

На правах рукописи



РЫКОВ ВЛАДИМИР ТИХОНОВИЧ

**МЕТОДИКА КОРРЕКТИРОВКИ
БАЗОВЫХ ЗНАНИЙ ПО ФИЗИКЕ**

13.00.02 теория и методика обучения и воспитания
(физика в общеобразовательной и высшей школе)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Томск – 2003

Работа выполнена в Кубанском государственном университете

Научный руководитель: доктор физико-математических наук,
профессор Чижиков Владимир Иванович

Официальные оппоненты: доктор педагогических наук, профессор
Новожилов Эдуард Дмитриевич
доктор физико-математических наук, профессор
Копытов Геннадий Филиппович

Ведущая организация: Ростовский государственный
педагогический университет

Защита состоится « 9 » октября 2003 года в 14 часов на заседании
диссертационного совета К 212.266.01 в Томском государственном
педагогическом университете по адресу: 634041, г. Томск, пр.
Комсомольский, 75

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Томского
государственного педагогического университета по адресу: 634041, г.
Томск, Комсомольский пр., 75

Автореферат разослан « 8 » сентября 2003 года

Ученый секретарь
диссертационного совета



Румбешта Е. А.

Актуальность исследования. Основное противоречие обучения – противоречие между постоянно усложняющимися требованиями к учащимся и их реальными возможностями (знаниями, умениями, навыками) в условиях коллективного обучения порождает новое противоречие. Это противоречие между индивидуальным проявлением самого основного противоречия и коллективным методом обучения.

При работе с коллективом учащихся приходится исходить из некоторых предположений об исходном состоянии коллектива как некоего усредненного индивида, обладающего определенным набором знаний и навыков – *базовых знаний*. В вузе этот базовый набор весьма обширен и охватывает весь период обучения – от школы до предыдущих семестров вуза. При разработке модели обучения предполагается, что обучаемый коллектив, пройдя через сито различных экзаменационных испытаний, приобретает некоторую однородность, точнее, уровень базовых знаний, необходимых для освоения нового предмета, у всех не опускается ниже некоторой критической отметки, за которой понимание нового предмета оказывается невозможным. Однако можно указать множество причин, по которым даже тщательное «просивание» не обеспечивает желаемую однородность базовых знаний.

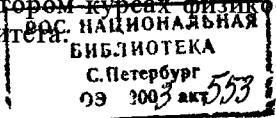
Разрабатываемые в последнее время различные технологии и системы обучения (модульные, модульно-рейтинговые и т.п.), направленные на повышение эффективности обучения путем явной или неявной индивидуализации, в качестве основной трудности рассматривают личностные особенности восприятия и усвоения. Отсутствие необходимых базовых знаний у конкретного учащегося, его неподготовленность во внимание не принимается. Между тем, никакие технологические цепочки (многократное повторение, контрольные вопросы) не в состоянии восполнить пробелы предыдущего обучения, а без этого невозможно обеспечить соответствие процесса обучения современной парадигме образования.

Возникает задача разработки такой методики преподавания, в которой противоречие между индивидуальной базовой подготовкой учащихся и требуемым для усвоения новой дисциплины уровнем знаний являлось бы не тормозом, а движущей силой обучения.

Актуальность исследования представляется еще более очевидной, если речь идет о теоретической физике, требующей глубоких знаний в различных областях физики и математики.

Все вышесказанное определило **цель исследования**: разработка научно-методических основ коррективы базовых знаний по физике в условиях коллективного обучения с использованием традиционных и информационных технологий.

Объектом исследования явился процесс преподавания дисциплин физико-математического цикла на первом и втором курсах физико-математического факультета Кубанского государственного университета.



Предмет исследования – разработка методики корректировки неоднородных базовых знаний студентов по физике и математике при изучении курсов теоретической механики и основ механики сплошной среды (ТМ и ОмСС) на основе традиционных и компьютерных технологий.

Гипотеза исследования. Если организовать учебный процесс (лекционные и практические занятия, контрольные работы), разработать учебные и методические пособия с учетом необходимости корректировки базовых знаний и создать основу для самостоятельной работы студентов в виде электронного дидактического комплекса (ЭДК), то это будет способствовать повышению эффективности обучения ТМ и ОмСС.

Сформулированная гипотеза определила задачи исследования:

- проанализировать инновационный процесс в области преподавания физики, определить основные направления его развития, роль и место задачи корректировки базовых знаний в инновационном процессе;
- исследовать задачи и проблемы использования информационных технологий в развитии методов обучения физике;
- проанализировать причины возникновения дефицита базовых знаний по физике и определить пути его устранения;
- разработать методику корректировки базовых знаний в рамках традиционных технологий (лекционные и практические занятия, контрольные работы, учебные и методические пособия);
- разработать научно-методические основы конструирования ЭДК и его компонентов;
- разработать научно-методические основы подготовки тестовых заданий для автоматизированного итогового контроля знаний;
- подготовить тестовые задания для итогового контроля по ТМ и ОмСС и проверить эффективность комплексного контроля знаний;
- разработать базовую модель информационно-обучающей составляющей ЭДК.

Методологическую основу исследования составили:

- работы по анализу инновационного процесса в педагогике (Арпатов А.А., Бордовский В.А., Гамилов Г.С., Довга Г.В., Кузнецова Л.М., Кузнецов Н.К., Садым В.А., Соколов В.И.);
- работы по разработке научно методических основ применения информационных технологий в обучении (Безрядин Н.Н., Бельченко В.Е., Бирюков Б.В., Бовкун О.М., Гасанов Н.Г., Готская И.Б., Грошев И., Карпенко А.В., Катадинский А.И., Макарова Н.В., Маркова И.В., Околелов О. П., Соловов А.В., Шапошникова Т.Л.);
- работы по методологии педагогических исследований (Исаев И.Ф., Сластенин В.А., Шиянов Е.Н.).

Для решения поставленных задач использовались следующие методы.

