода. Однако, используя анализ размерностей, можно получить указанную зависимость в виде

$$R = R_0 \left( 1 + \frac{\lambda}{\sqrt{T}} \right), \quad (1)$$

где  $T$  - период колебания,  $R_0$  - сопротивление катушки постоянному току,

$\lambda = \pi c_0 r \sqrt{\frac{\mu_0}{\rho}}$ ,  $r$  - радиус проволоки.  $\rho$  - её удельное сопротивление,  $\mu_0$  -

магнитная постоянная,  $c_0$  - безразмерная константа. Можно показать, что относительное уменьшение индуктивности вследствие скин-эффекта

составляет примерно  $\frac{1}{3} \frac{d}{D}$ , где  $d = 2r$ ,  $D$  - диаметр катушки, так что в

реальных условиях этим уменьшением можно пренебречь. Сопротивление

катушки находится по формуле  $R = \frac{\theta T}{2\pi C}$ , где  $\theta$  - логарифмический

декремент затухания, определяемый по осциллографу,  $C$  - ёмкость

конденсатора в контуре. Располагая рядом значений  $R$  при различных  $C$  и используя метод наименьших квадратов для зависимости (1), можно найти  $R_0$ , проконтролировав затем полученный результат с помощью измерителей сопротивления постоянному току. Адекватность экспериментальных данных формуле (1), следующей из теории, может быть установлена с помощью критериев согласия, например  $\chi^2$ . Опыт применения вышеизложенной методики учёта скин-эффекта в лабораторном физпрактикуме показывает её высокую эффективность.

## К ВОПРОСУ О МЕТОДЕ ВАРИАЦИИ

А.А.Самодуров, А.В.Сашокевич

Рассмотрим обыкновенное дифференциальное уравнение

$$x^{(n)} - f(t, x, \dot{x}, \dots, x^{(n-1)}) \quad (1)$$

Будем искать решение этого уравнения в виде

$$x(t) = x_1(t)y_1(t) + \dots + x_n(t)y_n(t), \quad (2)$$

где  $y_1(t), \dots, y_n(t)$  - суть дифференцируемые линейно-независимые решения уравнения (1).

Предположим, что функции  $x_i(t)$  определяются системой:

$$\dot{x}_i = f_i(t, x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_n), \quad (i = 1, n), \quad (3)$$

где  $f_i$  должны быть определены.

Дифференцируя (2)  $n$  раз по  $t$  и учитывая (1) и (3), получаем  $n$  условий при которых формула (2) дает решение уравнения (1):

$$\sum_{i=1}^n y_i(t) f_i(t, x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_n) = 0 \quad (4)$$

$$\dots \dots \dots$$

$$\sum_{i=1}^n y_i^{(n-1)}(t) f_i(t, x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_n) = 0,$$

$$\sum_{i=1}^n y_i^{(n-1)}(t) f_i(t, x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_n) = F(t),$$

где  $F(t) = f(t, \sum_{i=1}^n x_i y_i, \sum_{i=1}^n x_i \dot{y}_i, \dots, \sum_{i=1}^n x_i y_i^{(n-1)}) - \sum_{i=1}^n x_i(t) f(t, y_1, \dot{y}_1, \dots, y_1^{(n-1)})$ .

Решая систему уравнений (4), получим

$$f_i(t, x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, \dots, y_n) = (-1)^{i-1} \frac{W_i}{W} F(t), \quad (5)$$

где  $W$  - определитель Вронского функций  $y_1, \dots, y_n$ ;

$W_i$  - определитель Вронского функций  $y_1, \dots, y_{i-1}, y_{i+1}, \dots, y_n$ .

Таким образом, дифференциальное уравнение (1)  $n$ -го порядка сводится с помощью частных решений к нормальной системе (3) с правыми частями (5).

## ИЗ ИСТОРИИ ПОНЯТИЯ ФУНКЦИИ

С.И.Черток

У математиков современности нет единого определения функции. Чаще всего она определяется следующим образом: "Если каким-нибудь образом каждому элементу  $x$  некоторого множества  $X$  поставлен в соответствие определенный элемент  $y$  некоторого множества  $Y$ , то мы говорим, что имеется отображение множества  $X$  во множество  $Y$ , или функция  $f$ , аргумент которой пробегает множество  $X$ , а значения принадлежат множеству  $Y$ " (П.С.Александров, [1, с.21]).

В данной формулировке имеется два неопределяемых понятия: множество и соответствие. Встречается подход к понятию функции, в котором в качестве определяемого понятия берется только понятие множества (Ю.А.Шиханович, [4, с.202]). Иногда вводится смешанное определение, в котором с теоретико-множественным неопределимым понятием множества соединяются также неопределяемое логико-математическое понятие отношения (Дьедонне, [2, с.142]).

Существует, наконец, мнение, что понятие функции можно рассматривать как неопределяемое понятие (Черч, [3, с. 351]).

Как показывают исследования историков науки, все указанные подходы к понятию функции в некотором смысле эквивалентны.

Это чрезмерно общее определение позволяет смотреть на понятие функции как на очень древнее математическое понятие. В приведенном определении не требуется, чтобы соответствие было задано каким-либо определенным образом: аналитической формулой, графической кривой, конкретным видом табличных соответствий. Более того, оно позволяет проследить идею функциональной зависимости в периоды, предшествующие древнегреческой математике. У древних вавилонян встречаются таблицы квадратов и кубов, у древних египтян - таблицы обратных величин натуральных чисел. Более поздние таблицы тригонометрических функций обогащали запас таблично задаваемых функциональных зависимостей. Наиболее глубоко такой способ задания и изучения функций в древности был разработан вавилонянами в их астрономических таблицах.

## О НЕТЕРОВОСТИ ОПЕРАТОРА ТИПА СВЕРТКИ С ПЕРЕМЕННЫМИ "КОЭФФИЦИЕНТАМИ"

И.В. Лизунова

Рассматривается интегральный оператор вида

$$(H\varphi)(x) = a(x)\varphi(x) + \sum_{j=1}^n \int_{-\infty}^{\infty} b_j(x,t)k_j(x-t)\varphi(t)dt,$$

где "коэффициенты"  $a(x), b_j(x,t) (j=1,2,\dots,n)$  имеют в бесконечно удаленной точке рост или убывание порядка показательной функции.

Под  $L_p^{\alpha}(R)$  подразумевается класс функций  $\varphi(x) \in L_p(R)$  таких, что  $\varphi(x)e^{-\alpha x} \in L_p(R)$ .

Предполагается, что в операторе  $H$   $k_j(x) \in L_1^{\alpha}(R)$ ,  $a(x)e^{-\alpha x} = a^{(n)}(x) \in B^{\infty\alpha}(R)$ ,  $b_j(x,t)e^{-\alpha x} = b_j^{(n)}(x,t) \in B^{\infty\alpha}(\cdot)$ .

Доказывается

Теорема. Оператор  $H: L_p^{\alpha}(R) \rightarrow L_p(R)$  нетеров тогда и только тогда, когда  $\text{ess inf } a^{(n)}(x) > 0$ ,

$$\sigma^+(x) = a^{(n)}(+\infty) + \sum_{j=1}^n b_j^{(n)}(+\infty, +\infty)K_j(x) \neq 0,$$

$$\sigma^-(x) = a^{(n)}(-\infty) + \sum_{j=1}^n b_j^{(n)}(-\infty, -\infty)K_j(x) \neq 0,$$

где  $K_j(x)$  - преобразование Фурье ядер  $k_j(x)$ , а его индекс равен

$$\text{Ind} H = \text{Ind} \frac{\sigma^+(x)}{\sigma^-(x)}.$$

Отмечается, что теорема может быть обобщена на случай, когда

$$H: L_p^{\alpha}(R) \rightarrow L_p^{\beta}(R).$$

## СВОЙСТВА РЕШЕНИЙ ОБОБЩЕННОГО ВТОРОГО УРАВНЕНИЯ ПЕНЛЕВЕ

Н.П. Зизелюк

При малых возмущениях, вносимых плоским электродом в плазму, состояние приэлектродного слоя плазмы описывается уравнением более общим, чем второе уравнение Пенлеве.

$$W'' = \beta w w' + 2w^3 + zw + \alpha \tag{1}$$

где  $iV$  - пропорционально величине электрического поля;

$\beta$  - разность температур компонент плазмы;

$\alpha = \text{const}$

Для  $\beta = 2(2\alpha - \frac{1}{2\alpha})$  уравнение (1) примет вид:

$$W'' = a^2(2w^3 + zw + \frac{1}{2a}), \quad \text{где } a = 2\alpha > 0, a \neq 1 \quad (2)$$

Используя работу [1] рассмотрим для (2) асимптотическое поведение правильных решений.

Через каждую точку  $M(z_0, w_0) \in D$ , где  $D = \left\{ (z, w): \begin{array}{l} 0 \leq z < \infty \\ -\infty < w < +\infty \end{array} \right\}$

проходит единственно правильное решение  $W = W_u(z)$  уравнения (2). Это решение асимптотически снизу приближается к лежащей в  $D$  ветви  $W = \varphi(z)$  неявной функции, определяемой уравнением  $2w^3 + zw + \frac{1}{2a} = 0$ , причем  $\lim_{z \rightarrow +\infty} W'_u = 0$ .

Через каждую точку  $M(z_0, w_0) \in \bar{D}_1$ , где

$$D_1 = \left\{ (z, w): \frac{3}{2}a^{-3} < z < +\infty; \frac{1}{2}a^{-3} < w < +\infty \right\}$$

$$D_2 = \left\{ (z, w): 0 < z < +\infty; -\infty < w < 0 \right\}$$

проходит единственное правильное, лежащее полностью в  $D_1$ , решение уравнения  $W'' = a^2(2w^3 - zw + \frac{1}{2a})$  (2')

Это решение асимптотически приближается снизу к лежащей в  $D_1$

ветви  $\varphi_1(z) = \frac{\sqrt{2}}{2}z^{1/2} + 0(z^{-1})$  неявной функции, определяемой

уравнением  $2w^3 - zw + \frac{1}{2a} = 0$ , или сверху к ветви

$\varphi_2(z) = -\frac{\sqrt{2}}{2}z^{1/2} + 0(z^{-1})$  этой же неявной функции, лежащей в  $D_2$ .

$$\text{Ряд } W = \sum_{j=0}^{\infty} b_j z^{-1/2-j}; \quad b_0 = -\frac{1}{2a}; \quad (3)$$

где  $b_s = (3s-2)(3s-1)b_{s-1} - 2 \sum_{k=0}^{s-1} \sum_{m=0}^k b_m b_{k-m} b_{s-k-1}$ ;  $s = 1, 2, 3, \dots$

дает асимптотическое представление семейства правильных решений уравнения (2).

Расходящиеся степенные ряды

$$W = \sum_{j=0}^{\infty} b_j z^{\frac{1-3j}{2}}; \text{ где } b_0 = \pm \frac{\sqrt{2}}{2};$$

$$b_1 = -\frac{1}{4a}; b_{s,1} = \frac{9(s-1)^2 - 1}{8} b_{s-1} - \sum_{k=0}^{s-1} \sum_{l=0}^{s-k-1} b_{s-k-l} b_{l+k} \pm \frac{3\sqrt{2}}{2} \sum_{k=0}^{s-1} b_k b_{s-k}; \quad s=1,2,3,\dots;$$

представляют собой асимптотические разложения правильных решений уравнения (2') лежащих в области  $D_1$  и соответственно в  $D_2$ .

#### Литература

1. Яблонский А.И. // Изв. АН БССР. Сер. физ.-техн. наук, 1963, № 2. С. 5-11.
2. Щербинин П.П. // ТВТ. т. 10.1972. № 2. С. 255.
3. Зизелюк Н.П. // Материалы конференции молодых ученых и специалистов. - Минск, 26-27 декабря 1978. - ч. II. С. 12.

### ПАРНОЕ ДИСКРЕТНОЕ УРАВНЕНИЕ ТИПА СВЕРТКИ С КОНЕЧНОЙ КОММУТАТИВНОЙ ГРУППОЙ СДВИГОВ

А.И. Тузик

Рассматривается парное дискретное уравнение, которое с помощью оператора  $sgn$  записывается в виде

$$\sum_{k=-\infty}^0 \left[ a_{n-k} + a_{n+k} + (-1)^k (a_{n-k}^{(1)} + a_{n+k}^{(3)}) \right] x_k + \\ + sgn(n+0,5) \left\{ \sum_{k=-\infty}^0 \left[ b_{n-k} + b_{n+k} + (-1)^k (b_{n-k}^{(1)} + b_{n+k}^{(3)}) \right] x_k \right\} = f_n, \quad n \in \mathbb{Z}$$

Пре. полагается, что  $\{a_n\}, \{b_n\} \in l_1, l = \overline{0,3}; \{f_n\}, \{x_n\} \in l_2$ . С помощью преобразования Лорана [1,2] это уравнение сводится к равносильному сингулярному интегральному уравнению с конечной коммутативной [3] группой  $G = \{\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 = \alpha_1(\alpha_2)\}$  прямых и обратных сдвигов Карлемана, где  $\alpha_0(t) = t, \alpha_1(t) = -t, \alpha_2(t) = t^{-1}, \alpha_3(t) = -t^{-1}, |t| = 1$ .

На основании результатов из [3] для такого уравнения по аналогии с [4] получены необходимые и достаточные условия нетеровости, вычислен индекс, указаны способы его решения.

#### Литература

1. Гахов Ф.Д., Черский Ю.И. Уравнения типа свертки. М., 1978.
2. Тузик А.И. // ДУ. 1989. Т.25, № 8 С. 1462-1464.

3. Башкарев П.Г., Карлович Ю.Н., Нечаев А.П. // Докл. АН СССР. 1974. Т. 219, №2. С. 272-274.

4. Тузик А.И. // ДУ. 1993. Т. 29, №10. С. 1829-1831.

## ОБ ОДНОМ ПАРНОМ ИНТЕГРАЛЬНОМ УРАВНЕНИИ, СВОДЯЩЕМСЯ К ЗАДАЧЕ ГАЗЕМАНА

Т.А. Тузик

Рассматривается так называемое парное уравнение, в котором искомая функция на двух множествах, составляющих область ее определения, удовлетворяет двум различным условиям

$$\int_{-\infty}^{\infty} u(\tau) d\tau m(t, \tau) + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} a(t-s)m(s, \tau) ds = h(t), t > 0$$

$$u(t) + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} b(t-\tau)u(\tau) d\tau = h(t), t < 0. \quad (1)$$

Известные функции  $a(t)$ ,  $b(t) \in L(-\infty, \infty)$ ;  $h(t)$ ,  $u(t) \in K$  [1], функция  $m(s, \tau)$  содержит цилиндрическую функцию Бесселя первого рода

$$m(s, \tau) = -\sqrt{\frac{\tau}{s}} J_1(2\sqrt{s\tau}); \quad \text{если } s\tau > 0; \quad m(s, \tau) = 0, \quad s\tau < 0.$$

После некоторых преобразований в (1) получим краевую задачу Газемана со сдвигом  $\alpha(x) = -1/x$ ,  $x \in R$ . Число решений полученной краевой задачи и парного уравнения (1) зависит от числа  $\chi$ -индекса задачи

$2\pi\chi = \left\{ \arg \left( 1 + B(x) / \left( 1 + A(-1/x) \right) \right) \right\}_{-\infty}^{\infty}$ , где  $A(x)$  и  $B(x)$  - соответственно интегралы Фурье функций  $a(t)$  и  $b(t)$ . Выписаны формулы для общего решения уравнения (1) при  $\chi \geq 0$  и условия разрешимости при  $\chi < 0$ .

Литература

1. Тузик Т.А. // Изв. АН БССР. Сер. физ.-мат.н. 1990. № 2. С. 35-46.

## ОБОБЩЕНИЕ ФОРМУЛЫ ИНТЕГРИРОВАНИЯ ПО ЧАСТЯМ

И.В. Пархимович

Известная формула интегрирования по частям неопределенного интеграла  $\int u dv = uv - \int v du$  обобщена [1] на случай, когда  $F, f(x), \varphi(x)$  - функция, интегрируемая по  $X$  и для которой существует

$$\int F[f(x), \varphi(x)] dx = \int F[f(x), \varphi(y)] dy - \int \frac{df(x)}{dx} \int \frac{\partial F[f(x), \varphi(y)]}{\partial f} dy dx \quad (1)$$

Формулу (1) можно обобщить, допуская, что  $F[f(x), \varphi(x)]$  интегрируемая по  $X$ , для которой существует  $\frac{\partial F[f, \varphi]}{\partial f}$  и  $\frac{\partial F[f, \varphi]}{\partial \varphi}$ :

$$\int F[f(x), \varphi(x)] dx = \alpha \int F[f(x), \varphi(y)] dy + \beta \int F[f(y), \varphi(x)] dx - \alpha \int \frac{df(x)}{dx} \int \frac{\partial F[f(x), \varphi(y)]}{\partial f} dy dx - \beta \int \frac{d\varphi(x)}{dx} \int \frac{\partial F[f(y), \varphi(x)]}{\partial \varphi} dy dx \quad (2)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  - const, причем  $\alpha + \beta = 1$ .

Формулу (2) можно обобщить на случай функции  $F[f_1(x), \dots, f_n(x)]$ :

$$\int F[f_1(x), \dots, f_n(x)] dx = \sum_{i=1}^n \alpha_i \int F[f_1(y), \dots, f_{i-1}(y), f_i(x), f_{i+1}(y), \dots, f_n(y)] dy - \sum_{i=1}^n \alpha_i \int \frac{df_i(x)}{dx} \int \frac{\partial F[f_1(y), \dots, f_{i-1}(y), f_i(x), f_{i+1}(y), \dots, f_n(y)]}{\partial f_i} dy dx$$

где  $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$

## ЛИТЕРАТУРА

1. М.М.Лычак. Устойчивость и диссипативность. ДУ, N4, 1973г.

## О РЕШЕНИИ ДВУХ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА

М.П.Сидоревич

В [1] получены дифференциальные уравнения вида

$$\begin{aligned} W'' + \frac{10}{7}(z - z_1)^{-1} + 4(z - z_2)^{-1} W' + W^2 - \frac{20}{49}(6(z - z_1)^{-2} + \\ + 30(z - z_1)^{-1}(z - z_2)^{-1} + 13(z - z_2)^{-2}) W = -\frac{40}{343}(54(z - z_1)^{-4} + \\ + 247(z - z_2)^{-4} + 840(z - z_1)^{-2}(z - z_2)^{-2} + 480(z - z_1)^{-3}(z - z_2)^{-1} + \\ + 780(z - z_1)^{-1}(z - z_2)^{-3}), \end{aligned} \quad (1)$$



$$\begin{aligned}
 & W'' + 5((z-z_1)^{-1} + (z-z_2)^{-1})W' + W^2 - 1,25(3(z-z_1)^{-2} + \\
 & 10(z-z_1)^{-1}(z-z_2)^{-1} + 3(z-z_2)^{-2})W = -5(3(z-z_1)^{-4} + 3(z-z_2)^{-4} + \\
 & 20(z-z_1)^{-2}(z-z_2)^{-2} + 15(z-z_1)^{-3}(z-z_2)^{-1} + 15(z-z_1)^{-1}(z-z_2)^{-3}).
 \end{aligned} \quad (2)$$

Пусть  $z_1 = z_2 = z_0$ , тогда уравнения (1) и (2) совпадают, причем

$$W'' + \frac{10}{z-z_0} W' + W^2 - \frac{20}{(z-z_0)^2} W = -\frac{280}{(z-z_0)^4}. \quad (5)$$

Положим в (3)  $W(z) = (z-z_0)^{-2} \cdot \eta(t)$ ,  $z-z_0 = \exp t$ , получим уравнение

$$\frac{d^2 \eta}{dt^2} + 5 \frac{d\eta}{dt} + \eta^2 - 34\eta + 280 = 0 \quad (4)$$

Заметим, что уравнение (4) совпадает с уравнением (2.20) в [1] при  $\alpha_+ = 1$ .

