

Ермаков Андрей Владимирович

**Метод многомерного структурирования учебного материала
при обучении физике в вузе**

13.00.02 - Теория и методика обучения и воспитания, физика
(уровень высшего образования)
(педагогические науки)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Нижний Новгород
2008

Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Волжский государственный инженерно-педагогический университет»

Научный руководитель: кандидат педагогических наук, доцент
Коробкова Татьяна Александровна

Официальные оппоненты: доктор педагогических наук, профессор
Масленникова Людмила Васильевна

кандидат педагогических наук
Лебедева Ольга Васильевна

Ведущая организация: ГОУ ВПО «Шуйский государственный педагогический университет»

Защита состоится «18» декабря 2008г. в 13 часов на заседании Диссертационного совета ДМ 212.166.17. по присуждению ученой степени доктора педагогических наук по специальности 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания по (физике, уровень высшего образования) при ГОУ ВПО «Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского» по адресу: 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.

Автореферат разослан «18» декабря 2008г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат педагогических наук,
доцент

И.В. Гребенев

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. В Федеральной целевой программе развития образования на 2006 - 2010 годы подчеркивается, что в условиях стремительного развития и расширения доступности новых технологий трансляция готовых знаний перестает быть главной задачей учебного процесса, снижается функциональная значимость и привлекательность традиционных методов обучения (Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года, М., 2002). Усовершенствование традиционных форм вузовского обучения и поиск новых форм, методов, средств, адекватных целям развития участников образовательного процесса, является актуальной проблемой современного образования. Для современной высшей школы характерным является изучение главных идей, направлений, принципов науки, на которых должна основываться деятельность специалиста в быстроизменяющемся мире. Отражение этих идей мы находим в научно-методических исследованиях, посвящённых изучению различных учебных дисциплин в средней и высшей школе (В. А. Кондратьев, Н.С.Пурышева, В. Г. Разумовский, А. А. Червова, Н.В.Шаронова и др.). Фундаментальные исследования психологов, дидактов и методистов посвящены проблеме обучения студентов с учетом психолого-педагогических особенностей усвоения знаний. Это теория активизации познавательной деятельности учащихся (В. П. Беспалько, М. Н. Скаткин, Н.М.Зверева и др.), теория поэтапного формирования умственных действий (П. Я. Гальперин, Н. Ф. Талызина и др.), формирования приемов умственной деятельности (Н. А. Менчинская, Д. Б. Богоявленская, Б.П. Эрдниев и др.), проблемного обучения (И. Я. Лернер, М. И. Махмутов) и др.

Анализируя опыт обучения физике в инженерно-педагогическом университете, мы выявили недостаточный уровень сформированности структурно-организованного знания обучаемых. Студенты слабо мотивированы на приобретение и углубление знаний по физике по причине трудности усвоения неструктурированной информации, неумения самостоятельно работать с содержанием учебной дисциплины, что приводит к низкому уровню знаний по физике, и, в свою очередь, к трудностям в изучении последующих дисциплин специализации. Причиной такого положения является еще и слабая

физико-математическая подготовка абитуриентов, отсутствие вступительных экзаменов по физике в большинстве вузов России.

Одной из возможностей повышения качества обучения студентов физике мы считаем использование логической структуризации учебного материала. Исследованию аспектов обучения различным способам логической структуризации учебного материала, способствующего усвоению и применению знаний на последующих уровнях обучения, уделено большое внимание в работах отечественных психологов (П. Я. Гальперин, Н. А. Менчинская, Н. Ф. Талызина, М. А. Холодная и др.), дидактов (Ю. К. Бабанский, В. К. Дьяченко, И. Я. Лернер, П. И. Пидкасистый, М. А. Скаткин, А. М. Сохор и др.), методистов (О. В. Аквилева, А. А. Детлаф, И. Е. Иродова, С. Х. Карпенков, Е. В. Карчагин, А. П. Рымкевич, С. М. Тарг, Г. М. Тульчинская, А. А. Фадеева, А. Г. Цыпкин, А. А. Червова, В. Ф. Шаталов и др.).