1. Теоретические: анализ процессов, приводящих к усилению неоднородности базовых знаний по физике и математике; выявление

недостатков в традиционных методиках формирования базовых для ТМ и ОМСС понятий; анализ методов повышения активности студентов в решении задачи ликвидации личного дефицита необходимых знаний; анализ методики проведения лекционных и практических занятий с целью дополнения их методами корректировки базовых знаний; анализ возможностей информационных технологий в применении к задаче корректировки базовых знаний по физике.

2. Эмпирические: индивидуальное собеседование; анализ ошибок, допускаемых студентами при решении задач на практических занятиях, в домашних заданиях и контрольных работах; проверка эффективности разрабатываемой методики на основе анализа статистических данных; проверка валидности тестовых заданий путем сравнения с другими формами оценки знаний; анализ причин несоответствия компьютерных оценок результатам комплексного итогового контроля знаний.

Этапы исследования. 1992–1994 годы – первый этап – теоретическое и экспериментальное исследование процесса преподавания дисциплин физико-математического цикла на физико-техническом факультете Кубанского госуниверситета. Анализ методик изложения базовых понятий в курсе физики средней общеобразовательной школы. Беседы со студентами, учителями физики на курсах повышения квалификации, учащимися средних школ на олимпиадах различного уровня, слушателями университета старших классов и центров дополнительного образования. Поиск эффективных методик компактного изложения базовых понятий ТМ и ОМСС, нуждающихся в корректировке.

Этап второй – с 1995 г. по 1998 г. Внедрение методики корректировки базовых знаний по физике в рамках традиционных технологий на лекционных и практических занятиях, с помощью контрольных работ. Подготовка и издание методического пособия, призванного облегчить студентам определение реального состояния их базовых знаний. Издание учебных пособий, направленных на корректировку базовых знаний в курсе элементарной физики (механика) и в курсе векторного и тензорного анализа. Исследование возможных путей повышения эффективности корректировки базовых знаний по физике с помощью информационных технологий.

Третий этап. Проверка эффективности методики корректировки базовых знаний в рамках традиционных технологий. Разработка научно-методических основ использования информационных технологий для решения задачи корректировки базовых знаний по физике. Разработка методики подготовки заданий для автоматизированного итогового контроля знаний по ТМ и ОМСС. Подготовка содержательной части информационно-обучающей составляющей ЭДК. Разработка методических основ ЭДК и отдельных его элементов. Подготовка сценариев для отдельных учебных элементов (УЭ).

Базы исследования. Кубанский государственный университет (КубГУ), Кубанский государственный технологический университет (КубГТУ), Краснодарский экспериментальный центр развития образования (КЭЦРО), Краснодарский институт подготовки и переподготовки педагогических кадров (ИППК), Центр дополнительного образования (ЦДО), средняя школа № 4 с физико-математическим уклоном, частная школа № 1 г. Краснодара.

Научная новизна и теоретическая значимость.

1. Определено понятие «базовые знания» и обоснована необходимость учета их неоднородности при разработке методики коллективного обучения ТМ и ОМСС
2. Теоретически обоснована методика корректировки базовых знаний по физике в рамках традиционных и информационных технологий.
3. Дано теоретическое обоснование методики подготовки заданий для автоматизированного итогового контроля знаний по ТМ и ОМСС.
4. Обоснована целесообразность использования комбинированного метода итогового контроля, представляющего собой объединение трех форм: компьютерный контроль, письменный экзамен и собеседование.
5. Разработаны научно-методические основы информационно-обучающей составляющей ЭДК: справочная информация (справочник), сведения о методах получения конечных знаний (учебник) и подробное разъяснение применения методов (виртуальный урок).
6. Получила научно-методическое обоснование структура информационно-обучающего блока, в основе которого лежит имитация выполнения фундаментального физического эксперимента, позволяющего осуществлять интеграцию ТМ и ОМСС с другими предметами.

Практическая значимость работы.

1. Выделены базовые знания, необходимые для освоения курса ТМ и ОМСС, и базовые знания, формируемые в процессе изучения этого курса.
2. Разработана методика корректировки базовых знаний на лекционных и практических занятиях, с помощью контрольных работ, методических и учебных пособий.
3. Изданы: методическое пособие по ТМ и ОМСС и учебное пособие по ОМСС (последнее имеет гриф УМО), учитывающие задачи корректировки базовых знаний.
4. Разработаны методы использования информационных технологий для решения задачи корректировки базовых знаний.
5. Определен базовый состав электронного дидактического комплекса (ЭДК), объединяющего в себе электронные средства итогового контроля знаний по ТМ и ОМСС и информационно-обучающую компоненту.
6. Разработаны программные средства итогового контроля знаний по ТМ и ОМСС.

7. Разработана методика формирования заданий для автоматизированного итогового контроля знаний по ТМ и ОМСС, учитывающая особенности задач контроля по этой дисциплине (и по теоретической физике вообще).

8. Подготовлен предлагаемый студентам в электронном варианте полный набор тестовых заданий по ТМ и ОМСС, обеспечивающий эффективную подготовку студентов к итоговому экзамену.

9. Написаны подробные сценарии виртуальных уроков для объяснения некоторых базовых понятий, традиционная методика изложения которых приводит к неправильному их пониманию (связь компонент вектора с процедурой измерения, понятие давления).

10. Реализован блок с имитацией выполнения опыта Резерфорда, связывающий теоретическую механику с атомной и ядерной физикой и квантовой механикой.

Результаты исследования внедрены в учебный процесс физико-технического факультета Кубанского госуниверситета, опубликованы в центральной и региональной печати, обсуждались на региональных, всероссийских и международных научных и научно-практических конференциях.

На защиту выносятся:

– методика корректировки базовых знаний в рамках традиционных технологий обучения (на практических и лекционных занятиях по ТМ и ОМСС, с помощью контрольных заданий, методических и учебных пособий);

– методика подготовки заданий для автоматизированного контроля знаний;

– методика создания и использования для корректировки базовых знаний электронного дидактического комплекса;

– методика интеграции ТМ и ОМСС с другими разделами физики на основе программ имитации выполнения фундаментального физического эксперимента.