Выполним в (4) преобразование

$$\eta(t) = \alpha(t)v(t) + \beta(t), \quad \tau = \varphi(t),$$

где функции  $\alpha(t)$ ,  $\beta(t)$  и  $\varphi(t)$  удовлетворяют системе

$$2\alpha'' + 2\alpha'\varphi' + 5\alpha\varphi' = 0, \quad \alpha + 6\varphi'^2 = 0, \quad \alpha'' + 5\alpha' + 2\beta\alpha - 34\alpha = 0. \quad (5)$$

Интегрируя (5), находим

$$\alpha(t) = -6 \exp(-2t), \quad \tau = -\exp(-t), \quad \beta = -14.$$

Тогда (4) преобразуется в уравнение  $U'' = 6u^2$ , общее решение которого есть эллиптическая функция Вейерштрасса [2,3].

$u(\tau) = \gamma(\tau - c_1, 0, c_2)$ , где  $c_1$  и  $c_2$  - постоянные интегрирования. Это решение представляет собой полутрансцендентную функцию постоянных интегрирования, которая не имеет подвижных критических особых точек, но имеет подвижные полюсы.

Возвращаясь к функции  $w(x)$ , будем иметь

$$w(z) = -2 - (z-z_0)^{-1} (3\gamma(-z-z_0)^{-1}; 0; c_2) + 7(z-z_0)^{-2}.$$

Следовательно, при совпадении полюсов  $z_1$  и  $z_2$  в уравнениях (1) и (2) их решения представляют собой полутрансцендентные функции постоянных интегрирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоревич М.И. Дифференциальные уравнения третьего порядка, разрешимые в классических трансцендентных функциях. - Дис. ... кнд. физ.-мат. наук. - Ерест, 1988.-118 С.
2. Айнс Э. Обыкновенные дифференциальные уравнения. - Харьков: И ЧТИУ, 1939.-717 С.
3. Голубев Р.В. Лекции по аналитической теории дифференциальных уравнений. - М.-Л.: ГИТТЛ, 1950. - 436 С.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ ПРОГРАММ ОБРАБОТКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ.

А.С.Казун

Всякая программа, написанная для пользователя-непрограммиста должна отвечать ряду требований: простота в обращении; достаточно быстрая реакция на запросы; ясные, недвусмысленные ответы на все запросы пользователя (на ошибочные - особенно); все входные и выходные формы документов должны быть идентичны формам, с которыми пользователь работал при ручном труде; ход (сеанс) работы должен по возможности моделировать традиционный процесс работы (за исключением этапов, ненужных при использовании ПЭВМ или сетей ЭВМ); наличие развитой системы помощи по всем функциям.

Ряд эксплуатируемых сегодня программ не отвечает данным требованиям, поэтому не пользуются успехом у пользователей, а в худшем случае вызывают отрицательное отношение к вычислительной технике вообще. Эксплуатация таких программ требует прибегать часто к помощи программиста, который должен постоянно их корректировать или даже выполнять некоторые функции программ над данными с помощью отладчиков, например DEBUG.

Типичными недостатками таких программ являются следующие: программы и базы слишком громоздки, из-за этого скорость выполнения той или иной функции очень малая; большая вложенность меню. Пользователь зачастую не может запомнить быстро путь к необходимой функции; отсутствие ответов на ошибочные действия пользователя. Например, при длительном выполнении какой-нибудь функции пользователь нажимает любую клавишу. В результате программа идет на аварийное завершение, что в корне не приемлемо для пользователя.

Предлагаемый в докладе проект программного обеспечения ориентирован на решение двух задач: создание программного обеспечения по работе с базами данных экономической информации; автоматизация работы программиста при создании программ для пользователя-непрограммиста.

Первая задача решается на основе второй. Система программного обеспечения представляет собой набор взаимосвязанных элементов. Комбинируя, сочетая эти элементы можно создать ту или иную программу, которая соответствует некоторому процессу по обработке данных. При этом также решается задача по созданию дружественного интерфейса.

Основой всей системы являются три элемента: окна; технологические программы; модули, формирующие и выдающие выходные документы.

Окна позволяют решить задачу создания дружественного интерфейса. Они делятся на три подэлемента: окна-меню; окна-редакторы баз; окна-редакторы форм.

Все окна организованы, как иерархические всплывающие окна, т.е. все последующие окна наслаиваются на предыдущие и появляются (исчезают) мгновенно.

Технологические программы осуществляют те или иные действия над базами с соблюдением двух требований: соответствие реальному процессу обработки информации; обеспечение приемлемого времени отклика системы на команду пользователя.

Программы, выдающие выходные документы, должны обеспечивать два требования: удобство работы с печатающим устройством; выдаваемые формы должны соответствовать принятым стандартным (ГОСТ или ведомственный стандарт).

Экспериментальная проверка на примерах задач, связанных с созданием программ для работников финансового управления Брестской области (Пинский РайФО, Ивацевичский РайФО, Брестский ГорФО, Барановичский ГорФО) показала эффективность такого подхода.

## **К РЕШЕНИЮ ПЛОСКИХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ТЕРМОУПРУГОСТИ ДЛЯ МНОГОСВЯЗНЫХ ОБЛАСТЕЙ МЕТОДАМИ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ПОТЕНЦИАЛА**

**В.М.Хвисевич, Е.А.Пицуха**

В настоящее время для решения инженерных задач по определению термонапряжений в элементах конструкций, механизмов и машин широко используются метод конечных элементов и метод потенциала.

Обоим методам присущи как достоинства так и недостатки, что отмечено в публикациях известных советских и зарубежных ученых, посвященных решению краевых задач теории упругости.

Представляет интерес оценить достоинства и недостатки этих методов при численном решении краевых задач термоупругости.

Мы рассмотрели решение двух задач: а) задача о нагревачии длинного толстостенного цилиндра, тестовая задача; б) электрод плазмотрона (представляет многосвязную область), подвергающийся воздействию стационарного температурного поля (в обоих случаях краевые условия задачи теплопроводности относятся к типу Дирихле).

Решение рассматриваемых задач методом конечных элементов осуществлялось с помощью последней версии программного комплекса "Зенит" (отметим, что использование комплекса для решения задач термоупругости имеет недостатки, и для их устранения нами были разработаны дополнительные программные модули).

Рассматриваемая область задачи а) - 1/4 часть кольца (поперечное сечение цилиндра) разбивалась на 90 элементов, число узлов - 110.

Для реализации этой же задачи методом потенциала контур 1/4 части области аппроксимировался 25 отрезками (разработанный алгоритм позволяет одновременно решать задачи теплопроводности и термоупругости).

При решении задачи б) методом конечных элементов для аппроксимации расчетной области (1/4 круга с 8-10 отверстиями) потребовалось 1990 узлов и 1900 элементов, а при решении задачи методом потенциала 130 отрезков на кривых, ограничивающих контуры.

Время реализации задач на ПЭВМ АТ-386 методом конечных элементов: задача а)  $\sim 15$  мин., задача б)  $\sim 35$  мин. При реализации этих задач методом потенциала было затрачено  $\sim 2$  мин. для задачи а) и  $\sim 5$  мин. для задачи б).

Сравнивая результаты численного решения 1-й задачи (тестовой) обоими методами с аналитическим решением, установлено, что погрешность для метода конечных элементов составила  $\sim 5\%$ , для метода потенциала  $\sim 0,08\%$ .

Кроме того, подготовка исходных данных при реализации задач методом конечных элементов потребовала в несколько раз больше времени.

Таким образом, результаты исследований показывают, что при численном решении рассматриваемого класса задач термоупругости методом потенциала по разработанному нами алгоритму имеется ряд преимуществ:

- выше точность решения;
- существенно меньше время на подготовку исходных данных;
- ниже затраты чистого времени счета.

К недостаткам следует отнести:

- худший, по сравнению с комплексом "Зенит" сервис выдачи результатов решения;
- потеря названных выше преимуществ при расчете элементов тонкостенных конструкций.

## ДИАЛОГОВОЕ АРМ УЧЕТА ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ

Ю.А.Узловатый

В настоящее время широкое распространение получила децентрализованная форма обработки информации на базе персональных ЭВМ, ориентированная на создание автоматизированных рабочих мест (АРМ). При такой форме учета вычислительные процессы по сбору, обработке и выдаче данных выполняются непосредственно на предприятиях и в организациях.

Достоинствами данной формы являются: ввод, обработка и выдача учетных данных непосредственно на рабочих местах; создание благоприятных условий для интеграции сбора, расчетов и использования данных; выдача учетных данных, как регламентируемых, так и по запросам пользователей, на экран дисплея или в виде соответствующих машинограмм.

С внедрением АРМ бухгалтера появляется возможность значительно повысить производительность труда учетных работников.

АРМ бухгалтера по учету основных средств (УОС) представляет собой проблемно-ориентированную диалоговую человеко-машинную систему.

Актуальность и необходимость разработки вызвана с частой сменой нормативной информации по учету основных средств.

АРМ УОС может использоваться на любом промышленном предприятии в виде отдельной задачи.

Структура баз данных (БД) и программного обеспечения (ПО) разработана таким образом, что эксплуатация АРМ УОС возможна в составе АРМ главного бухгалтера (баланс предприятия).

АРМ УОС ориентировано на пользователя, не обладающего специальными знаниями в области программирования и вычислительной техники.

Диалоговое АРМ УОС позволяет бухгалтеру контролировать ход решения задачи и направлять его.

При наличии большого количества основных средств (более 2000), когда учет ведется несколькими бухгалтерами, имеет смысл эксплуатировать АРМ в составе сети ЛВС. Такая возможность эксплуатации АРМ предусмотрена на этапе постановки задачи.

Работа с системой УОС позволит вам: получить оперативную и достоверную информацию о наличии, движении и состоянии основных средств по местам хранения и эксплуатации; рассчитать амортизационные отчисления и износ; получить данные об основных средствах в любом

разреze имеющейся информации; отразить производственные хозяйственные операции по учету основных средств на счетах бухгалтерского учета; осуществлять переоценку основных средств; формировать записи по счетам бухгалтерского учета для главной книги; получить выходящую информацию в виде видеорамок, графиков и печатных форм по всем видам отчетности.

Программный комплекс УОС ориентирован на работу под управлением операционной системы MS DOS. Программные модули системы реализованы на языке программирования PAL (структурированного типа) с использованием СУБД PARADOX (реляционного типа с высокой скоростью доступа к данным).

Система имеет дружественный пользовательский интерфейс, удовлетворяющий следующим основным требованиям: возможность работы пользователя, имеющего минимальные знания об ЭВМ и системе; обеспечение удобства и простоты доступа ко всем функциям; защищенность от возможных ошибочных действий пользователя, предполагающую соответственные ответные действия системы в виде сообщений и подсказок.

В системе предусмотрена возможность настройки на другой план счетов. Пакет может использоваться в любой отрасли народного хозяйства. Он обеспечивает: высокую степень автоматизации работы бухгалтера; обработку информации в реальном времени; сохранность базы данных при сбоях; возможность получения оперативной справки по запросу; средства анализа ошибок и восстановления данных; санкционированный доступ к информации; правила выполнения запросов пользователем соответствуют международному стандарту QBE (запрос по образцу); технологический контроль расчетов.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ К ПЭВМ НА БАЗЕ ИНТЕРФЕЙСА SCSI**

**В.И.Хведчук**

Управление комплексом технологического оборудования требует от интерфейса с центральной ЭВМ возможности подключения к одному адаптеру нескольких объектов управления, быстрого обмена информацией в двух направлениях.

Недостатками обычно используемых интерфейсов в ПЭВМ является невысокое быстродействие, маломощная система команд.

Для устранения указанных недостатков предлагается реализация интерфейса SCSI. Основными элементами архитектуры являются восемь

8- разрядных портов. Кроме регистров в структуру входят: схема формирования временных диаграмм, схема дешифрации, терминаторы. Адаптер реализует основные режимы работы интерфейса: арбитраж, выборка, передача команды, обмен данными, передача состояния, передача сообщения. На ПЭВМ он подключается к стандартной системной шине. Реализация адаптера позволит работу по схеме "manu-manu". Поэтому возможно разделение управления объектами на аппаратном уровне.

Основные алгоритмы работы адаптера реализуются программно. Программная часть состоит из трех основных элементов: монитора, модуля инициатора и модуля приемника. Монитор распознает команды управляемого устройства и преобразует их в последовательность вызовов функций инициатора. Модуль приемника используется для выполнения команд по запросу управляемых объектов.

Данная реализация интерфейса позволяет подключать к одному адаптеру до восьми объектов управления, имеется возможность расширения числа подключаемых устройств.

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАСКРОЯ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ EUREKA.

А.С.Чалей

Сложность решения задачи оптимального раскроя материалов заключается в том, что она требует целочисленных положительных ответов. Будем считать, что мы уже составили математическую, ввели ее в ЭВМ и получили ее решение с помощью программы EUREKA.

Например:

$$L = 3x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 3x_4 + 2x_5 + 2x_6 + 2x_7 \rightarrow \min$$

$$5x_1 + 3x_2 + 3x_3 + 2x_4 + 3x_5 + 3x_6 + 5x_7 \leq 36$$

$$x_1 + 2x_2 + x_3 + 2x_4 + 4x_5 + 2x_6 + x_7 \leq 53$$

$$2x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 + 2x_5 + x_6 + 2x_7 \leq 48$$

$$x_i \geq 0, \text{ для } i=1, 2, \dots, 7.$$

Решение:

$$L = 9,28; x_1 = 1,89; x_2 = 7,28; x_3 = 0,28; x_4 = 5,29; x_5 = 7,98; x_6 = 1,03; x_7 = 2,16.$$

Выберем из этих значений те, которые по модулю наиболее близки к целым, т.е.  $\min(\text{abs}(x_i - \text{int}(x_i)))$  (в данном случае это  $x_3 = 7,98$ ).

Округлим его до целого  $x_3 = \text{int}(\min(\text{abs}(x_i - \text{int}(x_i))))$  ( $x_3 = 8$ ). Еще раз решим на ЭВМ, но уже с фиксированным значением  $x_3$ . Пролетав эту

операцию  $i$  раз, можно получить целочисленные значения решения данной задачи.

## ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ В ЗАДАЧАХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

И.Н.Аверина

Понятие эффективного решения позволяет не только усовершенствовать некоторые методы многокритериальной оптимизации, но и лучше понять их сущность, а тем самым и уточнить области их практического приложения.

Для примера рассмотрим метод главного критерия для задач многокритериальной оптимизации. Этот метод состоит в том, что исходная многоцелевая задача сводится к задаче оптимизации по одному критерию  $f_k$ , который объявляется главным при условии, что значения всех остальных (второстепенных) критериев должны быть не меньше некоторых установленных величин  $t_i$ , то есть к задаче

$$\begin{aligned} f_k(x) &\rightarrow \max \\ x \in X: f_i(x) &\geq t_i, i=1,2,\dots,m; i \neq k. \end{aligned} \quad (1)$$

Оптимальным считается все решение  $x^0$  этой задачи. Такое решение является всегда слабо эффективным, а если оно единственно, то и эффективным. Для лучшего уяснения этого метода воспользуемся свойством эффективных решений, которое легко установить рассуждением "от противного":

Если решение  $x^0$  эффективно, то оно является единственным решением решением задачи (1) при любом фиксированном  $k \in M$  и  $t_i = f_i(x^0)$ ,  $i=1,2,\dots, m; i \neq k$ , (где  $M$  - множество номеров критериев).

Сформулированное утверждение позволяет сделать вывод о том, что выбор любого эффективного решения  $x^0$  формально эквивалентен назначению в задаче (1)  $t_i = f_i(x^0)$  для всех  $i$ , причем в качестве главного можно выбрать любой критерий. Это означает, что предварительный выбор одного из критериев в качестве главного еще никак не уменьшает свободы выбора оптимального решения. Следовательно, вопрос о выборе главного критерия следует решать так, чтобы облегчить назначение величин  $t_i$  для ограничений на остальные критерии.



## КОМБИНИРОВАННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ В ПРОГРАММИСТСКОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ-НЕПРОФЕССИОНАЛОВ.

В.Г. Афонин, В.В. Долин

В компьютерной подготовке студентов технического и экономического профиля, помимо навыков в программировании арифметических и разветвляющихся формул, существенную роль играют типовые вычислительные алгоритмы. Наиболее распространенными из них являются алгоритмы табулирования, суммирования, отыскания экстремальных значений, вычисления произведений, итерационные процедуры.

Несмотря на сравнительную простоту этих алгоритмов, их полноценное, неформальное освоение вызывает определенные трудности у значительной части студентов. Особый интерес представляют задачи, содержащие "переплетение" этих алгоритмов и требующие глубокого освоения такого фундаментального понятия математики и ее приложений, как функция.

Студенты, овладевшие этими алгоритмами, в полной мере могут решать самые разнообразные задачи: вычисление интегралов, отыскание корней и экстремумов функций, численное решение дифференциальных уравнений и т.д.

Комбинированные алгоритмы позволяют сформулировать достаточно большое количество разнообразных задач, что весьма существенно для проведения контроля знаний студентов.

К сожалению, этим алгоритмам и даже программированию арифметических и разветвляющихся формул уделяется совершенно недостаточно внимания в курсе "Основы информатики и вычислительной техники", что снижает уровень компьютерной подготовки выпускников школ, училищ, техникумов, и, как следствие, студентов вузов.

## ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КВАЗИГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА $"S_1"$ .