Вопросам структурирования учебного материала и обобщения знаний на материале учебных предметов высшей и средней школы посвящены диссертационные работы И. В. Акимовой, Ю. Д. Апиш, А. И. Архиповой, Ю. И. Аскерко, И. В. Бутова, С. А. Бутакова, Л. П. Ворониной, Д. В. Данилова, А. Н. Дробахина, Е. Г. Ерофеева, В. В. Мултановского, И. П. Попова, О. Е. Филиппова, Л. С. Чернышова, Б. П. Эрдниева и др.

Однако в анализируемых работах не исследована проблема структурирования сложного материала вузовской физики и не показаны методы, которыми можно сформировать умение студентов самостоятельно структурировать учебную информацию, тем самым формируя не формальные, а осознанные, действенные знания на основе «структур умственной деятельности, ответственных за творчество: анализ, синтез, обобщение, сравнение, перенос знаний в новую ситуацию» (И. Я. Лернер).

Таким образом, можно выделить **противоречие** между задачами повышения уровня усвоения учебного материала по физике студентами вузов для успешного последующего обучения, с одной стороны, и невысоким уровнем подготовки абитуриентов по физике, слабой мотивированностью к изучению физики в вузе и отсутствием навыков самостоятельной учебной работы с содержанием учебной дисциплины, с другой стороны, что не

позволяет в полной мере решить эти задачи. Это противоречие определило **актуальность** проведенного исследования.

Объектом исследования является процесс обучения физике студентов вуза.

Предметом исследования является методика формирования глубоких и структурно-организованных знаний по физике на основе метода многомерного структурирования учебного материала.

Целью диссертационного исследования является теоретическое обоснование и разработка метода многомерного структурирования учебного материала и его реализация в учебном процессе вуза.

Гипотеза исследования: если в образовательном процессе вуза при обучении физике применять метод многомерного структурирования учебного материала, то это будет способствовать повышению мотивации обучаемых к изучению физики, осознанному и глубокому усвоению физических знаний, формированию умения самостоятельно структурировать учебную информацию.

Для достижения поставленной цели и проверки сформулированной гипотезы нами поставлены следующие **задачи**:

1. Исследовать дидактические аспекты процесса усвоения знаний с использованием структурирования учебного материала.
2. Разработать метод многомерного структурирования учебной информации как основу работы с содержанием учебной дисциплины.
3. Усовершенствовать методику формирования структурно-организованных знаний по физике студентов вуза на основе метода многомерного структурирования учебного материала; уточнить систему принципов и критериев отбора содержания, на основе которых возможно многомерное структурирование учебного материала.
4. Разработать и апробировать учебно-методический комплекс, обеспечивающий реализацию метода при обучении физике в вузе, состоящий из:
 - набора структурных карт как инструмента для обучения студентов и последующей диагностики их умений и навыков;
 - набора индивидуальных заданий для закрепления изученного учебного материала и для самостоятельной работы студентов по разработке

многомерных структурных карт;

- электронного учебника с активным интерфейсом, с использованием мультимедиа, способствующего усвоению физических знаний на основе многомерного структурирования учебного материала.

5. Оценить эффективность использования метода многомерного структурирования учебного материала в обучении физике студентов инженерно-педагогического вуза.

Методологической базой исследования послужили работы, посвященные теории деятельности (П.Я. Гальперин, И.Я. Лернер, С.Л. Рубинштейн, М.А. Холодная); самостоятельной работе студентов с учебником и учебной книгой (Н. А. Родина, А. С. Токарев, А. А. Фадеева и др.); работы по теории и методике обучения физике в школе и вузе (Ю. И. Дик, Н.М.Зверева, О. Ф. Кабардин, И. И. Нурминский, И. О. Нурминский, В. А. Орлов, Н. С. Пурьшева, А. П. Рымкевич, В. Ф. Шаталов и др.); исследования по применению в учебном процессе инновационных подходов к обучению (О.В. Аквилева, Т.А. Коробкова, А.М.Сохор, В.К.Дьяченко, А.А. Толстенева и др.)

Теоретическую базу исследования составили: концепция знаково-контекстного обучения (С.И. Архангельский, А.А. Вербицкий, А.А. Червова и др.); принципы разработки учебно-методических комплексов и оценки усвоения учебного материала (В.П. Беспалько, Л.С. Выготский, П.Я. Гальперин, В.В. Давыдов, Н.А. Менчинская, А.Н.Леонтьев, В.А. Сухомлинский, Н.Ф. Талызина и др.); концепции и принципы структурирования учебного материала (Ю.К. Бабанский, В.А. Бетев, В.К. Дьяченко, Ю.А.Сауров, М.Н. Скаткин, А.М. Сохор, и др.); принципы информационно-коммуникационного обучения (С. Г. Григорьев, Е.Н. Дмитриева, О. А. Козлов, Е. И. Машбиц, П. И. Образцов, И.В.Роберт и др.)