Апробация результатов работы. Основные результаты работы опубликованы в центральной печати (депонированы в ИТОП РАО и опубликованы в сборниках научных трудов РГПУ им. Герцена, С.-Петербург), в региональной печати (издательство КЭЦРО, ОИПЦ «Перспективы образования», г. Краснодар), доложены на региональных научно-практических конференциях (3-я научно-методическая межвузовская конференция, Краснодар, КВАИ, 2001), на всероссийских научных и научно-методических конференциях (V, VI и VII научно-практические конференции, Краснодар, КубГТУ, 1999, 2000 и 2001, V научно-практическая, Краснодар, КубГУ, 2000), международных конференциях (Чернигов, ОИППРО, 1996, «Человек в информационном пространстве», Краснодар, 2000, VI международной конференции

«Экология и здоровье. Экологическое образование. Математические модели и информационные технологии», Краснодар, 2001»).

Результаты работы использовались при разработке методики проведения лекционных и практических занятий по ТМ и ОМСС, ориентированных на корректировку базовых знаний, при разработке контрольных заданий и подготовке методического пособия по ТМ и ОМСС и учебного пособия по ОМСС. Методика использования для итогового контроля знаний по ТМ и ОМСС компьютерного тестирования основана на результатах анализа эффективности методик, разработанных для традиционных технологий. Разрабатываемый электронный дидактический комплекс является естественным развитием методики корректировки базовых знаний при обучении с помощью традиционных технологий.

Публикации. Основное содержание диссертации опубликовано в 27 работах, в том числе 4 учебных пособия (2 из них имеют гриф УМС УМО университетов о допуске в качестве учебного пособия), 2 методических пособия, 11 научных и методических статей, 11 тезисов докладов.

Структура и объем работы. Диссертация общим объемом 200 с. состоит из введения, четырех разделов, заключения и 3-х приложений. Список литературы включает 152 наименования. Основной объем диссертации – 164 с., включая 51 рисунок и 25 таблиц. В трех приложениях на 36 с. представлены: тексты контрольных заданий, являющиеся основой для индивидуальной корректировки базовых знаний; статистические данные и результаты их обработки; примеры заданий компьютерного итогового контроля знаний по теоретической механике.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность поставленной задачи, определяется научная новизна и практическая значимость предлагаемых решений, выделяются объект и предмет исследования, цель и задачи, основные этапы исследования, формулируется гипотеза, представляются основные положения, выносимые на защиту.

В первом разделе анализируется сущность современного инновационного процесса в области образования, его эвристический характер, роль и место информационных технологий в совершенствовании учебного процесса. Дается определение понятий базовые знания, корректировка базовых знаний.

Инновационный процесс в современной педагогике, решая задачи дифференциации обучения как альтернативу непрерывно увеличивающемуся объему знаний, с необходимостью приводит к увеличению неоднородности базовых знаний абитуриентов и студентов. В силу этого коррекция базовых знаний при изучении каждой дисциплины должна стать частью самого инновационного процесса.

Под базовыми знаниями мы будем понимать: знания, без которых невозможно сознательное освоение преподаваемой дисциплины (в данном

случае ТМ и ОМСС) и знания, формируемые в изучаемой дисциплине, без которых невозможно изучение последующих дисциплин, образующих модель специалиста (электродинамика, квантовая механика, теория волн, дисциплины специализации).

Такая трактовка базовых знаний определяет два направления их корректировки: корректировка назад – диагностика накопленных ранее знаний и их корректировка для полноценного освоения изучаемой дисциплины и корректировка вперед – специальные приемы для повышения прочности знаний, необходимых для последующего обучения данной специальности.

Базовые знания, необходимые для понимания курсов теоретической физики, охватывают широкую область образовательного процесса, поэтому требуется избирательная корректировка, как знаний из предшествующих курсов вузовской программы, так и курсов элементарной физики и математики.

Оценивая объем знаний, требующих своей корректировки для полного понимания методов теоретической физики (табл.1), можно говорить о недостаточности традиционных технологий для коррекции базовых знаний.

Таблица 1

Примерная оценка дефицита некоторых базовых знаний, необходимых для изучения ТМ и ОМСС (данные ФТТ КубГУ)

Дисциплина, в которой формируется понятие	Метод, формула, соотношение	Не знают, или применяют неуверенно, %
Элементарная математика и физика, аналитическая геометрия,	Сложение векторов (правило параллелограмма, треугольника, вычитание векторов)	10-20
	Сложения векторов как следствие физической задачи (условия равновесия)	100
	Связь проекции вектора с процедурой измерения	100
	Скалярное умножение векторов	20-25
	Векторное умножение векторов	30-40
	Разложение вектора по векторам базиса	30-40
	Понятие радиус-вектора	30-40
	Двойное векторное и смешанное произведения	40-50
Механика (элементарная и общая физика)	Условия равновесия твердого тела	20-30
	Момент силы как алгебраическая величина	20-30
	Момент силы как векторная величина (общая физика)	30-40
	Момент инерции точки	30-40
	Момент инерции твердого тела	40-50
	Давление	15-20

Наиболее радикальным средством повышения эффективности корректировки базовых знаний может стать использование информационных технологий, как непосредственно в учебном процессе, так и в процессе организации самостоятельной работы студентов.

В разделе 2 описывается методика корректировки базовых знаний в рамках традиционных технологий, т.е. на лекционных и практических занятиях, с помощью специально подобранных контрольных работ, методических и учебных пособий, дополненных необходимыми средствами корректировки базовых знаний.

Необходимость корректировки базовых знаний по физике и математике вносит существенные изменения в методику проведения всех форм учебных занятий по ТМ и ОМСС.

Все типы занятий требуют следующих действий, необходимых для корректировки базовых знаний:

- прогнозирование дефицита базовых знаний на основе опыта преподавания данной дисциплины и анализа учебного плана;
- подготовка компактного представления необходимых базовых знаний для корректировки назад;
- акцентирование внимания на знаниях, необходимых для успешного осуществления дальнейшего обучения данной специальности (корректировка вперед).

Особенности корректировки базовых знаний на лекции.