С.И. Ковалевич

Квазигиперболическое пространство  $"S_1"$  может быть интерпретировано как группа движений псевдоевклидовой 2-плоскости индекса 1, т.е. как

$$M = \left\{ g \varepsilon g^{-1} \mid g \in G = \begin{pmatrix} A & 0 \\ zA & B \end{pmatrix} \right\}$$

$A, B$  - псевдоортогональные матрицы  $2 \times 2$ ,  $z$  - произвольная матрица

$$\varepsilon = \begin{pmatrix} E & \\ & \varepsilon_1 \end{pmatrix}, \varepsilon_1 = \begin{pmatrix} 1 & \\ & -1 \end{pmatrix}, z = \begin{pmatrix} x & y \\ u & v \end{pmatrix}$$

Взяв одну из связных компонент группы движений плоскости  $R_2$ , получим матричное представление пространства  $S_1^2$  в виде

$$M = \left\{ \begin{pmatrix} E & 0 \\ (E-C)z & C \end{pmatrix} C \in \text{ПО}(2 \times 2), C^2 = E \right\}$$

Положим

$$C = \begin{pmatrix} ch(\psi) & sh(\psi) \\ sh(\psi) & ch(\psi) \end{pmatrix}$$

Так как  $G$  - группа Ли, то определяем непрерывное отображение  $g$  интервала  $|t| \leq \alpha$  в  $G$ , удовлетворяющее условию  $g(0) = E$ , т.е. задаем кривую. Пространство  $M$  является многообразием, так как в нем можно ввести дифференцируемые координаты. Для групп квадратных матриц с ненулевыми определителями произвольные матрицы представляют в форме  $E + \|x\|$  элементы  $\|x\|$  принимают за координаты  $x$ . Тогда находится касательная

$$x(t) = g(t) \varepsilon g(-t)$$

$$\left. \frac{dx(t)}{dt} \right|_{t=0} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -2\psi \\ 2u & 2v & 2\psi & 0 \end{pmatrix}$$

Пространство прямых в  $M$  определяется следующим образом:

$$M_{\text{пр}} = \left\{ x = g \begin{pmatrix} E & \\ & -E \end{pmatrix} g^{-1}, g \in G \right\}$$

Строится касательное к нему пространство в некоторой точке  $p$ . Находятся движения этого пространства. Так как  $|A|=1$  и  $|B|=1$ , то  $|z|=(xv-yu)$  - инвариант касательного пространства. Тем самым, определяется псевдориманова метрика на касательном пространстве.

Если матрица  $z$  вырождена, то инвариант представляет собой конус и при некоторых фиксированных значениях  $y$  в сечении находим любую поверхность второго порядка.

Рассмотрим множество  $Z$  - матриц 2-го порядка и группу

$$G = GL(2, R) \times GL(2, R) = \left\{ \begin{pmatrix} A & 0 \\ 0 & B \end{pmatrix} \right\}.$$

Введем отображение  $\alpha: G \times Z \rightarrow Z: (g, z) \rightarrow AzB^{-1}$ , которое, как проверяется, есть  $G$ -пространство.  $Z$  является однородным  $G$ -пространством. Значит,  $Z = G/H$ . Если в качестве  $\phi$  взять произвольный эндоморфизм  $G$ , то  $Z$  становится  $\phi$ -пространством:

$$Z = \{ z = g \phi(g^{-1}) = AEB^{-1} \}.$$

Тогда подгруппа  $H$  имеет вид:

$$H = \{ h \mid \phi(h) = h \} = GL(2, R) \times GL(2, R).$$

Умножение группы  $G$  на некоторый элемент  $g_0$  представляет собой паратактический сдвиг в пространстве  ${}^1S_2^1$ . Нетрудно показать, что любое движение пространства  ${}^1S_2^1$  можно представить в виде произведения левого и правого паратактических сдвигов.

## МЕТОД ВНЕШНИХ КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНЫХ АППРОКСИМАЦИЙ В ЗАДАЧАХ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

В.Н.Апанович, Т.А.Долгова

Предложен и строго математически обоснован новый подход в методе конечных элементов, основанный на теории внешних конечноэлементных аппроксимаций пространств Соболева и разрешаемых в этих пространствах вариационных уравнений краевых задач механики. Предлагаемый метод обладает следующими фундаментальными возможностями: возможно построение конечных элементов (КЭ) произвольной формы, единственным ограничением является условие липшицевости границы КЭ. При этом геометрия области элемента определяется независимо от выбора пространства аппроксимирующих функций элемента, построение элемента производится без отображения заданной области элемента на какую-либо каноническую область; при решении краевых задач порядка  $2n$  в качестве аппроксимирующих функций элемента могут использоваться любые функции, квадратично суммируемые в области элемента вместе со своими производными  $n$ -го порядка. Выбор пространства аппроксимирующих функций отдельного КЭ не зависит от

геометрии области элемента, а также от выбора пространства аппроксимирующих функций смежных с ним элементов.

Эффективность и возможности метода демонстрируются на многочисленных примерах. Рассмотрены задачи кручения стержней, изгиба тонких и толстых пластин, расчета концентрации напряжений.

#### Изгиб кругового стержня

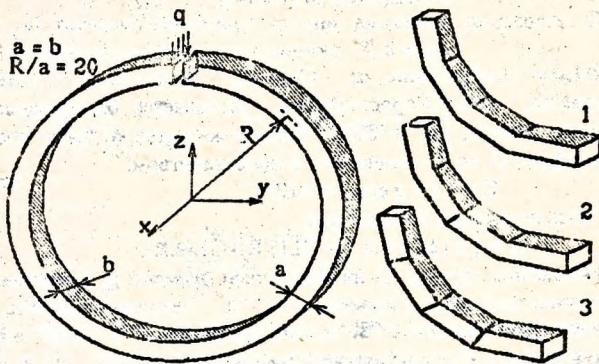


Рис. 1

Одним из таких примеров является задача изгиба консольного кривого бруса, численное решение которой получено с помощью трехмерных элементов с плоскими гранями по методу внешних конечноэлементных аппроксимаций. На рис.1 представлены варианты разбиения четверти расчетной области на трехмерные КЭ с плоскими гранями. Порядки аппроксимирующих полиномов внутри элемента и на его межэлементных гранях принимались равными 3 и 1 соответственно. При этом, число степеней свободы 16-элементного разбиения равнялось 144, ширина ленты матрицы разрешающей системы уравнений - 18.

Результаты сравнивались с решением теории круговых стержней сопротивления материалов. Погрешность определения прогиба свободного конца при разбиении расчетной области на 4, 8 и 16 КЭ составила соответственно 39%, 8% и 4%. Отметим, что результат стандартного метода конечных элементов при 45 КЭ отличается от теоретического в 5 раз. Погрешность в пределах 3% - 6% отмечено при решении аналогичной задачи с 16-элементным разбиением лишь при использовании цилиндрических КЭ моментальной схемы метода конечных элементов, которые требуют гораздо больших вычислительных затрат на один конечный элемент.

## О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА МАТРИЧНОЙ ФАКТОРИЗАЦИИ К РАСЧЁТУ ПЛАСТИН ПРОИЗВОЛЬНОЙ ЖЁСТКОСТИ

С.В. Черненко

Нерегулярная тонкостенная конструкция (пластинка) обладает переменными жесткостными параметрами по различным координатным направлениям. При проектировании конструкций минимального веса в ряде случаев необходимо осуществлять прочностной расчет пластин, толщина которых  $h$  является функцией поверхностных координат. Возникающие при этом трудности связаны с невозможностью получения точного решения разрешающего уравнения пластинки произвольной жесткости, представляющего собой дифференциальное уравнение в частных производных четвертого порядка с переменными коэффициентами. Существующие на сегодняшний день задачи расчета пластин с переменными жесткостными параметрами относятся к классу одномерных, т.е., когда толщина либо другие жесткостные характеристики изменяются в одном координатном направлении. Новизна рассмотренной задачи заключается в изменении жесткостных параметров в двух координатных направлениях вместо одного. Разработан метод матричной факторизации применительно к расчету пластин переменной жесткости, который численно реализован на ЭВМ.

Для решения поставленной задачи разработан алгоритм, основанный на методе матричной факторизации, который может быть применен к расчету прямоугольных пластин произвольной жесткости как в геометрически линейной, так и в геометрически нелинейной постановках. При численной реализации задачи в геометрически нелинейной постановке применяется метод линеаризации, разработанный автором (по типу метода упругих решений А.Ф.Ильюшина). В результате численной реализации на ЭВМ получены конкретные результаты.

### РАСЧЕТ ПЛАСТИН ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ В ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОЙ ПОСТАНОВКЕ

С. В. Черненко

Рассматриваются пластинки средней толщины, жесткость которых изменяется произвольным образом в двух координатных направлениях.

Вертикальные перемещения пластинки, обусловленные действием произвольной поперечной нагрузки, сопоставимы с толщиной пластинки.

Разрешающее уравнение пластинки включает в себя нелинейные дифференциальные операторы, определяющие геометрическую нелинейность задачи. Решение осуществляется итерационным методом матричной факторизации.

Линеаризация задачи осуществляется, предложенным автором, видоизмененным методом упругих решений (метод А. А. Ильюшина).

Численные алгоритмы решения нелинейных задач сводятся к многократному решению соответствующей линейной задачи.

Численная реализация метода осуществлена на ЭВМ по программе, составленной на алгоритмическом языке FORTRAN.

Произведена оценка эффективности одно-, двух- и  $n$ -строчной факторизации. Особый интерес представляет факторизация оператора второго порядка, во-первых, потому, что завершает процесс факторизации при  $n > 2$ , и, во-вторых, потому, что операторы второго порядка часто встречаются в задачах строительной механики и, в частности, в задачах термоупругости.

Эффективность метода апробирована на решении ряда конкретных задач.

## ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМА ФАКТОРИЗАЦИИ ЛИНЕЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА И АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ МАТРИЦАНТА ПРИ РАСЧЕТЕ ПЛАСТИН ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ.

С.В.Черненко

В настоящее время наиболее мощным методом для решения краевых задач механики является метод конечных элементов, под которым понимается набор алгоритмов для построения и исследования системы фиксированных элементов с конечным числом степеней свободы. Метод является универсальным, а возможности его практически не ограничены. Примеры, такими же возможностями обладают методы теории потенциала, которые в совокупности обычно называют методом граничных элементов. В настоящее время оба эти метода реализованы в большом количестве комплексов программ для ЭВМ и позволяют с той или иной степенью точности решить практически любую краевую задачу. Вопрос лишь в том, с какой точностью, с какими затратами машинного времени и при каком объеме памяти.

Однако существуют отдельные классы задач, для решения которых применение этих методов нецелесообразно, поскольку их можно решить проще и с меньшими затратами ресурсов ЭВМ. К ним можно отнести за-

дачи, решение которых, как правило обладает следующими специфическими свойствами: существуют области, где оно изменяется очень быстро, и области, где оно изменяется достаточно плавно. Построение эффективной системы конечных элементов вызывает при этом определенные трудности. Объясняется это тем, что для описания быстро изменяющейся части решения необходимо иметь достаточно мелкую сетку. Но тогда на всем интервале изменения переменной требуется настолько большое число точек, что не всегда удастся обеспечить достаточную точность и устойчивость решения. Алгоритм факторизации линейного дифференциального оператора и алгоритм построения матрицанта свободны от этого недостатка. Это позволяет построить матрицы жесткости или матрицы податливости для расчета конструкций. При этом число конечных элементов в системе получается минимальным. В целом ряде случаев алгоритм обладает большим быстродействием. Предлагаемые алгоритмы целесообразно применять при расчете пластин. Для решения краевой задачи используется метод факторизации, при котором для получения общего решения производится факторизация линейного дифференциального оператора, или метод построения матрицанта, а общее решение выражается через матрицант для матрицы системы дифференциальных уравнений. Алгоритм факторизации линейного дифференциального оператора и алгоритм построения матрицанта оказываются полезными и эффективными при расчете пластин переменной жесткости.

Для решения систем линейных дифференциальных уравнений нормального вида используется численный вариант построения матрицанта. Основные идеи и теоретические результаты в этом направлении имеют, судя по литературе, столетнюю историю и связаны с именами В.Больтерра и Д.Пеано. Чисто внешняя сложность алгоритмов не позволила широко применять их на практике для решения задач в аналитическом виде. В численном виде для ЭВМ первого и второго поколений они также представляли существенные трудности. Однако на современном уровне это стало возможным и удобным, эффективным и простым, поскольку ЭЭМ обладают достаточным быстродействием, объемом памяти и имеются языки программирования высокого уровня. Для практической реализации построения матрицанта с помощью ЭВМ необходимо только конкретизировать алгоритм выполнения основных математических операций в численном виде.

Методика иллюстрируется на конкретном примере.

## О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА КОНТРОЛЬНОГО ОБЪЕМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ДВУМЕРНЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ.

Н.В. Черненко

Методы классической математики не дают практических путей решения сложных инженерных задач. Но уровень развития численных методов и наличие современных ЭВМ позволяют полагать, что почти для любой практической задачи можно составить математическую модель и провести ее численное исследование. Математическая модель теплопроводности достаточно обоснована. Большинство задач исследования процессов теплопроводности сводится к решению дифференциальных уравнений в частных производных, которые, как правило, весьма сложны, и получить их решение в виде конечной формулы удается только в самых простых случаях. В связи с этим особое значение приобретают методы приближенного решения. Все интересующие нас дифференциальные уравнения, описывающие процессы, связанные с теплообменом и турбулентностью, можно рассматривать как частные случаи дифференциального уравнения стандартной формы, в котором интересующие нас зависимые переменные подчиняются закону сохранения. Если обозначить зависимую переменную  $\Phi$ , то дифференциальное уравнение примет вид

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\Phi) + \text{div}(\rho\bar{u}\Phi) = \text{div}(\Gamma \text{grad}\Phi) + S, \quad (1)$$

где  $\Gamma$  - коэффициент диффузии;  $S$  - источниковый член. Конкретный вид  $\Gamma$  и  $S$  зависит от смысла переменной  $\Phi$ . Зависимая переменная  $\Phi$  может обозначать различные величины, такие как температура или энтальпия, массовая концентрация химической компоненты, составляющая скорости, кинетическая энергия турбулентности или масштаб турбулентности. В программе для решения двумерной задачи теплопроводности зависимой переменной является температура. Идентификатору  $\Phi$  соответствует трехмерный массив  $F(I,J,NF)$ . В обобщенное дифференциальное уравнение входят четыре члена: нестационарный, конвективный, диффузионный и источниковый. Уравнение (1) записано в векторном виде. Его можно представить в тензорной форме в декартовой системе координат:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\Phi) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j \Phi) = \frac{\partial}{\partial x_j}(\Gamma \frac{\partial \Phi}{\partial x_j}) + S, \quad (2)$$

где нижний индекс  $j$  в соответствии с тремя пространственными ко-



ординатами принимает значения 1, 2, 3. Дифференциальное уравнение состоит из членов, каждый из которых выражает воздействие на единицу объема, а сумма - баланс этих воздействий. В каждом уравнении в качестве зависимой переменной используется некоторая физическая величина и отражен баланс между различными факторами, влияющими на эту переменную. Члены дифференциального уравнения такого типа выражают воздействие на единицу объема. Построение численного метода выполняется на основе принципа баланса для контрольного объема. При выполнении данной научной работы проведен инженерно-технический расчет с помощью универсальной программы ELLIPS. В отличие от эксперимента для расчета доступна практически вся исследуемая область и отсутствуют возмущения процесса, вносимые датчиками при экспериментальном исследовании. Возможна модификация машинной программы и использование ее для решения целого ряда практических задач.

## **О ПОВЫШЕНИИ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ МЕТОДАМИ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЗАДАЧ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ.**

**Н.В.Черпенко**

Современная техника работает в условиях, когда рабочий диапазон температур, перепады температур в пространстве и времени велики. Повышенные требования к точности определения температурных полей вызваны неуклонной тенденцией современной техники к уменьшению запасов прочности конструкции. Снижение запасов прочности - это уменьшение веса, габаритов, материалоемкости и стоимости конструкций. Без достаточно точного знания температурных полей нельзя повысить надежность, обоснованно выбрать оптимальную технологию изготовления конструкции (изделия) и оптимальный режим эксплуатации. От точного знания температурного поля зависит не только величина рабочего напряжения, но и величина допускаемого напряжения. Поэтому ошибка в запасе прочности может быть больше, чем ошибка в температуре. Можно считать допустимой максимальную ошибку 1% от максимальной температуры. Ошибка в пределах 3-5 % терпима в некоторых ориентировочных расчетах. Но погрешность, равную 10% оправдать нельзя. При максимальной рабочей температуре 1000°C ошибка будет равна 100°. Если обратиться к справочникам по свойствам материалов при высоких

температурах, то можно увидеть, что механические характеристики: предел текучести, предел прочности, предел длительной прочности и др. настолько резко меняются на каждые  $10^\circ$  изменения температуры при температурах порядка  $1000^\circ$ , что ошибка в  $100^\circ$  при определении температурного поля совершенно недопустима. Температурные поля, рассчитанные, исходя из линейных с постоянными коэффициентами математических моделей явления теплопроводности, во многих случаях не могут удовлетворить исследователя из-за значительных количественных погрешностей, а иногда неправильных качественных результатов. Ошибки расчета уменьшаются, если исследовать линейные модели с переменными коэффициентами. Наиболее близкую к реальной картине дают расчеты, проведенные с учетом не только переменности (т.е. зависимости от координат и времени), но и нелинейности (т.е. зависимости от потенциала (в нашем случае - главным образом от температуры)) величин, входящих в математическую модель в виде характеристик вещества, коэффициентов в граничных условиях, внешних и внутренних источников. Разность между решениями нелинейной и соответствующей линейной задачи называется ошибкой линеаризации. Ошибки линеаризации зависят от законов изменения теплофизических характеристик материалов: коэффициента теплопроводности  $\lambda$ , удельной объемной теплоемкости  $C_v = c\rho$ , которая учитывает зависимость от температуры удельной массовой теплоемкости и плотности. От температуры поверхности зависят плотности тепловых потоков  $q$  и - при изменении формы граничного условия - коэффициенты теплообмена  $\alpha$ . Ошибки линеаризации зависят также от диапазона температур, в которых работает конструкция и крайних условий. Несмотря на то, что можно минимизировать ошибки линеаризации, часто точность решения таких задач неудовлетворительна, т.к. ошибки линеаризации дают ошибки в температуре выходящие за допустимые пределы. Отсюда и усиленный интерес к методам исследования нелинейных математических моделей задач нестационарной теплопроводности. Получены температурные кривые для коррозионностойких сталей через 3 секунды после начала движения локального источника теплоты. Во всех случаях принималась начальная температура  $T = 300^\circ \text{K}$ , скорость перемещения локального источника теплоты  $V = 1 \text{ см/с}$ . При проведении расчетов зависимости удельной теплоемкости и коэффициента теплопроводности от температуры выражались уравнениями кубических парабол, а от плотности - линейной функцией температуры. В зависимости от теплофизических свойств материала форма температурного поля претерпевает заметное изменение. Сопоставление расчетов с решением аналогичной задачи в линейной постановке показало, что учет

зависимости свойств металлов от температуры приводит к уточнению решений в пределах 3-18 %.

## ЯВЛЕНИЕ ХАОСА В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ЭФФЕКТ ТРЕНИЯ.

А. Цекот

Динамические системы в технике часто описывают дифференциальными уравнениями, называемыми "уравнениями движения". В этой статье представлены аналитические модели трения, применяемые в технике, основанные на эффекте сухого трения и трения Коломба.