Для решения поставленных в работе задач был использован **комплекс методов** исследования.

Теоретические: изучение и анализ научно-методической и психолого-педагогической литературы, диссертационных исследований; анализ образовательных стандартов высших учебных заведений и других методических документов; моделирование, конструирование, синтез представлений при построении методики; применение математических методов

для интерпретации данных педагогического эксперимента.

Экспериментальные: изучение состояния уровня готовности студентов к овладению знаниями с помощью многомерного структурирования учебного материала (анкетирование, беседа, наблюдения, анализ результатов учебной деятельности студентов); организация и проведение педагогического эксперимента по проверке эффективности применения метода многомерного структурирования учебного материала на примере дисциплины «Физика», его усвоения студентами вуза, самостоятельной работы студентов при создании индивидуальных многомерных структурных карт; личное преподавание.

Опытно-экспериментальная база исследования. Педагогический эксперимент проводился в ГОУ ВПО «Волжский государственный инженерно-педагогический университет» (г. Нижний Новгород) при изучении студентами первых и вторых курсов дисциплины «Физика». В эксперименте участвовало 325 студентов и абитуриентов.

Диссертационное исследование проводилось с 2004 по 2008 год и включало три этапа.

На первом этапе исследования (2004 – 2005 гг.) осуществлялось установление исходных положений исследования, теоретический анализ проблемы исследования, обзор научно-методических и психолого-педагогических литературных источников, изучение опыта преподавания дисциплины «Физика» в вузах. На этом этапе обоснована научная проблема, определены цели и задачи, выработана стратегия экспериментальной работы, проведен констатирующий эксперимент по исследованию уровня знаний по физике абитуриентов и студентов.

На втором этапе исследования (2005 – 2006 гг.) в рамках поискового эксперимента осуществлялась разработка основных теоретических положений диссертации: формулирование теоретических основ предлагаемого метода многомерного структурирования учебного материала, проектирование методики создания многомерной структурной карты содержания курса физики, разработка учебно-методического комплекса (набор многомерных структурных карт, набор индивидуальных заданий, электронного учебника); отбор форм и методов для проведения педагогического обучающего эксперимента.

На третьем этапе исследования (2006 – 2008 гг.) происходила

корректировка и уточнение теоретических и методических основ исследования, экспериментальная проверка эффективности использования метода многомерного структурирования учебного материала преподавателем и студентами в обучающем эксперименте, оформление результатов диссертационного исследования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

- Разработан и теоретически обоснован метод многомерного структурирования учебного материала по физике, заключающийся в выявлении и анализе логических связей между компонентами теории с учётом системных свойств учебной информации (иерархичности, взаимоподобия разноуровневых частей) и в их отображении на многомерной структурной карте.
- Усовершенствована методика формирования глубоких структурно-организованных знаний по физике студентов вуза. Методика основана на применении метода многомерного структурирования учебного материала, включает уточненную систему принципов и критериев отбора содержания при его многомерном структурировании, среди которых авторские принципы: принцип методического единства при обучении физике студентов, где метод многомерного структурирования выступает как инструмент обработки содержания и обеспечения усвоения понятий изучаемой науки, и одновременно как предмет изучения и усвоения; принцип цельности содержания как основа интегративности лекционных и семинарских занятий.
- Разработана деятельностная основа работы студентов при многомерном структурировании учебной информации.
- Разработан учебно-методический комплекс для формирования структурно-организованных знаний, применяемый при изучении физики студентами на первом и втором курсе обучения в вузе.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что:

- Уточнено понятие структурирования учебного материала, введено понятие многомерного структурирования, который заключается в выявлении и анализе логических связей между компонентами теории с учётом системных свойств учебной информации (иерархичности, взаимоподобия разноуровневых частей) и в их отображении на многомерной структурной карте; раскрыты его особенности: применение для больших массивов

информации (темы, главы, разделы вузовского курса физики) с сочетанием семантических единиц разной степени сложности; использование комплекса форм и способов структурирования содержания.