Проводится корректировка только тех знаний и умений, недостаточное освоение которых предполагается у большей части аудитории: разложение в ряд функции многих переменных, векторные дифференциальные операции, теоремы Остроградского и Стокса, решение системы однородных линейных алгебраических уравнений. Специально разрабатываются методики краткого изложения логических цепочек, обеспечивающих достаточное понимание корректируемых вопросов.

Основным методом корректировки является краткий экскурс в соответствующие области знаний: приводятся и разъясняются (как правило, в диалоге с аудиторией) различные формы записи разложения в ряд функции многих переменных (сравнивается с разложением в ряд Маклорена и Тейлора функции одной переменной), анализируется метод решения системы неоднородных линейных уравнений и т. п.

В качестве примера рассмотрим базовый (с точки зрения корректировки, как назад, так и вперед) метод решения системы однородных линейных алгебраических уравнений. Процесс корректировки базовых знаний в этом случае разделяется на 2 этапа.

1-й этап – напоминаем метод Гаусса решения системы неоднородных линейных алгебраических уравнений $a_{ij}x_j = b_i$ (эту формулу можно считать точкой развития для большинства студентов, т.к. она поддерживается достаточно большим количеством решаемых в курсе аналитической геометрии задач)

$$x_j = \frac{\Delta_j}{\Delta}$$

где $\Delta = |a_{ij}|$ – определитель системы, а Δ_j – этот же определитель, в котором j -й столбец заменен свободными членами (по повторяющимся дважды индексам производится суммирование).

2-й этап – восстановленную формулу анализируем с точки зрения ее пригодности для решения системы однородных линейных уравнений. Очевидным является наличие нулевого решения, так как определитель Δ_j обращается в нуль. Аудитории предоставляется возможность предложить необходимое условие существования ненулевого значения отношения при равенстве нулю числителя. С необходимостью приходим к условию обращения в нуль знаменателя – определителя системы

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{vmatrix} = 0$$

Далее просто сообщаем о существовании теоремы, утверждающей, что полученное условие является не только необходимым, но и достаточным.

Таким образом, подробное доказательство теоремы заменяется полуинтуитивным пониманием ее справедливости, что экономит время, решая одновременно задачу неформального отношения к методу решения. Время, необходимое для такого экскурса в математику, как правило, не превышает 2-х – 3-х минут.

На практических занятиях действия по корректировке основываются на предварительном уточнении предполагаемого дефицита знаний, выделение групп коррекции, требующих индивидуального подхода к изложению. Схема такого процесса приведена на рис. 1.

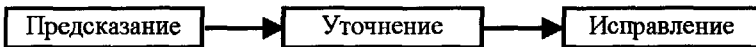


Рис.1. Схема корректировки базовых знаний на практических занятиях

Контрольные работы являются естественным продолжением решения задачи корректировки базовых знаний, как назад, так и вперед. Причем, основной их задачей является корректировка вперед – повышение прочности знаний, необходимых для усвоения последующих учебных курсов. Для такой корректировки в курсе ТМ выделяются темы: скорость и ускорение в криволинейных координатах, движение в поле 2-х тел (обратная задача динамики), уравнения Лагранжа второго рода, колебания систем с двумя степенями свободы, канонические уравнения Гамильтона (тексты контрольных заданий приводятся в приложении 1).

Каждое контрольное задание оценивается как с точки зрения корректировки назад, так и с точки зрения корректировки вперед. Пример такой оценки приведен в табл. 2.

Таблица 2
Оценка контролируемых модулей с точки зрения подготовки к изучению последующих курсов (корректировка вперед)

Тема	Содержание	Область применения
Скорость и ускорение в криволинейных координатах	Компоненты метрического тензора скорость и кинетическая энергия точки в сферических координатах.	Электродинамика (сферические волны, центральное поле), квантовая механика (уравнение Шредингера для атома водорода, МТ - потенциал), теория волн.

При составлении методических пособий для повышения активности студентов по ликвидации индивидуального дефицита знаний необходимо четко определить координационные точки базового уровня знаний – законы, теоремы, соотношения, без понимания которых невозможно понимание данной дисциплины и освоение последующих учебных курсов. Учебное пособие, ориентированное на корректировку базовых знаний, помимо разъяснения методов изучаемой дисциплины должно способствовать определению студентом своих точек развития (расположения своих знаний по отношению к знаниям, необходимым для освоения данной дисциплины (рис. 2).

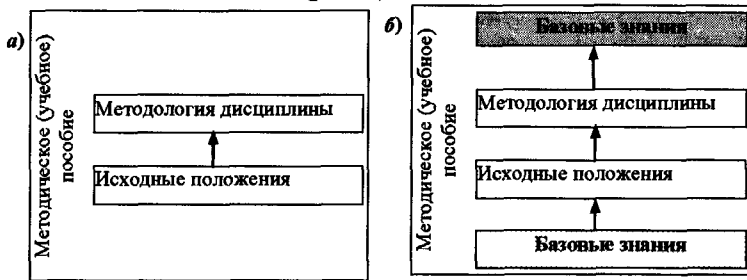


Рис. 2. Исходные состояния обучения

а) модель среднего студента; б) модель корректировки базовых знаний

Основой методического пособия, ориентированного на корректировку базовых знаний по физике в курсе ТМ и ОМСС [96, 97], являются следующие положения:

- пособие предоставляет исчерпывающую информацию о содержании всей работы по освоению курса, обеспечивая, тем самым возможность работы по индивидуальному графику;

- для однозначного понимания требований формулировки вопросов в билетах абсолютно соответствуют формулировкам вопросов в программе;
- в каждой теме выделен класс приемов и методов, без понимания которых невозможно освоение последующих дисциплин (электродинамика, квантовая механика, физика твердого тела, теория волн), на основе чего разработаны контрольные задания, представляемые студентам в полном объеме вместе с примерами их выполнения (корректировка вперед);
- пособие содержит сведения о проверяемых на экзамене базовых знаниях по математике и физике (корректировка назад).

Предлагаемая в учебном пособии корректирующая информация должна быть максимально замкнутой, т.е. не требовать от студентов обращения к другим источникам. Пример такой организации корректирующего изложения векторного анализа в пособии по ОмСС приведен на рис. 3.