Эти модели будут описаны уравнениями движения вида:

$$\ddot{x} + 2\xi\dot{x} + x + (1 + kx)[\mu + (1 - \mu)\operatorname{sech} \beta x] \tanh \alpha x = a \cos \omega t \quad (1)$$

для гладкой силы трения

$$\ddot{x} + 2\xi\dot{x} + x + n(x)f(x) = a \cos \omega t \quad (2)$$

и для силы трения, описанной законом Коломба.

Функции  $n(x)$  и  $f(x)$  определяются следующим образом:

$$n(x) = \begin{cases} 1 + kx & \text{при } x > -\frac{1}{k} \\ 0 & \text{для всех остальных;} \end{cases}$$

$$-f(\dot{x}) = 1 \quad \text{при } \dot{x} > 0;$$

$$-1 < f(\dot{x}) < 1 \quad \dot{x} = 0;$$

$$-f(x) = -1 \quad \dot{x} < 0.$$

Уравнения, описывающие эти модели решены цифровым способом Рунге-Кутты-Мерсона. Полученные результаты (перемещение, скорость) позволили построить характеристики, благодаря которым можно определить характер движения данной системы. Рисунки 1 и 2 изображают две из них: фазовую траекторию и карту Пуанкаре для модели трения Коломба.

Эти характеристики получены для параметров, имеющих следующее значение:  $\xi = 0$ ,  $k = 1,5$ ,  $\omega = 1,25$ ,  $\alpha = 1,9$  и начальных значений равных 0. Траектория движения имеет характер воронки, структура которого напоминает аттрактор Рослера. Это незамыкающая кривая, что подтверждается на карте Пуанкаре, состоит из бесконечного количества точек рис. 2. Аналогично получены хаотические характеристики модели для нижеследующих значений параметров:  $\xi = 0,015$ ,  $k = 1,5$ ,  $\mu = 0,7$ ,  $\alpha = 50$ ,  $\beta = 5$ ,  $\omega = 1,3$ ,  $a = 1,45$  и начальных значений равных 0. Характеристики такие же как и в первом варианте. Максимальный показатель степени

Ляпунова в уравнении (2) равен 0,12, что значительно больше 0. Это и есть математическое подтверждение существования хаоса. В модели трения Коломба расчет показателя Ляпунова значительно сложнее ввиду многозначительности функции Коломба и требует использования символической динамики.

Модели 1 и 2 рассчитаны для различных начальных условий. Оказалось, что изменение начальных условий в широком масштабе не изменяет характера движения. Изменение начальных условий выполнены при постоянных параметрах в уравнениях движения. Можно предположить, что значительно большее влияние на характер движения имеет изменение величины параметров. Например, таким параметром может быть параметр  $K$ , который описывает изменения веса соприкасающихся поверхностей, или изменения амплитуды возмущения, которая может стать причиной изменения хаотического движения на периодическое или квази-периодическое.

Исследования многих авторов показывают, что цифровые модели осциллятора с гладкой функцией трения и Коломба имеют показатели близкие к экспериментальным моделям. Все величины в экспериментах были симулированы в динамическом состоянии.

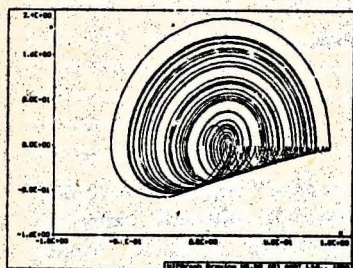


Рис. 1.

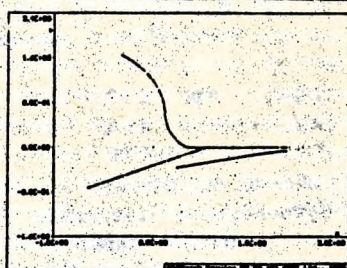


Рис. 2.

## ХАОТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ В МЕХАНИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

А.Цекот

Уравнения движения синхронной машины и маятника служат хорошими моделями математическими в системах, содержащих соединение Джосепсона. Уравнение колебаний такой системы можно приблизить дифференциальным уравнением типа:

$$\ddot{x} + \delta \dot{x} + \sin x - \eta \sin 2x = A + B \sin \omega t \quad (1)$$

Это уравнение может иметь хаотическое, периодическое или квазипериодическое решение. Характер решения можно определить, исследуя такие показатели как: график перемещения, фазовая траектория, карта Пуанкаре, функция спектральной плотности, функция автокорреляции.

Одной из возможностей качественного изменения колебаний системы является изменение величины амплитуды возмущения  $B$ . Исследовано влияние изменения величины  $B$  на характер колебаний системы. Остальные параметры приняты постоянными:  $\delta=0,1$ ;  $\eta=0$ ;  $A=0$ ;  $\omega=1$ .

Начальные условия приняты равные нулю ( $t=0, x(0)=0, \dot{x}(0)=0$ ).

Уравнение приняло вид:

$$\ddot{x} + 0,1\dot{x} + \sin x = B \sin t \quad (2)$$

Принятые значения представляют интерес также и в электромеханике ввиду возможного появления различных видов колебаний.

В связи с нелинейностью уравнения (2) решение его аналитическими методами невозможно. Решение получено цифровыми методами при помощи ЭВМ. Состояние системы в зависимости от величины параметра  $B$  представлено в табл. 1

$B$	Характер движения	$T$
9,58	периодическое	2П
9,57	.....	8П
9,00	.....	4П
4,50	.....	6П
3,30	.....	8П
3,25	хаотическое	-
3,00	.....	-
2,70	периодическое	4П

В работе этой представлены характеристики хаотического и периодического движения. При значении  $B=9,58$  движение периодическое с периодом равным 2П, что видно на графике перемещения (рис. 1). Карта Пуанкаре - это одна точка (аттрактор) к которому стремятся оставшиеся (рис. 2). При  $B=3,25$  движение хаотическое. Рисунок 3 представляет фазовую траекторию, являющуюся незамкнутой кривой, что подтверждается картой Пуанкаре, которая состоит из бесконечного числа точек (рис. 4). Это и есть подтверждение существования хаоса, одной из возможностей изменения хаотического движения на периодическое, может быть присоединение линейного слагаемого СХ в левой части уравнения (2).

Исследовано влияние на возникновение хаотического движения при  $C=0,1$ . В этом случае хаотическое движение ( $B=2,72 - 3,275$ ) исчезает и изменяется непериодическое с периодом равным многократности периода возмущения.

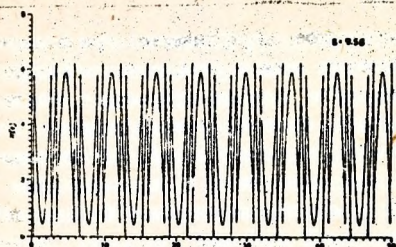


Рис 1

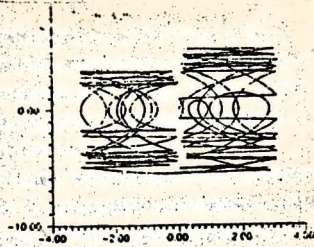


Рис 3

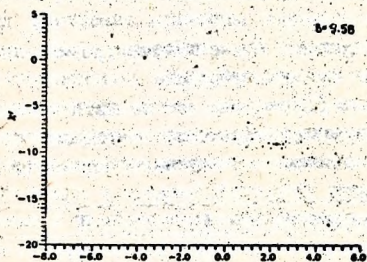


Рис 2

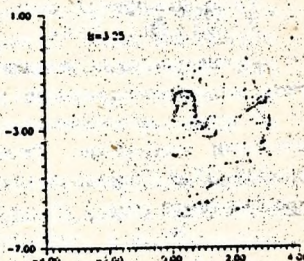


Рис 4

### Литература.

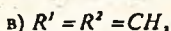
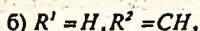
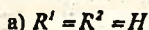
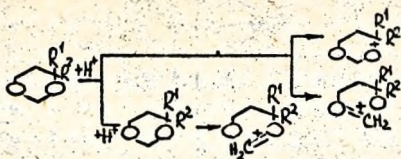
Немарк И.И., Ланда П.С. Стохастические и хаотические колебания. - Москва. "Наука", 1987.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ПРОТОНИРОВАННЫХ ФОРМ НЕСИММЕТРИЧНО- ЗАМЕЩЕННЫХ 1,3-ДИОКСАНОВ МЕТОДОМ МПДП

Н.М. Сигаева

Особенностью гидролиза 4- и 4,4-Дизамещенных 1,3-диоксанов заключается в разрушении цикла не только по связям  $O(1)-C(2)$  и  $C(2)-O(3)$ , а также и по связям  $O(3)-C(4)$ .

Учитывая, что лимитирующей стадией гидрирования является раскрытие цикла, были просчитаны возможные интермедианты начальной стадии кислотно-катализируемой реакции 1,3-диоксанов.



Структура	Теплота образования (реакций), кДж/моль					
	$\Delta H_f(I)$	$\Delta H_f(II)$	$\Delta H_f(III)$	$\Delta H_f(IV)$	$\Delta H_f(V)$	$\Delta H_f(VI)$
а	-375,8	409,1	409,1	-	428,8	428,8
б	-394,2	389,1	393,1	479,2	517,8	518,2
в	-394,9	391,1	401,3	435,4	442,4	434,8

Результаты расчетов показывают, что оксониевые ионы Пав, более стабильны, чем III а-в. Введение заместителей в четвертое положение уменьшает стабильность оксониевых ионов. Алкоксикорбсниевые ионы VI б-в более стабильны, чем соответствующие V б-в, т.е. более вероятен разрыв 0(1)-C(2) связи. Алкоксикорбсниевые ионы IV б-в по теплотам образования стабильнее V-VI а-в.

На основании этого можно предположить, что механизм-катализируемых реакций не симметрично замещенных 1,3-диоксанов включает в себя дополнительное направление связанное с разрывом связей 0(3)-C(4).

## АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ГИДРОЛИЗА ЗАМЕЩЕННЫХ 1,3-ДИОКСАНОВ И ИНДЕКСЫ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ

Н.М.Сигаева

Механизм гидролиза 4- и 4,4-дизамещенных 1,3-диоксанов до настоящего времени являются дискуссионными. Одни авторы утверждают, что раскрытие цикла происходит как по связям 0(1)-C(2), 0(3)-C(2), так и 0(3)-C(4), другие считают, что связь 0(3)-C(4) не затрагивается. Различия в механизме определяются электронным и пространственным строением оксониевых и алкоксикарбсниевых ионов этих соединений. Единственной возможностью оценки строения таких интермедиантов в настоящее время, являются квантово-химические расчеты.

длина связей, Å									
C(2)-O(3)	1.41	1.41	1.40	1.48	1.50	1.49	1.38	1.37	1.37
C(2)-O(1)	1.41	1.41	1.40	1.38	1.38	1.37	1.48	1.48	1.48
C(4)-O(3)	1.41	1.41	1.42	1.43	1.48	1.49	1.44	1.42	1.43
C(6)-O(1)	1.41	1.41	1.40	1.44	1.42	1.42	1.43	1.46	1.46
порядок связи									
C(2)-O(1)	0.94	0.94	0.95	1.06	1.06	0.72	0.68	0.68	0.70
C(2)-O(3)	0.94	0.95	0.95	0.69	0.70	-	1.05	1.07	1.06
C(3)-C(4)	0.96	0.95	0.94	0.81	0.79	-	0.90	0.91	1.86

По расчетам порядков и длин связей можно предположить направления разрыва: при атоме на 0(1) увеличивается связь 0(1)-C(2) на 0,07 Å и 0(1)-C(6) на 0,02-0,03 Å и соответственное уменьшение порядков связи. При атоме на 0(3) - наблюдается увеличение 0(3)-C(2) на 0,07 - 0,09 Å и C(4)-O(3) на 0,02-0,07 Å и соответственное уменьшение порядков связи. Разрыв связи 0(1)-C(6) не наблюдается, т.к. при этом образуется не стабильный ион C другой стороны, порядок связи 0(3)-C(4) выше, т.е. разрыв связи 0(3)-C(4) может наблюдаться в жестких условиях.

## ОПТИМИЗАЦИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТЕЙ, НАПЛАВЛЕННЫХ ПЛАЗМЕННЫМ МЕТОДОМ, ПРИ ГРАВИТАЦИОННОЙ ПОДАЧЕ ПОРОШКА

Л.И.Савенок, В.А.Курочкин

При восстановлении деталей плазменной наплавкой важное значение имеет изучение зависимости качества наплавляемых поверхностей от способа подачи порошка.

Цель настоящих исследований - определить качество наплавки при различных скоростях подачи и разных точках введения порошка в зону плазмы и установить режимы питания, при которых достигаются оптимальные параметры качества покрытий.

Исследования проводились на установке для плазменной сварки УПС-301, оборудованной порошковым питателем гравитационного типа. Наплавка велась стандартным порошком ПР-Н80Х13С2Р с диаметром частиц 40-100 мкм, при неизменных энергетических характеристиках



плазмы. Опыт включает 36 вариантов (скорость подачи  $v$ , г/мин и расстояние  $l$ , мм вдоль оси плазмы от точки введения порошка до поверхности наплавляемой детали), повторность трехкратная. Образцы - детали типа вал из конструкционной углеродистой стали, диаметром 30 мм. Качество покрытий оценивалось по поверхностной пористости.

Установлены конкретные соотношения между скоростью и местом подачи порошка, при которых качество покрытий оптимально (табл. 1).

**Таблица 1.** Оптимальные соотношения между скоростью и местом подачи порошка для питателей гравитационного типа.

$v$ , г/мин	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
$l$ , мм	4,5	4,0	3,0	2,5	2,0	3,0

Для получения наиболее качественных покрытий целесообразно соблюдать установленные соотношения между скоростью и местом введения порошка в зону плазмы.

## МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ СВЕРХГЛАДКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

**Н.И. Алешкевич, Ю.Н. Свириденко, В.В. Сытько**

В настоящее время представляет большой научный и практический интерес измерение шероховатости сверхгладких поверхностей, поскольку в совокупности со структурными свойствами шероховатость поверхностных слоев определяет процесс изнашивания и формирует силу трения при относительном перемещении твердых тел.

Неприменимость стандартных приборов для измерения шероховатости сверхгладких поверхностей привела к разработке и созданию таких приборов как рефлектометр и установка интегрального светорассеяния.

Но определение среднего квадратического отклонения от линии профиля данными приборами требует знания точного значения коэффициента отражения, что в реальном эксперименте практически недоступно, либо существенно его усложняет.

В настоящей работе были произведены расчеты для каждого из способов определения шероховатости поверхностей фотометрическим методом. Анализ результатов моделирования показал, что наиболее стабильно поведение погрешности способа, основанного на измерении отношения интенсивности диффузной компоненты отраженного излучения

к интегральной интенсивности огражденного излучения. В то время как минимальные ее значения реализуются в способе измерения отношения интенсивности диффузной и зеркальной компонент излучения. Остальные способы дают чрезвычайно большую погрешность при измерении, и их применение может быть рекомендовано для таких измерений, где среднее квадратическое отклонение от линии профиля поверхности больше 0,05 мкм. Таким образом, способом, обеспечивающим достижение максимальной точности измерения среднее квадратическое отклонение от линии профиля в широком диапазоне его значений является способ, основанный на измерении отношения диффузной и зеркальной компонент зондирующего излучения. Этот способ положен в основу работы установки типа "Фотоника", предназначенный для определения среднее квадратического отклонения от линии профиля сверхгладких поверхностей.

Теоретическое рассмотрение данного вопроса связано с проблемой качества обработки поверхностей, то есть создаются предпосылки к расширению числа устройств фотометрического контроля шероховатости поверхности.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕМЕННО-ТОКОВОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕНОСА МЕТАЛЛОВ В ЭЛАСТОМЕРАХ**

Д.Г. Лин, И.М. Елисева

В ходе разработки технологического процесса получения адгезионных соединений эластомеров с металлами установлено, что при окислительной вулканизации каучука в контакте с каталитически активными металлами происходит перенос металла подложки в объем эластомера. Использование переменного-токовой вольтамперометрии позволило получить кинетические зависимости по накоплению металлов в различных по природе эластомерах. Разработаны методики определения микроколичеств металла в объеме каучуков, а также методики совместного определения содержания нескольких металлов без отделения их друг от друга в пробе.

Металл в каучуке обнаружен на значительных расстояниях (до сотен микрон) от зоны адгезионного контакта, причем концентрация его экспоненциально убывает при приближении к наружному слою пленки. Если подложка выполнена из сплава металлов, наблюдается перенос всех каталитически активных компонентов сплава, причем относительные скорости переноса отдельных компонентов могут изменяться в процессе окислительной вулканизации каучуков.

Установлено, что процесс перехода металлов завершается при достижении каучуком предельной степени сшитости, а значения предельно достигаемых концентраций металлов зависят от типа каучука. Так, примерный уровень содержания меди в пленках каучука убывает в ряду: СКН-40 (0,01-0,015%), СКД (0,007-0,008%), СКИ (0,0065-0,007%), СКС (0,001-0,0015%). Этот показатель для каучуков значительно уступает аналогичному для насыщенных полимеров (поливинилбутираль, полиакриламид, полиэтилен).

Перенос металла в объеме эластомера оценивался также методом атомно-абсорбционного анализа. Результаты, полученные обоими методами анализа совпадают.

На основе экспериментальных данных по накоплению металлов в каучуках был выполнен расчет констант скорости реакции взаимодействия металла и каучука, а также определены значения энергии активации.

## ОЦЕНКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ФОРМ СЕРЕБРА В ПРИРОДНЫХ РАССОЛАХ

В.Г.Свириденко, Ю.А.Пролесковский, С.М.Пантелеева,  
Е.В.Пархоменко

Подземные рассолы - многокомпонентные системы, поэтому экспериментальное определение в них физико-химических форм нахождения металлов представляет трудоемкую операцию. Количественное определение металлов осложняется присутствием исследуемых элементов в небольших количествах.

В настоящей работе авторы исследовали возможность количественной оценки форм серебра в концентрированных рассолах Припятской впадины.

В связи с острым дефицитом природных ресурсов актуальной проблемой является нахождение видов минерального сырья, одним из которых могут быть природные рассолы, содержащие в повышенных количествах ряд промышленно-ценных компонентов (йод, бром, редкие щелочные металлы, магний, бор и др.). Проведенные нами исследования показали, что высокоминерализованные природные рассолы Припятской впадины содержат также повышенные количества серебра (до десятков мг/л) и могут использоваться в качестве перспективного промышленного сырья при условии разработки эффективной и экономически обоснованной технологии его концентрирования и выделения.

Состояние серебра в природных рассолах обусловлено сложной совокупностью взаимодействий органических и неорганических веществ,

содержащихся в них. Высокая комплексообразующая природа серебра накладывает свою специфичность на его количественное определение. Образующиеся комплексные соединения серебра лабильные, полифункциональные, полидисперсные, склонные к образованию ассоциатов. Именно поэтому при оценке физико-химических форм серебра решаются задачи, касающиеся определения степени дисперсности соединений: истинно растворенные, коллоидные, псевдоколлоидные, взвешенные.