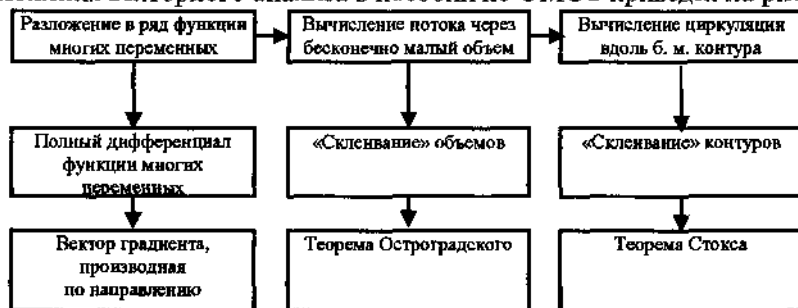


Рис. 3. Схема замкнутого изложения ВА

В разделе 3 разрабатываются научно-методические основы создания и применения электронного дидактического комплекса, представляющего собой естественное развитие рассмотренной в разделе 2 методики корректировки базовых знаний средствами информационных технологий.

Компьютерные средства, решающие задачи обучения, объединяются в электронный дидактический комплекс (ЭДК) – совокупность электронных средств контроля, обучения и информации, обеспечивающих обучение конкретной (в данном случае – ТМ и ОмСС) дисциплине. Комплекс представляет собой постоянно развивающийся организм, отдельные части которого в процессе развития изменяются и дополняются новыми функциональными элементами. Отдельные элементы комплекса объединяются, прежде всего, задачами обучения и не требуют обязательно единой программной реализации. Исходя из этого определения, о составе ЭДК можно говорить лишь как о базовом наборе дидактических и инструментальных средств обучения.

Комбинированный итоговый контроль знаний при условии полной информированности студентов о содержании компьютерного контроля (приложение 3) способствует повышению активности студентов в процессе подготовки к экзамену, так как каждый студент может предварительно самостоятельно пройти через основную часть испытания – беседу с компьютером.

Для определения структуры тестов по теоретической механике и механике сплошной среды было решено разбить всю совокупность тестовых заданий в конкретном варианте на три поля: “А”, “В” и “С”.

Основой для определения содержания полей явились стандартные требования к знаниям студентов при сдаче итоговых экзаменов по теоретической механике и механике сплошной среды:

- 1) студент должен знать с абсолютной точностью конечные формулы и соотношения, являющиеся определенным итогом рассмотрения какой-либо темы и используемые, как правило, в процессе обучения в других учебных курсах;
- 2) студент должен понимать содержание математических преобразований, составляющих основу вывода тех или иных законов;
- 3) студент должен уметь применять полученные знания для описания простейших моделей физических систем.

При этом, очевидно, что сами эти требования образуют сложную иерархию признаков освоения данного понятия, явления, определения и т.п. Набор таких признаков характерен для любой области знаний, основным языком которой является язык математики. Так, записывая физическую формулу, студент должен иметь четкое представление:

- о разделе математики, используемом для описания процессов и явлений данного класса и связанным с ним классом математических преобразований;
- о физической размерности, входящих в формулу величин и, следовательно, их физической взаимосвязи и взаимозависимости;
- о тензорной размерности величин, из которых строится формула.

Вся перечисленная совокупность знаний проявляется уже, как правило, в простой записи конечного соотношения и выяснении смысла, входящих в него величин.

Помимо многочисленного набора действий, отнюдь не сводящихся к простым: сложить, умножить, разделить и т.д. проверка знаний студента предполагает возможность представления знаний в виде сколь угодно сложных (многоэтажных) символьных соотношений – формул. Современные средства обработки информации позволяют без труда реализовать такое представление, но не позволяют пока организовать ввод

такого соотношения неподготовленным соответствующим образом студентом и уж тем более, какой бы-то ни было лингвистический анализ формул.

Все перечисленные особенности контроля знаний по дисциплинам, основным языком которых является математика, насыщенная соотношениями, сложными по форме представления, заставляет немного по-новому интерпретировать некоторые ранее сформулированные правила подготовки и оценки тестовых заданий [79]. С точки зрения изложенных принципов традиционной оценки знаний студентов по теоретической механике и механике сплошной среды была разработана структура одного варианта теста, состоящего из заданий поля А, В и С.

Поле "А" (приложение 3) может содержать:

- набор формул и соотношений, из которых нужно выбрать те, запоминание которых предусматривается программой курса;
- набор квазиправильных утверждений (формулировок, определений), из которых необходимо выбрать действительно верное;
- набор логических суждений, из которых следует выбрать верное для данной задачи суждение.

Поле В содержит несколько (от 5-ти и более) формул и соотношений, запоминание которых не предусмотрено программой курса, из которых нужно выбрать соотношение, вытекающее в результате некоторых математических преобразований из соотношения, предложенного в условии задачи (проверка понимания используемого математического аппарата). При этом, очевидно, решение задач поля В всегда предполагает и умение решать задачи поля А.

Поле С содержит задания на получение численного значения физических величин путем решения определенной задачи. Очевидно, что с точки зрения проверяемых знаний поле С включает в себя в качестве подмножества и поля А и В. Схематически иерархия этих полей представлена на рис. 4.

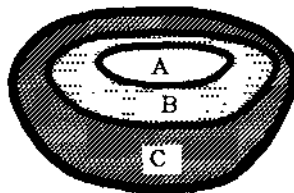


Рис. 4. Иерархия тестовых полей с точки зрения содержания задач

Иначе говоря, $A \subset B \subset C$ с точки зрения множеств решаемых ими задач.

Учебные элементы информационно-обучающей части комплекса с учетом глубокой неоднородности базовых знаний следует строить по принципу: справочник → учебник → виртуальный урок.

Первым шагом в разработке виртуального урока является написание подробного сценария, на основании которого может быть создано много вариантов конкретных уроков, отличающихся режиссерскими и технологическими решениями. Одно из главных требований к сценарию – соответствие принципу научности.

При подготовке содержания информационно-обучающей части комплекса разрабатываются такие методики изложения базовых знаний, которые обеспечивают их неформальное восстановление, обладая достаточной степенью автономности (независимостью от базового курса в целом).