Присутствие большого количества хлорид-ионов позволило выявить существование значительных количеств серебра в виде хлоридов, наряду с ними существуют и другие галогениды. Осадки галогенидов захватывают большие количества микропримесей, причем захват происходит за счет адсорбции. Расчеты показывают, что отсутствует какая-либо корреляция адсорбированных микроэлементов с растворимостью их солей или зарядов адсорбированных ионов, микроэлемент переходит в фазу адсорбента в виде нейтрального соединения с противоионом, входящим в состав осадка. Перечисленные особенности нахождения серебра в рассолах потребовали введения стадии предварительной обработки образцов кислотами.

Для количественного определения серебра применяли адсорбционно-колористический метод, разработанный С.А.Мечковским (БГУ, кафедра аналитической химии). Метод основан на сочетании процессов селективного извлечения микроэлемента из жидкой фазы путем твердофазного экстрагирования с детектированием непосредственно на твердой фазе. Для выделения серебра использовали адсорбент с поверхностным активным слоем (в данном случае сульфидом цинка), функционирующим по механизму обменного осаждения с образованием интенсивно окрашенного продукта (сульфида серебра). В динамическом режиме процесс сорбции обеспечивает формирование окрашенных зон достаточной интенсивности в течение относительно короткого времени при минимальных объемах исследуемого раствора. Необходимо указать, что формирование хроматографических зон на поверхностных сорбентах не зависит от ионного состава исследуемых проб, pH растворов, общей минерализации. Содержание серебра в природных рассолах колебалось от 0,013 до 0,072 г/л.

Мешающее действие меди, свинца и цинка устраняли связыванием их в комплекс с трилоном Б. Если исследуемая проба содержит ртуть, то необходимо устранить ее влияние. Для этого ртуть (II) восстанавливали до Hg (I).

Для концентрирования серебра в качестве сорбентов применяли как органические, так и неорганические природные и синтетические

материалы. В ионообменном методе абсолютное концентрирование проводили поглощением серебра ионообменным сорбентом и регенерацией последнего малым объемом элюента. Сорбцию серебра рекомендуем проводить на сорбенте С-SZ при более низких значениях pH или после соответствующей обработки раствора, которая обеспечивает переводение ионов серебра в легко сорбируемую форму. Установлено, что в случае сорбционного концентрирования серебра исключается мешающее влияние сопутствующих микрокомпонентов. Обменные емкости для насыщения сорбентов С-SZ ионами серебра составили 0,635 - 0,073 мг-экв/г.

Таким образом, метод можно применять для концентрирования и выделения серебра из природных рассолов.

## КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ

И.В.Потоцкий, И.И.Проневич

Традиционные проволочные нагреватели обладают рядом недостатков, среди которых низкие удельное сопротивление и теплопроводность резистивного материала, высокая температура поверхности. Вследствие этого возникает необходимость применения промежуточных теплоносителей, усложняющих конструкцию, повышающих стоимость, снижающих коэффициент полезного действия нагревательных устройств.

Одним из возможных путей получения нагревательных элементов, лишенных отмеченных недостатков, может быть использование в качестве нагревателей резистивного композиционного материала на основе кремния, изготовленного по керамической технологии.

Проанализированы технологические аспекты изготовления материалов объемных нагревательных элементов на основе кремния, предназначенных для работы в воздушной атмосфере при температурах рабочей поверхности до 400°C, имеющих стабильные эксплуатационные параметры, положительный температурный коэффициент сопротивления, удельное сопротивление 0,1 ... 10 Ом-см и прочность на изгиб 40 ... 60 МПа.

На основе данных ДТА, ТГА, с учетом свойств проводящего компонента, диэлектрических характеристик связки и наполнителя, определены пути целенаправленного регулирования электрическими характеристиками материала составом и дисперсностью исходного сырья, режимами и температурой спекания. С помощью электронной

микроскопии исследована структура, а также изучены тепло- и электрофизические свойства полученного материала для нагревателей.

## **ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЧИСТЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ КВАРЦЕВЫХ СТЕКОЛ**

**В.Е.Гайдуун, А.А.Бойко, А.В.Семченко, И.Ю.Нерода**

Одним из перспективных методов получения особо чистых однородных стекол для изготовления разнообразных

изделий оптики (в том числе оптических фильтров) является золь-гель технология, в которой реализуется прямой переход золь-гель-стекло. Вводя различные ионы в структуру геля с последующим их взаимодействием с элементами силикатной матрицы, можно получать оптические элементы и фильтры высокого качества с теплофизическими свойствами, присущими кварцевому стеклу, а именно, малым коэффициентом линейного расширения, большой термостойкостью, стойкостью к тепловому удару.

Технологическая цепочка операций изготовления кварцевого стекла по золь-гель процессу включает в себя гидролиз тетраэтилортосиликата (ТЭОС) в водном растворе кислоты (катализатор), приготовление коллоида путем добавления в полученный золь ультрадисперсного порошка аэросила А-175, тщательное механическое перемешивание, добавление в золь-коллоидную систему солей, содержащих ионы легирующих примесей, литье полученного коллоида в формы, гелеобразование, сушку и спекание монолитных гелей до состояния прозрачного кварцевого стекла.

В результате исследований технологического процесса установлены оптимальные режимы получения материалов и получены чистые и окрашенные кварцевые стекла, легированные ионами хрома, фтора, а также термостойкие стекла для УФ-фильтров, легированные ионами церия.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУХЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АНИЗОТРОПНЫХ СРЕД.**

**Д.Е.Гололобов, В.Ф.Янушкевич**

Исследование процесса взаимодействия электромагнитных волн (ЭМВ) двух частот с анизотропной средой имеет теоретическое обоснование, ограниченное частотными режимами взаимодействия, не затрагивающие в

полной мере вопросов о влиянии свойств среды на характеристики воздействующих колебаний.

Для установления взаимосвязи между электродинамическими параметрами среды и характеристиками ЭМВ, степени взаимного влияния ЭМВ (искусственного и естественного происхождения) в условиях анизотропии среды в работе анализируются компоненты тензора диэлектрической проницаемости плазмopodobной анизотропной среды, зависящие от соотношения амплитуд  $K_E = E_2 / E_1$  и частот  $K_\omega = \omega_1 / \omega_2$  для двух ЭМВ.

Аналитические и численные исследования частотных зависимостей компонентов тензора и их комбинационных составляющих проведены для нескольких дискретных значений концентраций, эффективных частот столкновений частиц, электрических параметрах диэлектрического наполнителя среды, когда  $K_E > 1, K_E < 1, K_\omega < 1$ . Результаты расчетов сравниваются с одночастотным режимом взаимодействия.

Экспериментальные исследования на естественном анизотропном включении, проведенные в КВ диапазоне при  $K_\omega = 10^{-2} - 10^{-3}$ , и в СВЧ диапазоне при  $K_\omega = (1,7 - 3,5)10^{-3}$  качественно подтверждают результаты теоретических исследований.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСПЕРСИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТНОЙ ВОЛНЫ В АНИЗОТРОПНОЙ СРЕДЕ

Д.В.Гололобов

Исследование дисперсионных свойств электромагнитной волны (ЭМВ) в материальной среде позволяет оптимизировать характеристики сигналов при идентификации объектов с различными электро-динамическими параметрами.

В работе исследовался процесс взаимодействия поверхностной волны (ПЭВ) с анизотропной неоднородностью в виде плазменной среды с диэлектрическим наполнителем. Электрические свойства немагнитной среды описываются тензором диэлектрической проницаемости.

На основе аналитических исследований уравнений Максвелла получено дисперсионное уравнение ПЭВ в анизотропной среде в виде полинома 16-й степени с комплексными коэффициентами.

При решении данного уравнения особую трудность вызывает оценка погрешностей вычислений, определяющих достоверность результатов численных исследований. Для исключения данного недостатка, определение корней полинома осуществляется комбинированным методом

(Горнера-Ньютона). Суть метода заключается в следующем: на первом этапе производится построение параболы, проходящей через три произвольные точки; рассчитываются корни параболической кривой, один из которых соответствует корню рассматриваемого полинома; на втором этапе производят уточнение корня по методу Ньютона.

Результаты расчета частотных зависимостей корней полинома позволяют оптимизировать частоты зондирующих сигналов, провести анализ контрастных характеристик исследуемой среды на фоне подстилающей поверхности с конечными электрическими параметрами.

## ПОВЫШЕНИЕ КПД МОЩНЫХ ЛАМП БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ.

**В.В.Саута**

Лампы бегущей волны (ЛБВ) предназначены для усиления электромагнитной волны (ЭМВ) за счет преобразования кинетической энергии специально разгоняемого электронного потока (ЭП). Поток и ЭМВ должны двигаться с близкими скоростями вдоль оси ЛБВ. На первой стадии происходит группировка непрерывного ЭП в сгустки за счет того, что часть электронов попадает в ускоряющую фазу ЭМВ, а другая часть - в тормозящую. На второй стадии к-д.й из сгустков электронов, попав в тормозящую фазу ЭМВ, отдает свою кинетическую энергию, вызывая увеличение амплитуды ЭМВ. Уменьшение продольной скорости ЭМВ до скорости ЭП осуществляется при помощи замедляющей системы (ЗС) в виде регулярной периодической структуры.

В СВЧ технике ЛБВ является классическим прибором с длительным взаимодействием, который характеризуется относительно высокими КПД (порядка 60%) и способностью развивать большую выходную мощность при небольших напряженностях рабочих полей. Однако, в конце зоны отбора энергии ЭП замедляется и выходит из синхронизма с ЭМВ, что ведет к потерям в КПД. Компенсировать потери можно применив нерегулярную ЗС, но это снижает технологичность изделия. Кроме того, формирование электронных сгустков при интенсивных ЭП, применяемых в мощных ЛБВ, затруднено из-за сильного влияния сил кулоновского отталкивания зарядов.

Автором доклада предлагается использовать вращающуюся замедленную бегущую ЭМВ в сочетании со спиралевидным ЭП. Схематично прибор изображен на рисунке 1.



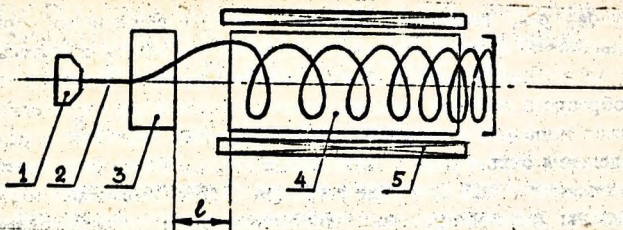


Рис.1

После электронной пушки 1 линейный ЭП 2 проходит через модулятор 3, представляющий собой круглый резонатор с вращающейся волной  $E_{110}$ , и отклоняется от оси симметрии. Затем он попадает в продольное подмагничивающее поле, создаваемое соленойдом 5, и становится спиралевидным. ЭМВ в отбирателе 4 вращается синхронно с ЭМВ в модуляторе, поэтому ЭП влетает в отбиратель всегда в одной и той же фазе. Из-за вращения ЭМВ в поперечном сечении отбирателя всегда присутствует тормозящая фаза. Выбор тормозящей фазы влета для ЭП выполняют подбором расстояния  $l$  между модулятором и отбирателем. Такой механизм не требует предварительной продольной группировки ЭП. Кроме того, изменением величины подмагничивающего поля вдоль оси прибора можно менять соотношение между продольной и поперечной составляющими скоростей ЭП, что позволяет поддерживать синхронизм между ЭП и ЭМВ.

Для проверки предложенных идей разработана трехмерная модель описанной gyro-ЛБВ без учета сил кулоновского взаимодействия. В результате расчетов получены КПД порядка 90-95%.

## АЗОСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

Н.В.Добрунова, П.П.Строкач

Прогрессирующее накопление соединений азота в окружающей среде, особенно в водных источниках, и их удаление является одной из центральных проблем во многих странах мира.

При подготовке воды для хозяйственно-питьевых целей из поверхностных и подземных источников наряду с многими загрязнениями часто приходится удалять азот в виде ионов  $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ . Загрязнение

прудов, рек, колодцев, скважин этими соединениями происходит в большинстве случаев в результате влияния человеческой деятельности.

Основным источником загрязнения водоемов являются минеральные удобрения и сточные воды животноводческих ферм - комплексов. Аммиак может попадать в водоемы с атмосферными осадками в результате его выделения открытыми накопителями навоза. Такие загрязнения водоемов отмечаются в США, в ряде регионов СНГ (Цимлянское водохранилище, водоемы Днепропетровского, Новомосковского, Верхнедвинского районов, республики Беларусь).

Превышение концентрации  $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$  встречается и в артезианской воде Бреста ( $NH_4^+$  - до 2,34 мг/л,  $NO_2^-$  - до 1 мг/л). Согласно ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая" содержание нитратов не должно превышать 45 мг/л. В настоящее время существует множество методик определения азотсодержащих соединений в воде, однако многие из них несовершенны или требуют больших материальных затрат при проведении исследований и времени на проведение контроля. Наряду с известными реагентами получает распространение фотометрические, потенциометрические и мембранные методы.

К более экономичному и эффективному относится метод ионного обмена. Для определения низких концентраций  $NO_2^-$  в воде используется метод, основанный на восстановлении  $NO_2^-$  до  $NO$ , с применением гранулированного кадмия, предварительно обработанного солями меди.

Удаление азота в виде аммиака или хлораминов из природных вод достигается обработкой воды обезвреживающими нетоксичными растворами на основе аминов. Для подготовки воды в пищевой промышленности применяются ионообменные фильтры, загруженные анионитами на основе сополимера - стирола, используются природные сорбенты, например модернит. Существует способ удаления нитратов и нитритов электрохимическим методом в электролизерах. Нитриты удаляются из воды нитрификацией с дальнейшим фильтрованием ее через слой песка, обработанного высшими оксидами марганца.

Исследования литературных источников показывают, что методы удаления азотсодержащих соединений из природных вод в настоящее время изучены недостаточно. Требуются дальнейшие исследования новых и совершенствование существующих технологий удаления из воды азотсодержащих соединений.

## ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОЛИГОФУРФУРИЛОКСИСИЛОКСАНА

**З.К.Зинович, М.О.Протопопова**

Актуальность использования в качестве связующего композиционных материалов для узлов трения, работающих в агрессивных средах, фурановые соединения, в частности олигофурфурилоксисилоксан, характеризующиеся в целом хорошими теплофизическими свойствами и высокой химической стойкостью подчеркивается следующими обстоятельствами. Во-первых, несмотря на значительное число опубликованных за последнее время работ по проблемам увеличения износостойкости и расширения температурных границ работоспособности узлов трения, изученные и описанные в них материалы как на основе термопластичных, так и на основе терморезистивных полимеров не удовлетворяют требований по термостойкости. Во-вторых, используемый олигофурфурилоксисилоксан, синтезированный путем полимеризационных превращений на олигомерной матрице определенного состава, обладает заданным комплексом свойств, а его последующее превращение в полимер допускает контроль за структурой получаемых материалов.

Анализ и оптимизация результатов проведенных исследований по следующим направлениям: 1. влияние предварительной воздушной термообработки полимерного связующего на прочностные и антифрикционные свойства материала; 2. характер изменений физико-механических свойств материала в зависимости от условий и способа его получения - позволили разработать на основе олигофурфурилоксисилоксана термо- и износостойкие антифрикционные материалы, которые могут эксплуатироваться в агрессивных средах.

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

**Н.П.Яловая, П.П.Строкач**

До настоящего времени многие небольшие города, поселки, автономные объекты Беларуси испытывают трудности в обеспечении доброкачественной водой. Хотя большинство центральных коммунальных водопроводов Республики базируется на подземных источниках, имеющих в основном чистые воды, повышенное содержание в них железа (таких вод

около 70%) не даст возможности без предварительного обезжелезивания использовать их для питья и технологических нужд производства. В связи с этим разработка высокоэффективных и экономичных технологий обезжелезивания подземных вод является актуальной.

Нами исследуется технология электрохимического обезжелезивания воды в электролизере с алюминиевым анодом. Выясняется влияние физико-химических и электрических факторов на анодный и катодный процессы. Установлено, что процессу обезжелезивания воды в электролизере способствует ее перемешивание пузырьками выделяющихся на электродах газов, окисление железа анодным кислородом и сорбция его на гидроксиде алюминия. При небольших затратах электроэнергии и расходах электродного материала достигается обезжелезивание воды в соответствии с ГОСТ 2874-83 "Вода питьевая".

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОБЕЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Н.П.Яловая, П.П.Строкач

При подготовке воды для многих производств и питьевых целей к ней предъявляются повышенные требования по содержанию соединений железа.

В настоящее время удаление железа из воды осуществляется аэрированием с последующим фильтрованием, коагулированием, известкованием, катионированием и другими методами. Эффективное обезжелезивание воды достигается электрохимическим коагулированием.

На процесс обезжелезивания оказывают влияние рН воды, ее минерализация и температура, плотность тока, доза алюминия, скорость протока и др. Процесс обезжелезивания зависит от состава и величины находящихся в воде высокодисперсных взвешенных частиц мутности и органических веществ, обуславливающих ее цветность.

Исследования, проведенные на артезианской воде, содержащей 3,2 мг/л железа (II), в электролизере с алюминиевым анодом и катодом из нержавеющей стали, показали возможность глубокого обезжелезивания воды.

При рН исходной воды 6,8, дозе алюминия 0,5 мг/л, плотности тока 0,5 А/см<sup>2</sup> остаточное содержание железа в воде после фильтрования через песчаный фильтр составляло 0,2 мг/л. Установлено также, что в процессе электролиза несколько увеличивается величина рН воды. В данном случае она составила 7,5. Повышение рН воды способствовало более быстрому

окислению железа (II) в железо (III) и удалению из воды свободной угольной кислоты.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕТОСТОЙКОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ АЛКИЛРЕЗОРЦИНФОРМАЛЬДЕГИДНЫМ ОЛИГОМЕРОМ Э.А.Алеевская

Тонкопленочные полимерные покрытия являются наиболее распространенным и эффективным средством декоративной отделки и антикоррозионной защиты строительных материалов и конструкций.

Основной причиной старения и разрушения полимерных покрытий в атмосферных условиях является действие солнечного света, вызывающего иницирование процессов фотоокислительной деструкции. Наиболее интенсивному воздействию солнечного излучения подвергаются поверхностные сравнительно тонкие слои (толщиной 10-15 мкм) полимерных покрытий. Под действием солнечного света происходит разрушение пленок покрытий, приводящее к снижению блеска, изменению цвета, мелению (образованию свободных частиц пигмента на поверхности покрытий) и выветриванию вплоть до полного разрушения покрытия.

Светостойкость играет решающую роль не только в сохранении декоративных свойств, но и в атмосферостойкости полимерных покрытий, так как при разрушении пленок происходит снижение защитных свойств вплоть до полной их потери. Для пигментированных полимерных покрытий в качестве критерия, по которому определяется их стойкость к УФ-излучению может быть выбрана стойкость блеска, по изменению которого можно судить о стойкости пленкообразователя к фотоокислительной деструкции. Изменение блеска служит первым признаком начала разрушения полимерного покрытия. Изменение же цвета связано в основном с процессами химических и кристаллохимических превращений пигментов. С целью ускоренного испытания полимерных покрытий, модифицированных алкилрезорцинформальдегидным олигомером, использовали ртутнокварцевую лампу, хотя она обладает ярко выраженным линейчатым спектром со значительно более коротковолновой УФ-областью, чем в спектре солнечного света.

Исследованные составы полимерных покрытий включали водный дивинилстиролметакриловый полимер, частично конденсированный алкилрезорцинформальдегидный олигомер, отвердитель, катализатор, фотохимически инертный пигмент (диоксид титана рутильной формы), наполнители, загуститель, антиоксидант, целевые добавки и воду.

Облучение полимерных покрытий производили в течение 24 часов. Величину условной светостойкости определяли на компараторе "Радуга", блеск измеряли блескомером ФБ-2.

В результате исследований установлено, что условная светостойкость исследованных покрытий колеблется в пределах 0,80-2,94 %, а изменение блеск (стойкость блеска) не превышает 5%.

В большинстве случаев наиболее высокой светостойкостью обладают покрытия, содержащие повышенное количество диоксида титана рутильной формы. Это подтверждает известные литературные данные об эффективности применения фотохимически инертных пигментов для повышения стойкости покрытий к действию света благодаря их способности поглощать и отражать световое излучение и тем самым в значительной степени экранировать основную массу пленки, за исключением поверхностных слоев.

Стойкость блеска всех полимерных покрытий, модифицированных алкилрезорцинформальдегидным олигомером, свидетельствует об эффективности торможения процессов фотоокислительной деструкции в поверхностном слое пленкообразователя, расположенного над частицами пигментов, толщина которого может составлять 1 мкм.

Высокая светостойкость полимерных покрытий обусловлена еще и тем, что линейные молекулы дивинилстиролметакрилового полимера образуют с модификатором (алкилрезорцинформальдегидным олигомером) упорядоченные пространственные структуры.

## **О ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ И СИНТЕЗА СОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ АРОМАТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ И ФУРАНСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ**

**И.Парсонс, А.В.Воронков**

Из широкого круга известных полимеров ароматические полимеры (АП) выделяются своими эксплуатационными свойствами. Среди АП в настоящее время получило большое развитие использование так называемых инженерных полимеров: поликарбонатов, полисульфонов, поликетонов. Общим для этого класса полимеров является термостабильность, химическая стойкость к воздействию кислот и щелочей, окислительная стабильность и в тоже время отличные механические и электрические свойства.

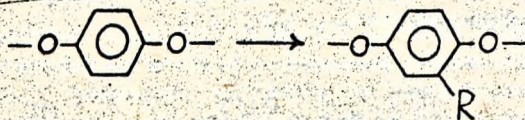
Благодаря хорошей комбинации свойств, АП нашли применение во многих отраслях техники. В том числе были произведены попытки использования их в аэрокосмической промышленности, главным образом как матричные смолы для графитовых и фибриллосодержащих композитов. Однако эти материалы обладают рядом недостатков, которые сдерживают их применение в условиях высокотемпературных и агрессивных сред. Главным являются чувствительность к растворителям, особенно при напряжении, и низкая трещиностойкость при нагрузке в условиях повышенных температур.

Таким образом, несомненный интерес представляет модификация АП с целью устранения недостатков с сохранением других ценных свойств. Одним из путей может быть введение сшивающих групп с получением как смесей, так и химически связанных сополимеров.

Как известно, одним из наиболее реакционноспособных термостойких органических соединений являются фурановые, содержащие фурановый радикал. Последний придает фурановым соединениям способность к легкой радикальной и термической полимеризации с образованием твердых термостойких полимеров. Другим преимуществом этих соединений является их воспроизводимая сырьевая база (отходы слюды), т.е. независимость от нефтяного сырья.

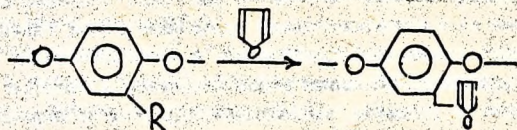
Очевидно, что химическая модификация АП введением фурановых радикалов открывает возможность для множества улучшений, в том числе стабильности к воздействию растворителей и термостойкости. Еще более широкие перспективы открываются при использовании фураносодержащих олигомеров, в частности кремний- и бор-органических, отличающихся исключительно высокой термостойкостью.

Таким образом, четко вырисовывается схема направлений исследования модификации полимеров. По первому направлению исследуется возможность получения механических смесей на базе АП и фураносодержащих олигомеров. Второе направление включает в себя получение на первой стадии функционизированных АП, посредством введения в главную цепь реакционноспособных группировок



где  $R$  -  $SO_3H$ ,  $-NH_2$ ,  $-COOH$ ,  $-Br$

с последующей сополимеризацией с фурановыми соединениями



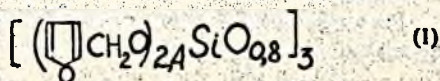
Конечная полимеризация сополимеров должна осуществляться непосредственно на стадии изготовления пластиков и композитов.

### СВЯЗУЮЩЕЕ НА ОСНОВЕ СМЕСЕЙ ПОЛИКАРБОНАТОВ И ФУРФУРИЛОКСИСИЛОКСАНОВ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С УЛУЧШЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Ю.М.Кривогуз, А.В.Воронков, И.Парсонс, Э.С.Зинович,  
С.В.Шлыков

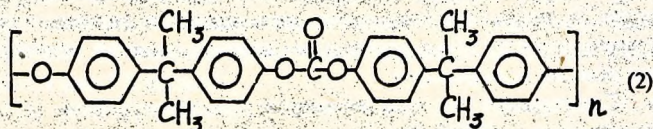
Ароматические полимеры и полимеры на основе фураносодержащих соединений являются довольно различными классами полимеров, обладая каждый в отдельности как положительными свойствами, так и рядом недостатков. В частности, недостатком ароматических полимеров является относительно низкая термостойкость и высокая чувствительность к растворителям. Полимеры на основе фураносодержащих олигомеров, особенно фуранкремнийорганические, являются, как известно, одними из термостойких и химически стойких полимеров. Однако, в связи с большой степенью сшивки они отличаются очень напряженной структурой и связанными с этим низкой трещиностойкостью и адгезией. Естественно было предположить, что физическая модификация фурановых олигомеров ароматическими полимерами должна устранить или по крайней мере уменьшить указанные недостатки.

В качестве фураносодержащего олигомера был выбран хорошо изученный олигофурилоксисилоксан - ОФС 2,4 (1)





В качестве модифицирующих ароматических полимеров были использованы полисульфоны и поликарбонаты. После пробных исследований был выбран бис-фенол А поликарбонат (2), как наиболее совместимый.



Выбор растворителей показал, что наиболее удобными являются хлороформ и хлористый метилен, так как они растворяют оба типа полимеров и являются низкокипящими.

В приготовлении смеси поликарбоната и олигомера определяющим фактором оказалось количественное соотношение двух компонентов и общая концентрация раствора. Было установлено, что максимальная совместимость наблюдалась при следующих количественном соотношении компонентов и общей концентрации раствора: фурансодержащий олигомер: поликарбонат (9:1), общая концентрация раствора- 1,8 кг/л. При отступлении от этих значений наблюдалось расслоение смеси и образование геля.

Из полученных таким образом смесей были приготовлены композиты и произведены их пробные исследования, которые показали существенное увеличение пластичности смеси и адгезию к металлу и стеклу. Таким образом, проведенная работа показала возможность получения механических смесей на базе указанных полимеров и целесообразность их использования для получения композиционных материалов.

## ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПОЛИСУЛЬФОНОВ

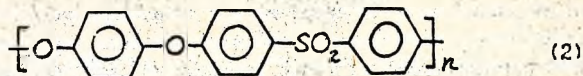
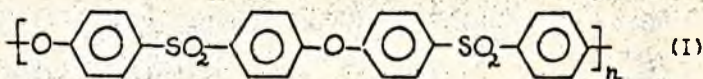
А.В.Воронков, И.Парсонс, З.К.Зинович, Ю.М.Кривогуз

Химические реакции на полимерах являются наиболее активной областью полимерной химии из-за уникальной возможности производства специальных полимеров с требуемыми свойствами. Химическая модификация позволяет вводить функциональные группы в базовые полимеры, делая их тем самым реакционноспособными.

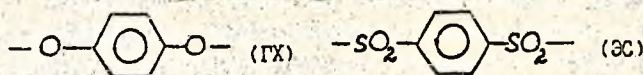
Электрофильная модификация может быть использована для тех полимеров, которые содержат активированные ароматические группы. Полисульфоны (ПС) отвечают этому требованию и, таким образом, были выбраны в качестве объекта модификации.

При функционализации полимеров могут быть использованы: нитрация, бромирование, сульфонация, аминирование, ацилирование и другие реакции. В результате полимерная цепь содержит определенное количество реакционноспособных групп, а сам полимер способен вступать в дальнейшие реакции модификации.

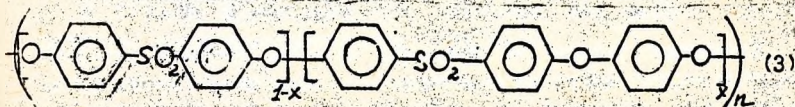
Группу ПС составляют два типа полимеров: полиэфирсульфоны (1) и полиэфирэфирсульфоны - ПЭЭС (2)



Как видно в состав ПС входят два типа повторяющихся единиц: гидрохинонная (ГХ) и эфирсульфонная (ЭС)



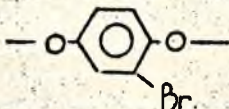
Литературные данные позволяют предположить, что наиболее реакционноспособным является орто-положение ГХ единиц и именно здесь должно в первую очередь происходить замещение. Поэтому для объединения цепей ПЭС и ПЭЭС вначале синтезированы сополимеры ПЭС/ПЭЭС (3), которые и были выбраны базовыми для функционализации.



ПЭС/ПЭЭС были получены по методу полиэфирного синтеза из дихлордифенилсульфона гидрохинона и бисфенола с применением

системы К,СО<sub>2</sub>/ДФС и охарактеризованы элементарным анализом, <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C ЯМР-спектроскопией.

Способом функционализации ПЭС/ПЭЭС сополимеров было выбрано бромирование. Реакция проводилась в растворе брома в хлороформе при комнатной температуре в течение 6 часов. Образовавшийся полимер осадили в метаноле с последующей сушкой (100°C, 20 мм.рт.ст.). Бромированный полимер светлого цвета был подвергнут анализу <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C ЯМР. Анализ подтвердил предположение о замещении только в орто-положении ГХ единиц.



Изменений в других повторяющихся единицах отмечено не было. Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности использования приведенного метода функционализации для синтеза реакционноспособных полимеров, которые могут использоваться как самостоятельно, так и для последующего получения сополимеров с улучшенными свойствами. Полученные результаты показали, что сополимеры, особенно сополимеры ПЭС/ПЭЭС 40%/60%, выгодно отличаются от своих предшественников по механическим и термическим свойствам.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИИ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ АЛКИЛРЕЗОРЦИНФОРМАЛЬДЕГИДНЫМ ОЛИГОМЕРОМ

З.К.Зинович, Э.А.Алеевская

Широкое распространение для антикоррозионной защиты строительных конструкций получили полимерные покрытия, которые служат барьером, ограничивающим доступ агрессивной среды к защищаемой поверхности. Наиболее жесткие требования предъявляются к атмосферостойким полимерным покрытиям, сравнительно тонкие пленки которых должны выполнять не только защитные функции, но и сохранять в процессе эксплуатации высокие декоративные свойства. Бетонные поверхности защищают покрытиями барьерного типа. Их адгезия является

результатом химического взаимодействия материала покрытия с поверхностным слоем бетона, а также механическим заземлением с шероховатой бетонной поверхностью. От величины адгезии зависят механические и защитные свойства полимерных покрытий.

Интерес представляло исследование адгезии к бетонной поверхности полимерных покрытий на основе акриловых полимеров, модифицированных алкилрезорцинформальдегидным олигомером.

Определение адгезии методами параллельных и решетчатых надрезов показало, что она является высокой (балл 1). В результате исследования адгезии количественным методом (путем измерения силы отрыва) установлено, что наибольшей адгезией ( $22,90 \text{ кгс/см}^2$ ) обладают полимерные покрытия с высоким содержанием акрилового полимера (до 60 мас.%). С понижением процентного содержания алкилрезорцинформальдегидного олигомера в составе материала до 4,6 мас. % наблюдается тенденция к снижению величины адгезии до  $15,54 \text{ кгс/см}^2$ . Высокие показатели адгезии полимерных покрытий свидетельствуют о положительном влиянии их модифицирования.

## ЭПОКСИДНОЕ СВЯЗУЮЩЕЕ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**С.В.Шлыков, Л.Ф.Щановская, З.К.Зинович, А.В.Воронков**

Целью настоящего исследования является разработка новых эпоксидных связующих для создания термостойких композиционных материалов.

В качестве исходных компонентов были выбраны фенолфталеин, карборансодержащий двухатомный спирт и эпихлоргидрин. Синтез проводили в присутствии раствора щелочи при нагревании. Продолжительность синтеза определялась соотношением компонентов. С увеличением доли карборансодержащего спирта в исходной смеси время, необходимое для достижения требуемой степени превращения, возрастало, что, очевидно, обусловлено более низкой реакционной способностью данного компонента. Более того, при содержании карборандиола свыше 30% мас. его не удавалось полностью связать в олигомерную структуру. После соответствующей очистки эпоксидное связующее представляло собой прозрачную вязкую жидкость от светло- до темнокоричневого цвета.

На следующем этапе исследовался процесс отвержения полученного олигомера. Отверждение проводили при нагревании в присутствии пиромеллитового ангидрида. Количество отвердителя рассчитывалось по

фактическому эпоксидному числу. Степень отверждения оценивалась по количеству гель-фракции экстракцией ацетоном. Испытания отвержденных полимерных образцов показали, что их прочностные характеристики не уступают известным эпоксидным полимерам, а термостойкость выше на 50-80 градусов.

Однако, введение в полимерную структуру, более 20 % карборановых ядер представляется нецелесообразным, так как эксплуатационные характеристики повышаются незначительно, а технологические сложности существенно возрастают.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

З.К.Зипович, Э.А.Алесвская

За последние годы синтезировано и освоено производство полимеров с разнообразными свойствами. Однако успехи синтеза полимеров не могут удовлетворить все возрастающие требования промышленности в защитных покрытиях и композиционных материалах, обладающих комплексом свойств, которые отвечают современным требованиям. Совмещение полимеров значительно расширяет область применения синтетических материалов. Этот метод дает возможность получать материалы и изделия с нужными свойствами.

Резорцинформальдегидные олигомеры являются активными добавками, значительно влияющими на улучшение свойств исходной системы. Для усиления каучуков и латексов используют не конденсированные в одну стадию смолы, а частично конденсированные олигомеры.

В данной работе проводился сравнительный анализ влияния частично конденсированных алкилрезорцинформальдегидного и резорцинформальдегидного олигомеров на химические свойства наполненных полимерных композиций на основе водных акриловых полимеров.

Модифицирующие добавки содержали 4,2-9,0 мас.% алкилрезорцинформальдегидного либо резорцинформальдегидного олигомера. Кроме того, полимерные композиции включали водный дивинилметилметакриловый полимер, пигменты, наполнители, отвердитель, щелочной катализатор, поверхностно-активное вещество, загуститель и целевые добавки.

Исследования проводились в средах средней степени агрессивности (3%-ный раствор серной кислоты и 10%-ный раствор едкого натра) в течение 14 суток.

Кислотопоглощение полимерных покрытий, модифицированных алкилрезорцинформальдегидным олигомером составило 1,8-3,37%. Покрытия, модифицированные резорцинформальдегидным олигомером, оно несколько ниже - 1,7-2,98%. Во всех случаях цвет и целостность покрытий остались без изменений.

В процессе исследования стойкости полимерных покрытий в воздействию 10%-ного раствора едкого натра установлено, что покрытия, модифицированные резорцинформальдегидным олигомером, обладают несколько меньшим растворопоглощением (3,06-3,70%) по сравнению с покрытиями, модифицированными алкилрезорцинформальдегидным олигомером (3,62-4,23%).

Более низкая химическая стойкость полимерных покрытий, модифицированных алкилрезорцинформальдегидным олигомером, связана видимо с тем, что частично конденсированный алкилрезорцинформальдегидный олигомер содержит в своем составе суммарные алкилрезорцины (алкирез).

По данным хроматографического анализа содержание индивидуальных компонентов в алкирезе достигает 28, в том числе и алкилпроизводные резорцина, содержащие гетероциклический кислород, альфа- и бета-нафены, а также неизвестные алкилпроизводные резорцина.

Неравномерность состава алкилрезорциновой фракции, а также особенности строения индивидуальных алкилрезорцинов, их разная реакционная способность приводят, по-видимому, к некоторому снижению плотности упаковки пространственно сшитого полимера.

Понижение плотности упаковки полимера ведет к снижению химической стойкости материала на его основе.

Несмотря на некоторые различия, химическая стойкость полимерных покрытий, модифицированных алкилрезорцинформальдегидным и резорцинформальдегидным олигомерами достаточно высока, что позволяет использовать их для антикоррозионной защиты неметаллических строительных конструкций, работающих в средах средней степени агрессивности.

## О ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ

О.В.Халецкая, З.К.Зинович

Создание конструкционных материалов на основе полимеров, повышающих долговечность машин, одна из перспективных отраслей машиностроения. Материалы, необходимые для создания узлов трения, должны обладать широким набором свойств: низкий и стабильный коэффициент трения, высокая износостойкость, повышенная теплостойкость и теплопроводность, ударпрочность, стойкость к агрессивным средам и др. Перечисленным требованиям в известной мере удовлетворяют компаунды на основе эпоксидных олигомеров, обладающих достаточной технологичностью, высокой адгезией к подложке и перерабатываемых методом свободного литья. Однако чистые эпоксидные полимеры имеют недостаточную деформационную теплостойкость, обуславливающую во многом их пониженную износостойкость, а высокая начальная вязкость эпоксидных олигомеров затрудняет введение наполнителей.

Таким образом, модификация эпоксидных полимеров является одним из эффективных способов улучшения эксплуатационных и технологических свойств данных материалов. В этой связи заслуживают внимания фурановые соединения, обладающие повышенной термостойкостью и реакционной способностью. Имея ненасыщенный фурановый цикл, фурановые соединения способны образовывать полимеры с плотной пространственной структурой. В результате повышается деформационная теплостойкость и химическая устойчивость материалов на их основе. Перспективность использования производных фурана определяется также неограниченной сырьевой базой (отходы сельскохозяйственных культур и лесотехнической промышленности). Исключительной термостойкостью обладают, кремнийорганические фураносодержащие олигомеры. Их использование открывает широкие возможности в области создания новых антифрикционных материалов.

При создании композиционных материалов нельзя не учитывать роль наполнителя, т.к. наполнение материалов позволяет частично, а иногда и полностью избежать ряда недостатков полимеров, используемых в качестве антифрикционных материалов. Характер взаимодействия наполнителя со связующим на границе полимер-наполнитель определяет механические характеристики композиционного материала.