Для увеличения эффективности корректировки вперед используются учебные элементы, связывающие изучаемый раздел с другими учебными дисциплинами. Естественной основой для разработки таких блоков является фундаментальный физический эксперимент, возникающий, как правило, на стыке различных подходов к описанию физических явлений, например, опыт Резерфорда. Возможность виртуального проведения такого эксперимента делает студента участником события и способствует закреплению базовых знаний.

В разделе 4 анализируется влияние разработанной методики корректировки базовых знаний на повышение эффективности обучения ТМ и ОМСС на ФТФ КубГУ.

Динамика оценок по ТМ и ОМСС за период с 1994 по 1998 годы (рис.5) и ее сравнение с динамикой оценок по другим предметам за этот же период (рис.6) говорят об эффективности избранной методики корректировки базовых знаний по физике.

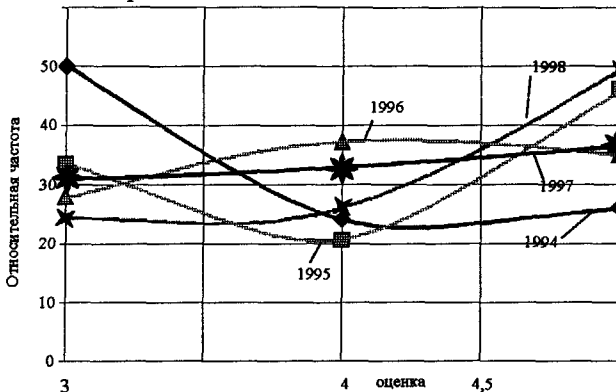


Рис.5. Динамика относительных частот оценок по ТМ и ОМСС с 1994 г. по 1998 г.

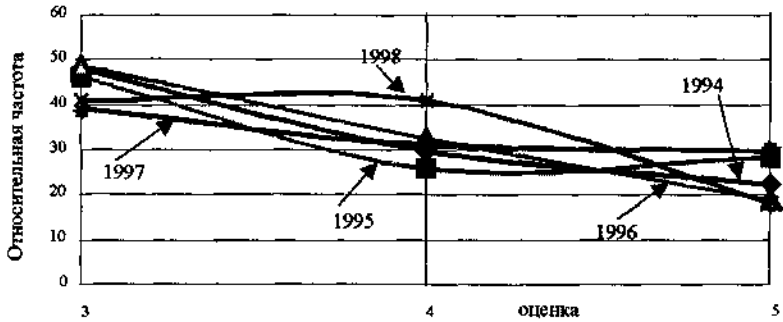


Рис. 6. Динамика относительных частот экзаменационных оценок по дисциплине "Оптика" с 1994 г. по 1998 г. (4-й семестр)

Использование компьютерного тестирования как части ЭДК совместно с дополнительным собеседованием положительно сказывается на активности студентов при подготовке к экзамену и корректировке своих базовых знаний. Основную роль в этом процессе играет максимальная информированность студентов о составе тестовых заданий.

На рис. 7. представлено количество студентов (в % к общему числу), задававших вопросы на консультациях при подготовке к устному экзамену по ТМ и ОМСС (1994-2001) и к экзамену с применением компьютерного контроля (2002).

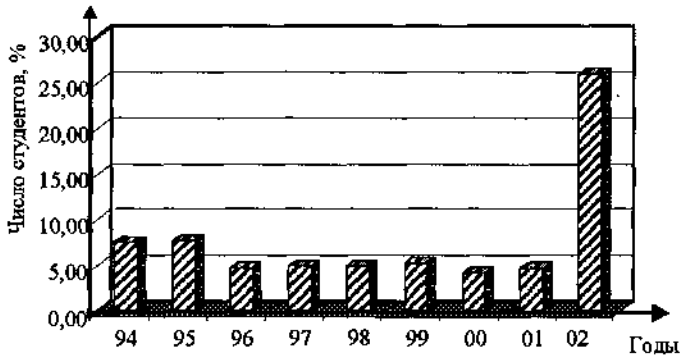


Рис. 7

Из гистограммы видно, что исчерпывающая информация о содержании тестирования повышает активность студентов в 5-6 раз.

Косвенно повышение активности студентов как реакция на увеличение информации о содержании итогового контроля говорит и о

перспективности использования информационно-обучающей компоненты для корректировки базовых знаний и повышения эффективности обучения.

В заключение обратимся к анализу адекватности компьютерной оценки знаний с точки зрения комплексного подхода (рис.8). Общее число несовпадений достигает почти 20 %. Почти 7 % неправильных оценок выставлены компьютером из-за недостатков в формулировках самих тестов, незамеченных составителем и не отмеченных студентами при подготовке к экзамену. Естественно эти ошибки можно отнести к легко устранимым, однако вероятность их повторения при расширении объема тестовых заданий не исключена. Предлагаемые обычно для этой цели работа экспертов и проверка на экспериментальной группе также не являются гарантией абсолютной корректности тестов с точки зрения их однозначного понимания.

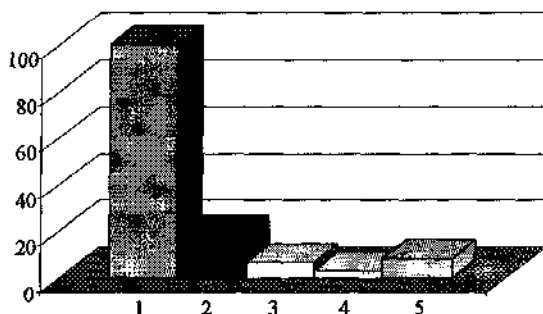


Рис. 8. Причинно-следственный анализ ошибок компьютерного тестирования

- 1 – общее число студентов; 2 – число ошибочных оценок компьютера;
- 3 – ошибки, допущенные вследствие недостатков самих тестовых заданий;
- 4 – ошибки, возникшие вследствие психологической несовместимости;
- 5 – влияние случайных факторов

Наличие значительного числа ошибок в оценках компьютера, исключаемых в результате собеседования, говорит о нецелесообразности полной замены устного экзамена компьютерным тестированием.

В сущности, предлагаемая методика проведения итогового экзамена представляет собой слияние трех форм итогового контроля: собственно тестирование, письменный экзамен и собеседование. Самым существенным при этом является сокращение реального времени самого контроля при повышении надежности оценки и одновременном стимулировании самостоятельной работы студентов.

Заключение

Основным результатом исследования является создание методики повышения эффективности обучения теоретической физике путем корректировки базовых знаний на основе традиционных и компьютерных технологий обучения.

Определено понятие базовых знаний. Базовые знания – это та часть знаний, без которой невозможно освоение изучаемой дисциплины и знания, формируемые в данной дисциплине, необходимые для понимания следующих дисциплин учебного плана. Определены понятия **корректировки назад**, как процесса корректировки базовых знаний, наследуемых из предшествующего курса обучения, и **корректировки вперед**, как процесса корректировки базовых знаний, формируемых в изучаемом курсе.

Выделены базовые знания, необходимые для освоения курса теоретической механики и основ механики сплошной среды (ТМ и ОМСС), и базовые знания, формируемые в процессе изучения этого курса. На основе теоретического анализа процесса преподавания базовых дисциплин в средней и высшей школе определены причины недостаточного понимания студентами некоторых базовых понятий и разработана методика устранения этих недостатков.

Разработана методика корректировки базовых знаний в рамках традиционных технологий на лекционных и практических занятиях, с помощью контрольных работ, методических и учебных пособий. Изданы: методическое пособие по ТМ и ОМСС и учебное пособие по ОМСС (последнее имеет гриф УМО), учитывающие задачи корректировки базовых знаний.

Разработаны методы использования информационных технологий для решения задачи корректировки базовых знаний. Определен базовый состав электронного дидактического комплекса (ЭДК), объединяющего в себе электронные средства итогового контроля знаний по ТМ и ОМСС и информационно-обучающую компоненту, состоящую из учебных элементов (УЭ), организованных по схеме справочник → учебник → виртуальный урок.

Разработаны программные средства итогового контроля знаний по ТМ и ОМСС, ориентированные на использование в локальной сети и позволяющие оценивать знания в произвольно задаваемой шкале с учетом различной сложности тестовых заданий. Разработана методика формирования заданий для автоматизированного итогового контроля знаний по ТМ и ОМСС, учитывающая особенности задач контроля по этой дисциплине (и по теоретической физике вообще). Подготовлен предлагаемый студентам в электронном варианте полный набор тестовых

заданий по ТМ и ОМСС, обеспечивающий эффективную подготовку студентов к итоговому экзамену.

Разработаны научно-методические основы информационно-обучающей составляющей ЭДК: справочная информация (справочник), сведения о методах получения конечных знаний (учебник) и подробное разъяснение применения методов (виртуальный урок). Написаны подробные сценарии виртуальных уроков для объяснения некоторых базовых понятий, традиционная методика изложения которых приводит к неправильному их пониманию (связь компонент вектора с процедурой измерения, понятие давления). Разработана структура информационно-обучающего блока, в основе которого лежит имитация выполнения фундаментального физического эксперимента, позволяющего осуществлять интеграцию ТМ и ОМСС с другими предметами. Реализован блок с имитацией выполнения опыта Резерфорда, связывающий теоретическую механику с атомной и ядерной физикой и квантовой механикой.

Произведена статистическая обработка результатов применения методики корректировки базовых знаний в рамках традиционных технологий, на основании которой сделан вывод об эффективности предлагаемой методики (наблюдается ощутимый сдвиг кривой распределения по оценкам в сторону высоких оценок) и перспективности повышения эффективности корректировки базовых знаний с помощью информационных технологий. На основании наблюдений сделан вывод о резком повышении (в 5-6 раз) активности студентов в процессе подготовки к итоговому контролю знаний (экзамену) при наличии исчерпывающей информации о содержании основной составляющей экзамена – компьютерного тестирования. Проанализированы причины несоответствия некоторых результатов компьютерной оценки знаний результатом комплексной оценки. На основании проведенного анализа сделан вывод о целесообразности полной замены устного экзамена компьютерным тестированием по ТМ и ОМСС. Предложена комбинированная форма итогового контроля, представляющая собой объединение трех форм (компьютерный контроль, письменный экзамен и собеседование), позволяющая повысить эффективность при уменьшении времени экзамена по сравнению с письменной и устной формами.

В качестве письменной составляющей и основы для последующего собеседования используется результат подготовки ответов на задания компьютерного тестирования.

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать заключение об эффективности предлагаемой методики корректировки базовых знаний и перспективности ее развития.

Список публикаций по теме диссертации

Учебные пособия

1. 1. Рыков В.Т. Механика и смежные с ней вопросы математики: Пособие для слушателей школьников, студентов и учителей физики. – Краснодар: КЭЦРО, 1993. – 80 с., 5,2 п.л.
2. Рыков В.Т., Тихомиров В.Р. Основы векторного и тензорного анализа для физиков: Пособие для студентов и учителей физики. – Краснодар: КЭЦРО, 1995. – 80 с., 5,2 п.л. (авторских 90 %).
3. Рыков В.Т., Рыкова Е.В., Черная Н.Г. Готовимся к олимпиаде по физике: Учебное пособие для студентов младших курсов физических факультетов университетов, школьных учителей, учащихся старших классов. – Краснодар: КубГУ, 2002. – 256 с., 14,8 п.л. (авторских 95 %).
4. Рыков В.Т. Основы механики сплошной среды: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 010400-физика. – Краснодар: КубГУ, 2002. – 196 с., 9,3 п.л.

Методические пособия

5. Рыков В.Т. Теоретическая механика: Контрольные задания и методические указания. – Краснодар: КубГУ, 1997. – 36 с., 3 п.л.
6. Рыков В.Т. Теоретическая механика и механика сплошной среды: Контрольные задания и методические указания. – Краснодар: КубГУ, 1999. – 72 с., 6 п.л.