Активный наполнитель, поверхность которого образует химическую связь с поверхностью полимера представляет особый теоретический и практический интерес.

Таким образом, следует отметить возможность получения эпоксидных олигомеров модифицированных фураносодержащими соединениями с целью получения связующих для композиции с улучшенным комплексом физико-механических и фрикционно-износных свойств, перерабатываемых свободным литьем.

## ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ КОМПОЗИТОВ

**З.К.Зинович, К.Леник, А.В.Воронков, С.В.Шлык, А.Свиць**

Современная техника: авиационная, ракетная, космическая, судостроение, автомобилестроение, химическое машиностроение и др. немислима сейчас без конструкционных высокопрочных полимерных композиционных материалов - полимеров, армированных различного типа волокнами или наполнителями.

Достижения в этих областях техники непосредственно связаны с возросшим их применением и повышением качества полимерных композитов. При создании этих материалов одна из важнейших задач, стоящих перед конструкторами - выбор или разработка полимерной матрицы-связующего, которая бы обеспечивала достижение максимальных прочностных характеристик и удовлетворяла многим другим эксплуатационным и технологическим требованиям. Задача эта чрезвычайно сложная и трудность ее заключается не только в проблемах синтеза полимеров с новыми свойствами, сколько в универсальности предъявляемого к ним комплекса требований, часто противоречащих друг другу.

Сегментные полимеры к настоящему моменту остаются наиболее распространенным классом матриц для композиционных материалов. К ним относятся полимеры, полученные отверждением эпоксидных олигомеров, бор- и кремний содержащие фурановые олигомеры, различные ненасыщенные полиэферы, мочевино фурурольно- фенольные или фенолформальдегидные системы. Преимущества их хорошо известны и могут быть сформулированы достаточно четко: дешевизна исходного сырья (в связи с этим в последние годы новолачные смолы после некоторого забвения выходят по применению на одно из первых мест в группе терморектопластов; или недавно полученные бор- и кремний



содержащие фурановые олигомеры), а также хорошие технологические свойства: низкая вязкость исходного сырья, хорошая адгезия к наполнителям; стабильность размеров конструкционных изделий; повышенная теплостойкость; стойкость в различных средах; атмосферостойкость. Изменением исходных параметров можно широко варьировать свойства конечного продукта- конечные рабочие свойства матрицы такого типа приобретает в процессе отверждения при повышенных температурах, часто в присутствии катализаторов и ускорителей.

К основным недостаткам этого класса матриц следует отнести: хрупкость, низкие вязкость разрушения и ударную прочность (для высокотеплостойких матриц эти недостатки усугубляются), ограниченное время жизни переплета и значительную усадку в большинстве случаев, а также невозможность вторичной переработки.

При создании высокопрочных конструкционных материалов следует обратить внимание на требования не только к матрицам, но и к граничному слою матрица- наполнитель с точки зрения максимальной реализации прочности армирующего материала, условий нагружения, напряженного состояния и непосредственно связана с механизмами разрушения и изменения их при вариации перечисленных факторов. Известно, что в зависимости от конкретного механизма разрушения матрицы и адгезионные взаимодействия по-разному влияют на предельные характеристики изделий и образцов, что в еще большей степени усугубляет сложность проблемы выбора оптимальных матриц.

Около 85% высокопрочных композитов конструкционного назначения работает при температуре не выше 130-150°. Для всех этих изделий самыми распространенными связующими являются эпоксидные и полэфирные смолы, которые имеются в широком ассортименте, удовлетворяют большинству эксплуатационных требований и могут легко перерабатываться на имеющемся оборудовании. Для получения высокотермостойких и химически стойких полимеров нами использовано связующее на основе бор- и кремний содержащих фурановых олигомеров.

Варьирование отвердителей (эпигидриды различных кислот, кислоты Льюиса) и функциональности исходных олигомеров приводит к получению составов различной вязкости и образованию матриц различной структуры с широким спектром свойств. Полимерная сетка названных полимеров представляет собой сложную структуру и изменяя параметры можно регулировать плотность сшивки, а, следовательно, теплостойкость, ударную прочность и другие важные для конструкционных материалов свойства.

Для получения полимеров с требуемым набором свойств широко изучается связь химической структуры со свойствами новых олигомеров.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОСТОЙКОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ

Э.А.Алеевская, З.К.Зинович

Процесс термического старения - это изменение полимеров под действием температуры при отсутствии других внешних факторов. Оно имеет место при получении, переработке и эксплуатации полимерных материалов.

При термическом старении происходит инициирование и развитие химических и физических процессов, ведущих к изменению состава и структуры материала, что в конечном счете приводит к изменению эксплуатационных свойств полимера.

Устойчивость полимерных покрытий на основе дивинилстиролметакрилового полимера, модифицированных алкилрезорцинформальдегидным олигомером изучали на пленках 30x30 мм, нанесенных в 2 слоя на марлевую основу. Температура испытаний составляла  $50 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Полученные результаты свидетельствуют о том, что пленки полимерного материала являются достаточно устойчивыми к тепловому старению. Они не теряют своих свойств при максимальном сроке испытания - 240 часов. В процессе исследований путем сравнения с контрольными образцами определяли стойкость блеска и изменение цвета полимерных покрытий. Кроме того, через каждые 40 часов нагрева наблюдали за эластичностью пленок путем их загиба на  $90^\circ$ .

Пленки исследованных полимерных покрытий, модифицированных алкилрезорцинформальдегидным олигомером, термостабильны, имеют хорошую эластичность, постоянный цвет и блеск (изменение блеска - не более 5%, и практически не изменяются в результате нагрева в течение 240 часов).

## ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА В ПОЛУПРОВОДНИКЕ

М.М.Швец, А.Н.Прокопеня

Основными процессами, определяющими распространение электрического разряда в полупроводнике, являются: а) генерация неравновесных

носителей тока на фронте разряда, приводящая к значительному увеличению проводимости, и б) вытеснение электрического поля на границу области высокой проводимости вследствие максвелловской релаксации. Эти процессы описываются системой дифференциальных уравнений в частных производных, состоящей из уравнения Пуассона и уравнений непрерывности для электронов и дырок. Ввиду неоднородности и нелинейности уравнений получить аналитическое решение системы не представляется возможным. Поэтому в настоящей работе производится численное решение системы дифференциальных уравнений, описывающей развитие разряда со сферического электрода, помещенного в однородный и изотропный полупроводник, при подаче на электрод трапециевидного импульса напряжения.

Численное решение соответствующей системы уравнений проводилось для полупроводника CdS, причем в качестве механизма генерации неравновесных носителей рассматривался туннельный эффект. Расчеты показали, что область сильного поля перемещается от электрода со скоростью  $v \sim 10^6$  м/с. При этом за фронтом разряда остается заряженная область, в которой концентрация электронов проводимости достигает значения  $10^{24}$  м<sup>-3</sup>. Ширина области, в которой напряженность электрического поля достигает значения  $10^8$  В/м и в которой происходит интенсивная генерация неравновесных носителей тока, составляет  $10^{-6}$  м. Максимальное значение напряженности электрического поля при этом равно  $10^9$  В/м.

## К ВОПРОСУ О ПОВЕДЕНИИ ЧАСТИЦ В ПОТОКЕ НАГРЕТОГО ГАЗА

В.Г.Каролинский, М.И.Сазонов, Н.И.Чопчиц

При введении частиц из стекла в виде цилиндра с коэффициентом формы  $K \approx 3$  в поток нагретого газа при  $T=2400$  К происходит нагрев этой частицы и изменение ее формы за счет поверхностных сил натяжения. Целью исследования является вывод параметров, влияющих на время формирования сферических частиц. В работе проведена оценка времени нагрева цилиндрической частицы, что определяется выведенной формулой:

$$\tau_1 = \frac{c\rho r_0^3}{2\lambda}$$

где  $c$  - удельная теплоемкость стекла;  
 $\rho$  - плотность;  $r_0$ , радиус цилиндра;  
 $\lambda$  - коэффициент теплопроводности.

Оценочные расчеты показали, что время нагрева частицы до пластического состояния составляет  $\tau \approx 0,1$  с. При движении данной частицы в потоке нагретого газа происходит формирование частицы в виде шарика.

Рассмотрев энергетические соотношения, нами установлено, что время формирования шарика составляет  $\tau \approx 0,3$  с. Установлено, что при взаимодействии потока газа с сферической частицей за счет сил трения последняя приобретает скорость  $V \approx 20 \pm 75$  м/с. Силы трения определялись по формулам турбулентного обтекания

$$F = 0,1 \pi R^2 \rho_0 v^2,$$

где  $R$  - радиус сферической частицы;

$\rho_0$  - плотность газа;  $v$  - скорость газа.

Оценочные расчеты позволяют рассчитать установку для получения стеклянных шариков сферической формы с использованием плазмотронов.

### ВЛИЯНИЕ СТРИМЕРНОЙ НАКАЧКИ НА ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ МОНОКРИСТАЛЛОВ СУЛЬФИДА КАДМИЯ

А.А.Гладьщук, Ю.П.Ракович, К.И.Русakov, З.В.Русакoвa

При возбуждении стримерных разрядов в полупроводниках импульсами электрического поля в точке подведения электрода возникают микро-растеры и трещины. Предложен метод снижения степени разрушений, основанный на свойстве перехода стримера между различными кристаллическими слоями, а также использовании вспомогательного разрядного промежутка.

Энергия светового импульса стримерного разряда выходит из образца в основном вдоль канала разряда, поэтому спектры фотолюминесценции снимались с точек выхода излучения из образца с целью получения информации о состоянии кристалла после возбуждения в нем нескольких десятков тысяч импульсов излучения.

Установлено, что при воздействии на монокристаллы сульфида кадмия стримерными разрядами с шагом 5 тыс. импульсов интенсивность "зеленой полосы" люминесценции монотонно снижается, а после суммарного воздействия 30 тыс. импульсов происходит перестройка спектра фотолюминесценции. При этом наблюдалось возрастание А - экситона по амплитуде примерно в 10 раз через 15 тысяч импульсов, после чего начиналось уменьшение его амплитуды.

После подачи на кристалл 7 тыс. импульсов поля в спектрах фотолуминесценции CdS появляются узкие линии излучения, которые, вероятно, свидетельствуют о выходе дефектов на поверхность кристалла или вызваны образованием быстрораспадающихся комплексов под действием импульсов электрического поля на кристалл в диэлектрической жидкости.

## О КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ СТРИМЕРНЫХ РАЗРЯДОВ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

В.П.Грибковский, В.В.Паращук, А.Н.Прокопья, К.И.Русаков

Кристаллографическая ориентация стримерных разрядов в полупроводниках до настоящего времени не получила теоретического описания, объясняющего это явление для соединений с различными видами кристаллической решетки. Предложено в качестве одного из факторов, влияющих на ориентацию разрядов в кристаллах, рассматривать взаимодействие типа бегущей волны электромагнитных волн СВЧ-диапазона, возникающих в кристалле под действием возбуждающего импульса, и светового излучения стримерного разряда.

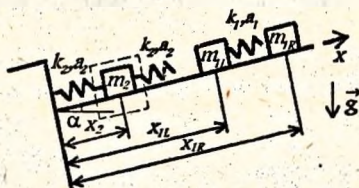
Рассмотрен случай синхронного коллинеарного взаимодействия типа бегущей волны с учетом линейного электрооптического эффекта. Показано, что при возбуждении стримеров в кристалле могут возникать СВЧ-волны и возможна их синхронизация со светом для направлений, совпадающих с ориентацией стримерных разрядов. Обосновано существование трех типов стримеров для гексагональных кристаллов, и направлений типа  $110^\circ$  для кубических кристаллов. Указанные направления зависят от полярности возбуждающих импульсов поля, его величины и размеров кристалла. При малых размерах кристалла возможны значительные изменения направлений синхронизации и их количества, обуславливающие возможность селекции стримерных разрядов.

Опытным путем показано, что с ростом напряженности электрического поля уменьшается чувствительность стримеров к полярности возбуждающего импульса в соответствии с расчетом зависимости направлений синхронизации от величины электрического поля, а также подтвержден пороговый характер стримеров в полупроводниках.

## ДИНАМИЧЕСКИЙ ХАОС ПРИ НЕУПРУГИХ СОУДАРЕНИЯХ.

Н.И. Чопчиц, А.Н.Прокопеня, А.В.Андреев.

При соударении абсолютно упругого цилиндра с абсолютно упругой полубезграничной средой, происходящем в однородном гравитационном поле, обеспечивающем повторение соударений, механическая энергия цилиндра уменьшается, диссипируя в полубезграничную среду в форме упругих волн. Дискретная модель ситуации, допускающая экспериментальную реализацию, показана на рисунке:



Грузы  $m_{1L}$ ,  $m_{1R}$ , соединенные пружиной с коэффициентом упругости  $K_1$  и длиной в недеформированном состоянии  $a_1$ , моделирует цилиндр, а груз массой  $m_2$  с двумя пружинами - полубезграничную среду. Чтобы имитировать унос энергии в полубезграничную среду, используется демпфер с импедансом  $Z$ , при котором демпфер будет согласованной нагрузкой. Система уравнений, описывающая модель, имеет вид:

$$\begin{array}{l} \text{При } x_{1L} - x_2 < a_1 : \\ m_1 \ddot{x}_{1L} = -m_1 g \sin \alpha - k_2(x_{1L} - x_2 - a_2) + k_1(x_{1R} - x_{1L} - a_1) \\ m_1 \ddot{x}_{1R} = -m_1 g \sin \alpha - k_1(x_{1R} - x_{1L} - a_1) \\ m_2 \ddot{x}_2 = -m_2 g \sin \alpha - k_2(x_2 - a_2) + k_2(x_{1L} - x_2 - a_2) - Z \dot{x}_2 \end{array}$$

При  $x_{1L} - x_2 > a_2$ :

$$\begin{array}{l} m_1 \ddot{x}_{1L} = -m_1 g \sin \alpha + k_1(x_{1R} - x_{1L} - a_1) \\ m_1 \ddot{x}_{1R} = -m_1 g \sin \alpha - k_1(x_{1R} - x_{1L} - a_1) \\ m_2 \ddot{x}_2 = -m_2 g \sin \alpha - k_2(x_2 - a_2) - Z \dot{x}_2 \end{array}$$

Анализ решений системы показывает, что при приближении к моменту времени, начиная с которого груз  $m_1$  непрерывно контактирует с пружиной ( $k_1, a_1$ ), система обнаруживает хаотическое поведение с перемежасмостью, что является, по-видимому, простейшим случаем динамического хаоса.

## ВЫНУЖДЕННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ СТРИМЕРНЫХ РАЗРЯДОВ В МОНОКРИСТАЛЛАХ CdTe

Е.В.Луценко

Стримерный способ возбуждения полупроводников является перспективным для создания высоких концентраций неравновесных носителей заряда в каналах стримеров ( $\sim 10^{19} + 10^{20} \text{ см}^{-3}$ ), достаточный для генерации как вдоль, так и поперек канала разряда. Однако в CdTe до сих пор не удалось создать уровень возбуждения в стримерном разряде, достаточный для возникновения генерации [1].

В настоящей работе была получена генерация света в каналах стримерных разрядов в CdTe и изучены условия их возникновения.

Прямолинейные приповерхностные разряды в CdTe возникали при помещении образцов в эфир. Вероятность возбуждения приповерхностных и объемных разрядов зависела от типа диэлектрической жидкости. В серном эфире преимущественно возбуждались объемные разряды, в других жидкостях - как объемные, так и поверхностные разряды.

В спектре фотолюминесценции при высоком уровне импульсного возбуждения ( $0,5 \text{ МВт/см}^2$ ) наблюдалась одна полоса излучения с максимумом 822 нм вблизи края зоны. Спектр стримерной люминесценции при амплитуде возбуждающих импульсов 50 кВ сдвинут в область длинных волн на 10-12 нм.

Сдвиг спектра стримерной люминесценции можно объяснить сужением ширины запрещенной зоны, вследствие экранирования кулоновского потенциала, а более крутое коротковолновое крыло - перепоглощением в объеме кристалла. Сужение ширины запрещенной зоны можно оценить по формуле [2]  $\Delta E_g = e^2 q / \epsilon$ , где  $q$  - дебаевский параметр экранирования. В случае для вырожденной электронно-дырочной плазмы концентрационный сдвиг запрещенной зоны будет представлен выражением:

$$\Delta E_g \approx \frac{2e^2}{\epsilon} \sqrt{\frac{m_{\text{э}} e^2 n^{1/3}}{d^2}}$$

Для концентрации неравновесных носителей заряда в канале стримерного разряда  $\sim 10^{19} \text{ см}^{-3}$ , сдвиг запрещенной зоны относительно уровня возбуждения  $0,5 \text{ МВт/см}^2$  составляет 22 мэВ. В этом случае смещение полосы излучения составит около 12 нм.

С увеличением амплитуды импульсов до 70-80 кВ в картине ближнего поля разрядов CdTe возникали ярко светящиеся точки, интенсивность

излучения которых на несколько порядков превышала общую интенсивность свечения в направленных, перпендикулярных каналах. Спектр излучения таких точек резко сужался и его полуширина составляла  $\sim 4-5$  нм. Дальнее поле излучения имело вид пятна в центре световой картины и полукольца большого диаметра.

На хронограммах импульсов излучения из канала стримера были видны один или несколько световых сигналов с длительностью  $0,1 \pm 1$  нс.

Энергия импульса генерации составляла  $1-2,5$  нДж, мощность  $2,5-10$  Вт.

Из измеренных энергетических характеристик можно оценить концентрацию НИЗ в области генерации. Характерная длина резонатора для генерации вдоль стримерного канала (для CdTe модовая структура проявлялась, однако была недостаточно четкой), оцениваемая по межмодовому расстоянию дает в среднем  $l \approx 40$  мкм [3]. Диаметр области генерации составляет  $1-3$  мкм. Тогда концентрацию неравновесных носителей заряда можно оценить как:  $n \approx 4E/(\pi \cdot d^2 \cdot l \cdot h \cdot \nu)$ . Для  $\lambda = 827$  нм,  $l = 40$  мкм,  $E = 2 \cdot 10^{-4}$  Дж и  $d \sim 2$  мкм получим  $n \approx 7 \cdot 10^{18} + 6 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гладышук А.А., Грибковский В.П., Яблонский Г.П. // ЖПС. 1982. Т.36, С.97.
2. Лысенко В.Г., Ревенко В.И. // Физ. Тверд. Тела, 1978. Т.20, с.2144-2147.
3. Гладышук А.А., Гурский А.Л., Никсенко В.А., Парашук В.В. Яблонский Г.П. // Квантовая электроника. - Т.14, N 10. - С.1983-1985.

## К ВОПРОСУ ОБ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ В ПРОВОДНИКАХ, ПОЛУПРОВОДНИКАХ И ДИЭЛЕКТРИКАХ

А. Г. Паук

В докладе явление электропроводности в проводниках, полупроводниках и диэлектриках рассматривается как движение свободных электронов. Такой подход привычен при рассмотрении проводимости металлов, явления пробоя в диэлектриках, но мало известен при рассмотрении явления проводимости в полупроводниках. Поэтому главное внимание в докладе уделяется электропроводности полупроводников.

Как известно, объяснение работы полевых транзисторов связывается с наличием каналов электропроводности, однако физика процессов в этом



случае остается не ясной, изложенные в литературе модели не позволяют делать анализ практических ситуаций. При этом остается непонятным, какие заряды протекают по каналам. При рассмотрении работы диодов, биполярных транзисторов привлекается иной механизм электропроводности - электронно-дырочный. Однако, он не объясняет ряда экспериментальных результатов, например, микроразмерного пробоя, наличия каналов на поверхности полупроводника, а также двух эффектов, обнаруженных автором доклада, при включении низкоомного сопротивления в цепь база-эмиттер [1]:

1. Эффект изменения времени запаздывания сигнала, проходящего от коллектора до эмиттера и базы, в зависимости от величины коллекторного тока. Абсолютная величина задержки составляет от долей секунды для низкочастотных транзисторов при больших значениях коллекторного тока и до пикосекунд для высокочастотных транзисторов при относительно малых коллекторных токах. Перестройка времени запаздывания возможна на несколько порядков. Такая задержка сигналов существует при любом включении транзистора. Коэффициент передачи задержанного сигнала существенно увеличивается при включении низкоомного сопротивления в цепь база-эмиттер.

2. Эффект увеличения пробивного напряжения  $U_{кз}$  при включении низкоомного сопротивления в цепь база-эмиттер.

За прошедшее время схемные решения, предложенные на основании этих эффектов, нашли широкое применение в схемотехнике импульсных и высокочастотных устройств. Однако, дискуссии по физике обнаруженных эффектов не было, хотя предложенная автором трактовка противоречит известным теоретическим моделям проводимости полупроводниковых материалов.

Работа полупроводниковых приборов в [1] определяется каналами проводимости, в которых свободные электроны передвигаются под воздействием внешнего электрического поля. Взаимодействие нитей проводимости определяет все характеристики полупроводниковых приборов.

### Литература.

1. Благовещенский М. В., Паук А. Г. Экспериментальное исследование биполярного транзистора при включении в цепь эмиттер-база низкоомного сопротивления. - "Радиотехника", 1981, номер 4.

## К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ИНДУКЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ С ПОМОЩЬЮ ТАНГЕНС-ГАЛЬВАНОМЕТРА

Н.И.Чопчиц, Г.С.Кандилян, В.Я.Хуснутдинова,  
Л.Н.Яромская, И.Н.Прокопеня

Стандартная методика определения горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли основана на предположении, что вследствие малости длины магнитной стрелки по сравнению с радиусом витка, создающего магнитное поле, стрелка устанавливается вдоль результирующего вектора магнитной индукции в центре витка. В реальных установках принятие этого условия может привести к относительной погрешности ~20%. Представляется естественной поэтому разработка методики учета конечности длины стрелки в данном методе. Пусть  $dp_m$  - магнитный момент элемента длины стрелки,  $B_h$  - горизонтальная составляющая магнитной индукции Земли,  $\alpha_0$  - угол между плоскостью магнитного меридиана и осью стрелки, находящейся в равновесном состоянии,  $\alpha$  - угол между вектором магнитной индукции поля витка и магнитным меридианом (он изменяется по длине стрелки). Тогда условие равновесия стрелки можно записать в виде

$$B_h \sin \alpha \int dp_m = \int B \sin(\alpha - \alpha_0) dp_m,$$

где интегрирование проводится по всей длине стрелки. Отсюда легко получить следующее выражение для  $\tan \alpha$ :  $\tan \alpha = \frac{A}{1+C}$ , (1) где

$A, C$  - некоторые константы. Для точечной стрелки, находящейся в центре витка,  $C = C_0 = 0$ ,  $A = A_0 = \frac{\mu_0 J}{2RB_h}$ . Анализ выражений для  $A$  и  $C$  показывает, что для стрелки конечной длины  $l$  отличие значений  $A$  и  $C$  от значений  $A_0$  и  $C_0$  имеет порядок  $\left(\frac{l}{R}\right)^2$ . Это открывает возможность определения  $B_h$  в указанном приближении путем выравнивания экспериментальных точек в соответствии с зависимостью (1).

## К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В ТЕЛАХ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ПРИ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ НАГРЕВА

В.И. Гладковский, В.Г. Каролинский, В.Ф. Коцдратюк,  
А.Е. Крушевский, М.И. Сазонов

Из практики упрочнения поверхности деталей посредством плазменно-ионного нанесения различных износостойких покрытий известно, что при длительном режиме нагрева и постоянном токе дуги в объекте упрочнения появляются недопустимые тепловые нагрузки, вследствие которых он теряет свои прочностные и износостойкие характеристики

С целью преодоления указанного недостатка необходимо применять так называемый режим термоциклирования, т.е. регулировать время нагрева и остывания объекта упрочнения посредством кратковременного включения и выключения дуги. Это обеспечит равномерное распределение температурного поля по поверхности объекта упрочнения. Однако в этом случае перед исследователями встает задача оптимизации режима термоциклирования, так как очевидно, что в технологическом производственном процессе при большой мощности дуги невозможно достичь состояния равномерного распределения температуры во всем объеме объекта упрочнения. Следовательно, с целью повышения производительности установки желательно время остывания объекта упрочнения сократить до минимума. Однако в этом случае при расчете повторного цикла нагрева объекта упрочнения приходится сталкиваться с нелинейной краевой задачей, решение которой еще более усложняется при попытке учета лучистого теплообмена неравномерно нагретого тела. По всей видимости единственно разумным выходом в создавшейся ситуации является проведение вычислительного эксперимента, в основе которого лежит численный расчет соответствующей нестационарной нелинейной краевой задачи с применением в последующем процедуры оптимизации режима теплового нагрева.

## К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ТЕРМОНАПРЯЖЕНИЙ ВАРИАЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

В.И. Гладковский, В.Г. Каролинский, В.Ф. Кондратюк,  
А.Е. Крушевский, М.И. Сазонов

При воздействии высоких температур на деталь возникают значительные деформации последней, что чревато недопустимым изменением ее первоначальных геометрических параметров и механических свойств. В данной работе приведен алгоритм расчета термонапряжений на основе принципа Лагранжа. Этот алгоритм позволяет производить расчет конструкций сложной пространственной конфигурации.

Вариационное уравнение Лагранжа выражает собой равенство нулю работы внутренних и внешних сил на возможных перемещениях

$$\int_V (\operatorname{div} T + \bar{K}) \cdot \delta \bar{u} dV - \int_S (\bar{\sigma} \cdot T - F_s) \delta \bar{u} dA = 0,$$

где  $T$  - тензор напряжений;  $\bar{K}, F_s$  - векторы объемных и поверхностных сил;  $\delta \bar{u}$  - вектор возможных перемещений;  $\bar{\sigma}$  - единичный вектор нормали к поверхности тела. Вектор смещений  $\delta \bar{u}$  удобно аппроксимировать стандартными степенными рядами с неизвестными постоянными коэффициентами.

При заданном законе изменения температуры на поверхности уравнения внутренних связей не будут содержать температурных членов, а обобщенные силы определяются формулами:

$$T_p = \int_V B \tau \varphi_p dV, \quad T_D = \int_V B \tau \psi_D dV, \quad T_A = \int_V B \tau \varphi_A dV.$$

Если известен закон изменения температуры внутри объема, то свободные члены вариационных уравнений вычисляются по формулам:

$$T_p = \int_V B \tau \frac{\partial \varphi_p}{\partial x} dV, \quad T_D = \int_V B \tau \frac{\partial \psi_D}{\partial y} dV, \quad T_A = \int_V B \tau \frac{\partial \varphi_A}{\partial z} dV.$$

где  $T_p, T_D, T_A$  - обобщенные силы, вызываемые температурной нагрузкой;  $B = 2G\alpha \frac{1+\nu}{1-2\nu}$ ,  $\nu$  - коэффициент Пуассона;  $G$  - модуль сдвига;

$\alpha$  - коэффициент линейного расширения;  $\varphi, \psi, f$  - координатные функции;  $V$  - объем, в котором приложена температурная нагрузка.

Внутренние связи в этом случае будут содержать температурные члены.

Указанные выше интегралы будут вычисляться в смысле Стильтеса, если температурная нагрузка будет сосредоточена в точке.

Свободные члены вариационных уравнений можно вычислить через подводимую теплоту  $Q$ , которая выражается следующим образом:

$$Q = c m \tau = c \rho \Delta V \tau,$$

где  $c$  - удельная теплоемкость;  $m$  - масса элемента объема;  $\rho$  - плотность материала;  $\tau$  - изменение температуры элемента объема, которая определяется так:

$$\tau = \frac{Q}{c \rho \Delta V}.$$

В этом случае формулы для обобщенных сил примут вид:

$$T_x = B \frac{Q}{c \rho \Delta V} \frac{\partial \varphi}{\partial x}, \quad \Delta V = \frac{B Q \partial \varphi}{c \rho \frac{\partial \varphi}{\partial x}}, \quad T_y = \frac{B Q \partial \psi_y}{c \rho \frac{\partial \psi_y}{\partial y}},$$

$$T_z = \frac{B Q \partial f_z}{c \rho \frac{\partial f_z}{\partial z}}.$$

где  $x, y, z$  - координаты точки приложения температурной нагрузки. Для сравнительной оценки различных конструктивных вариантов от влияния температуры для поверхностной и для объемной нагрузки можно положить равными единице.

Изложенная методика была опробована при расчете сложных корпусных деталей, что позволило сделать вывод о ее высокой эффективности.

## УЛУЧШЕНИЕ, ПУТЕМ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ, МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗДЕЛИЙ ИЗ АБС

К.Кушевски, А.Малишевски

АБС является терполимером состоящим из : акрилонитрила, бутадеиа, стирола. Применяется для конструктивных изделий.

Для исследований применен АБС с торговым названием socolac (фирмы Borg-Warner Chemikalis) в форме гранулята предназначенного для

литья под давлением. Гранулят подвергнут предварительной термической обработке - сушке при температуре 80°C в течение 3,5 ч. Испытательные образцы выполнены на литьевом прессе для следующих параметров инъекции:

- температура сопла - 220°C,
- температура формы - 50°C,
- давление инъекции - 100 МПа,
- продолжительность цикла инъекции - 50 с.

Полученные образцы подвергнуты термической обработке - отжигу, при следующих параметрах:

№ п/п	Вид термической обработки	Темп.термической обработки °С	Время выдержки ч.	Скорость нагрева °С/с	Скорость охлаждения °С/с	Средства нагрева и охлаждения
1	отжиг	80	2	0,0667	0,0167	воздух
2	- " -	30	1	0,0667	0,0167	- " -
3	- " -	70	2	0,0833	0,0278	- " -
4	- " -	70	1	0,0833	0,0278	- " -
5	- " -	50	1	0,0833	0,0250	- " -

Проверено, согласно PN-84/C-89030, твердость образцов до и после термической обработки, а также сопротивление на статическое растяжение согласно PN-81/C-89034/

## ASPEKTY NIEPOTWARZALNOŚCI PRACY APARATURY WTRYSKOWEJ SILNIKA O ZAPŁONIE SAMOCZYNNYM Z. S.

T. Czaj

Silnik wysokooprężny na długo pozostanie powszechnie stosowanym wielocelowym źródłem energii. Ze wzrostem wymagań stawianych nowoczesnemu silnikowi o zapłonie samoczynnym Z.S. rośnie zainteresowanie badaczy aparaturą paliwową. Wyrażną potrzebą zajęcia się szczególnie problematyką zasilania silników wysokoprężnych wynika nie tylko z ogólnego postępu techniki, lecz przede wszystkim z ograniczeń ekologicznych mających na celu:

- ograniczenie emisji związków toksycznych w spalinach,
  - obniżenie poziomu hałasu,
  - wykorzystanie alternatywnych paliw silnikowych (ograniczone zasoby paliw kopalnych).
- W celu sprostanania coraz to ostrzejszym normom ekologicznym, oraz polepszeniu wskaźników techniczno-ekonomicznych silników o Z.S. we współczesnej technice stosuje się:

- kontrolowane zawirowania w cylindrze oraz turbulizację ładunku (4 zawory na cylinder),
- sterowany elektronicznie wtrysk paliwa,
- wysokie ciśnienia i duże prędkości wtrysku paliwa,
- krótkie przewody wtryskowe lub nawet pompowtryskiwacze,
- odpowiednie ukształtowanie przestrzeni spalania,
- kontrolowane doładowanie i chłodzenie powietrza doładowania,
- opóźnienie zapłonu (spalanie dwustopniowe przez co uzyskuje się zasadę uwarstwienia ładunku co pozwala zmniejszyć emisję NOx, CO i CH),
- paliwa o wymaganych właściwościach fizykochemicznych.

Ponadto do prawidłowego wypełnienia postawionych wyżej postulatów potrzebny jest sprawny technicznie i wysoce niezawodny układ zasilający, który zapewni:

- prawidłowy przebieg charakterystyki wtrysku,
- równomierny i powtarzalny rozkład dawki wtryskiwanego paliwa,
- powtarzalny czas trwania cyklu,
- stałe ciśnienie otwarcia wtryskiwacza i ciśnienie szczytowe w przewodzie wtryskowym.

W praktyce, mimo zastosowania nowych rozwiązań technicznych aparatury wtryskowej (elektroniczne systemy sterowania wtryskiem paliwa) mamy do czynienia z zagadnieniami niepewtarzalności niektórych parametrów wtrysku. A ściślej mówiąc z: niepewtarzalnością wymiarów geometrycznych, powodującą niepewtarzalność dawkowania rzędowych pomp wtryskowych i z niepewtarzalnością zjawisk przepływowych stanowiącą o niepewtarzalności zmian ciśnienia w przewodzie wtryskowym.

Niepewtarzalność dawkowania rzędowych pomp wtryskowych brana jest pod uwagę jedynie jako nierównomierność parametru wtrysku pomiędzy poszczególnymi sekcjami (cylindrami) w tym samym silniku i wynika z: niedokładności regulacji, dużej tolerancji wykonania i zużycia poszczególnych elementów aparatury wtryskowej. (Niepewtarzalność tę można wyeliminować stosując pompy wtryskowe rozdzielaczowe).

Niepewtarzalność zmian ciśnienia paliwa w przewodzie wtryskowym definiowana jest jako czasowa niepewtarzalność i wynika z zakłóceń w pracy aparatury wtryskowej spowodowanych falowym charakterem przepływu paliwa w obwodach wtryskowych. Po mimo regularnego powtarzania się cykli pracy sekcji tłocznej, zjawiska hydrodynamiczne powodują w każdym procesie doprowadzania paliwa przez przewód do wtryskiwacza zmienny stan przepływu. Próby sprecyzowania zagadnień falowych, celem powiązania ich z zagadnieniem niepewtarzalności zmian ciśnienia paliwa pozwoliły stwierdzić.

Podczas zamykania przez przesuwający tłok otworu wlotowego sekcji tłoczącej powstają uderzenia hydrauliczne przenoszące się na cały układ. Drgania w przewodach wtryskowych powstają na skutek zmian objętości paliwa zakumulowanego między pompą wtryskową a rozpylaczem paliwa, odpowiednio do zmian ciśnienia w przewodzie wtryskowym.

Częstotliwość i amplituda drgań w przewodach wtryskowych zależy od masy i ściśloności zakumulowanego paliwa. Drgania te wywołują fale ciśnień przebiegające w kierunku wtryskiwaczy z prędkością około 4,5 raza większą niż prędkość dźwięku w powietrzu. W zależności od stanu pracy wtryskiwaczy wywołują one różnego rodzaju reakcje:

- jeśli rozpylacz jest otwarty, to ilość wypływającego paliwa będzie większa niż ilość paliwa napływającego, powstanie wówczas fala obciążenia biegnąca w kierunku pompy wtryskowej;
- jeżeli rozpylacz jest zamknięty, to fala biegnąca w przeciwnym kierunku, odbita od rozpylacza, powoduje cofanie i sprężanie paliwa w przewodach wtryskowych; prowadzi to do zwiększenia średniego ciśnienia.

Należy jednocześnie dodać, że długość przewodów wtryskowych wpływa detydująco na całkowitą objętość układu wtryskowego i związaną z nią wielkość sprężystych odkształceń słupa paliwa w układzie wtryskowym.

Wszystkie mechanizmy wymienione powyżej uznano za jedne z przyczyn powstawania zjawiska niepewtarzalności zmian ciśnienia w przewodach wtryskowych. Ponadto ustalono, że na niepewtarzalność procesów wtryskowych mają także wpływ:

- temperatura zasilającego paliwa,
- własności fizykochemiczne paliwa,
- dawka podawanego paliwa przez sekcje tłoczącą,
- ciśnienie otwarcia wtryskiwacza,
- prędkość obrotowa pompy wtryskowej,
- stan dotarcia pompy wtryskowej,
- stan techniczny aparatury wtryskowej.

Ujęte w niniejszym opracowaniu zagadnienia niepewtarzalności pracy aparatury wtryskowej wpływają ujemnie na poprawność pracy silników o zaplonie samoczynnym (nierównomierność pracy) oraz wpływają niekorzystnie na zużycie paliwa, emisję szkodliwych związków i hałas. Konieczne zatem wydają się badania nad wyjaśnieniem wszystkich aspektów niepewtarzalności prac aparatury wtryskowej a co za tym idzie wyeliminowanie lub zminimalizowanie następstw tego zjawiska.

Tematyka ta jest poruszana na zjeździe z maszynoznawstwa celem zasygnalizowania i przybliżenia studentom problemów natury techniczno-ekologicznej oraz pokazania osiągnięć nauki w dziedzinie budowy i eksploatacji silników spalinowych.

#### Literatura:

- Wajand J.A.; Zbiński K. : Wtrysk paliwa czasowa i geometryczna niepewtarzalność AUTO-Technika Motoryzacyjna, nr 6/1988
- Lotko W. ;Wieczorek D. : Komputerowe wspomaganie metody określania wskaźnika niepewtarzalności wtrysku,
- Kowalczyk A. : Systemy spalania szybkoobrotowych tłokowych silników spalinowych. WKŁ Warszawa 1990.
- Czaj T. : Analiza wpływu docierania wybranego typu pompy wtryskowej rzędowej na wskaźnik niepewtarzalności wtrysku paliwa. Praca dyplomowa. WSI Radom 1993.



Тезисы докладов  
XXI научно-технической конференции в рамках проблемы  
"Наука и мир "

Часть I

Ответственный за выпуск: Шведовский П.В.

Редактор: Строкач Т.В.

Подписано к печати 10.11.94. Печать офсетная.

Бумага писчая № 1. Формат 60×84. 1/16. Усл. печ. л. 7,0

УЧ, изд. л. 7,5. Заказ № 473. Тираж 150 экз. Цена договорная.

Отпечатано на ротапринтере Брестского политехнического института.

224017, г. Брест, ул. Московская, 267.