Научные и методические статьи

7. Рыков В.Т. Ближайшие перспективы компьютеризации физического образования. // Инновационные процессы в образовательных системах: Материалы краевой научно-практической конференции. – Краснодар: КЭЦРО. 1995. – С. 15 – 20., 0,3 п.л.
8. Рыков В.Т., Рыкова Е.В. Элементы векторной алгебры на уроке физики в седьмом классе. // Рукопись деп. в ИТОП РАО 22.10.96., № 126-96. – 5 с, 0,25 п.л. (авторских 60 %).
9. Рыков В.Т., Рыкова Е.В. Опыт нетрадиционного изложения темы “давление” в седьмом классе. // Рукопись деп. в ИТОП РАО 22.10.96., № 129-96. – 6 с., 0,30 п.л. (авторских 50%).
10. Рыков В.Т., Рыкова Е.В. Опыт нетрадиционного изложения векторной алгебры на уроках физики в седьмом классе. // Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике: Сборник статей. Ч. 2.– Чернигов: ОИПКПРО, 1996, – с. 55-58, 0,2 п.л. (авторских 60 %)
11. Рыков В.Т., Рыкова Е.В. О форме и содержании преподавания некоторых вопросов теории проводимости в средней школе. // Современные проблемы физического образования: Сборник научных трудов – С. Петербург: “Образование”, 1997. – С. 57-63, 0,3 п.л. (авторских 70%).

12. Рыков В.Т., Рыкова Е.В. О механизме апелляции к исходным наивным представлениям как средстве обучения. // Физическое образование в школе и вузе: Сборник научных трудов. – С. Петербург, “Образование”, 1997. – С. 137–139, 0,25 п.л. (авторских 70%).
 13. Рыков В.Т., Рыкова Е.В. Общие математические аспекты моделирования некоторых физических явлений. // Физика в школе и вузе: Сборник научных трудов. – С. Петербург, “Образование”, 1998. – С. 153–157, 0,35 п.л. (авторских 70%).
 14. Рыков В.Т., Рыкова Е.В. Опережающее изложение некоторых вопросов математики на уроках физики в средней школе. // Современные технологии обучения физике в школе и вузе: Сборник научных трудов. – С.-Петербург: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена. 1999. – С. 49-51, 0,25 п.л. (авторских 60%).
 15. Рыков В. Т. Математика на уроках физики. // Педагогический вестник Кубани № 1. – Краснодар: ОИПЦ “Перспективы образования”. 2000. – С. 24-27, 0,3 п.л.
 16. Рыков В.Т., Рыкова Е.В. Математика на уроках физики. // Педагогический вестник Кубани. № 3. – Краснодар: ОИПЦ “Перспективы образования”. 2000. С. 28-29, 0,3 п.л. (авторских 50%).
- Тезисы докладов**
17. Парфенова И.А, Рыков В.Т., Рыкова Е.В. HTML-страницы как основа АОС. // Инновационные процессы в высшей школе. Часть II: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар: Издательство КубГТУ. 1999. – С. 44-45, 0,17 п.л. (авторских 70%).
 18. Парфенова И.А, Рыков В.Т., Рыкова Е.В. Опыт Резерфорда на страницах HTML // Инновационные процессы в высшей школе. Часть II: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар: Издательство КубГТУ. 1999. – С. 80-81, 0,17 п.л. (авторских 80%).
 19. Парфенова И.А, Рыков В.Т., Рыкова Е.В. Особенности компьютерного моделирования цилиндрического потока случайных частиц. // Инновационные процессы в высшей школе. Часть II: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар: Издательство КубГТУ. 1999. – С. 77-79, 0,17 п.л. (авторских 80%).
 20. Рыков В.Т., Рыкова Е.В. Уроки актерского мастерства для компьютера. // Человек в информационном пространстве цивилизации: культура, религия, образование: Тез. докл. международной научной конференции. – Краснодар: Изд-во КГУКИ, 2000. – 349-352, 0,17 п.л. (авторских 50%).
 21. Рыков В.Т., Рыкова Е.В. О компьютерной имитации лабораторного эксперимента. // Инновационные процессы в высшей школе:

- Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции 28-30 сентября 2000 года. – Краснодар: Издательство КубГТУ, 2000. – С. 62, 0,1 п.л. (авторских 50%).
22. Рыков В.Т., Рыкова Е.В. Опыт Резерфорда как ядро обучающего блока. В сб. Инновационные процессы в высшей школе: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар: Издательство КубГТУ, 2000. – С. 64, 0,1 п.л. (авторских 50%).
 23. Рыков В.Т., Рыкова Е.В., Рыбалко Р.П. Контролирующая компонента обучающего комплекса. // Инновационные процессы в высшей школе: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар: Издательство КубГТУ, 2000. – С. 64, 0,1 п.л. (авторских 50%).
 24. Рыков В.Т., Рыкова Е.В. IC: физика и проблема режиссуры. // Экология. Медицина. Образование: Материалы V научно-практической конференции. – Краснодар: КубГУ, 2000. – С. 144-145, 0,1 п.л. (авторских 50%).
 25. Рыков В.Т., Рыкова Е.В. Компьютерная имитация фундаментального эксперимента как ядро автоматизированного обучающего комплекса. // Современные компьютерные технологии обучения: Материалы 3-ей научно-методической межвузовской конференции. – Краснодар: КВАИ, 2001. – с. 31-32, 0,2 п.л. (авторских 50%).
 26. Рыков В.Т., Рыкова Е.В., Щербакова Е. О критерии сложности тестовых заданий. // Экология и здоровье. Экологическое образование. Математические модели и информационные технологии: Материалы VI международной конференции. – Краснодар: КубГУ, 2001. – С. 184, 0,1 п.л. (авторских 50%).
 27. Рыков В.Т., Рыкова Е.В. О процессе подготовки тестовых заданий. // Инновационные процессы в высшей школе: Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар: КубГТУ, 2001. С. 136, 0,1 п.л. (авторских 50%).

ЛР № 020378 от 22.01.97

Подписано в печать 25.08.03.

Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага тип. № 1.

Усл. печ. л. 1,2. Уч.-изд. л. 0,8.

Тираж 100 экз. Заказ № 1223.

Кубанский государственный университет
350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149.

13811

2003-A

13811