- Выявлены этапы деятельности студентов над содержанием учебной дисциплины при её многомерном структурировании, включающие самостоятельную работу студентов по созданию многомерных структурных карт и электронных карт-слайдов.
- Выделена система принципов и критериев отбора содержания, на основе которых осуществляется многомерное структурирование, среди которых авторские принципы: принцип методического единства, где метод многомерного структурирования выступает как инструмент обработки содержания и обеспечения усвоения понятий изучаемой науки и одновременно как предмет изучения и усвоения; принцип цельности содержания как основа интегративности лекционных и семинарских занятий.

Практическая значимость работы заключается в том, что:

- разработан и апробирован учебно-методический комплекс по дисциплине «Физика» разделу «Кинематика» для студентов вузов, включающий набор структурных карт, набор индивидуальных заданий для закрепления изученного учебного материала и для самостоятельной работы студентов по разработке многомерных структурных карт, электронный учебник «Кинематика в картинках» с активным интерфейсом;
- в ходе педагогического эксперимента показана эффективность методики формирования системно-организованных знаний по физике с использованием многомерного структурирования учебного материала.

Апробация результатов исследования осуществлялась на заседаниях расширенного научно-методического семинара кафедры естественнонаучных дисциплин Волжского государственного инженерно-педагогического университета г. Н.Новгорода. Основные теоретические положения и результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на научно-методических семинарах и конференциях: Международной научно-методической конференции «Высокие технологии в образовательном процессе» (г. Н.Новгород, ВГИПУ, 2005-06 г.); Международной конференции

«Герценовские чтения» (Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 2006г.), Международной научно-практической конференции «Формирование научной картины мира человека 21 века» (Горно-Алтайск, ГАГУ, 2006г.), Международной конференции «Физическое образование: проблемы и перспективы развития» (Москва, МПГУ, 2007г.); Всероссийской научно-методической конференции «Актуальные проблемы развития образования и производства» (г. Н.Новгород, ВГИПУ, 2003 г.); на 10 и 11 Нижегородских Сессиях молодых ученых (Голубая Ока, 2005; Татинец, 2006); межвузовской научно-практической конференции «Проблемы профессиональной направленности естественнонаучного и технического образования» (Н.Новгород, ВГИПУ, 2005-06 гг.) и др. Разработанная методика внедрена в учебный процесс Волжского государственного инженерно-педагогического университета.

Достоверность и обоснованность полученных выводов обеспечивается опорой на современные исследования в области педагогики, психологии, методики изучения вузовских дисциплин, внутренней непротиворечивостью и согласованностью выдвигаемых положений, использованием разнообразных методов исследования, адекватных поставленным задачам, проверкой результатов исследования на различных этапах педагогического эксперимента, положительной оценкой разработанных методических материалов методистами и преподавателями вузов.

На защиту выносятся:

1. Авторское определение метода многомерного структурирования учебной информации, заключающегося в выявлении и анализе логических связей между компонентами теории с учётом системных свойств учебной информации (иерархичности, взаимоподобия разноуровневых частей) и в их отображении на многомерной структурной карте.
2. Методика формирования структурно-организованных знаний по физике студентов вуза, способствующая развитию познавательной мотивации к изучению физики и навыков самостоятельного структурирования учебной информации. Методика основана на методе многомерного структурирования учебного материала, уточнённой системе принципов и критериев отбора содержания при многомерном структурировании и на

применении деятельностной основы работы студентов при изучении физики.

3. Результаты педагогического эксперимента по определению эффективности применения разработанной методики при обучении физике студентов вуза.

Структура диссертации: введение, три главы, заключение, библиографический список, приложение.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении сформулированы цель, объект, предмет и гипотеза диссертационного исследования, сформулированы задачи, научная новизна исследования, теоретическая и практическая значимость работы и приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе **«Теоретические основы структурирования учебного материала при обучении в высшем учебном заведении»** на основе анализа научно-методической литературы по теме исследования показано, что структурирование учебной информации способствует её усвоению. Показаны особенности этого процесса в вузовском образовании при подготовке квалифицированного специалиста – человека, способного не только обучаться у других, но и самообразовываться, развиваться.

Современная дидактика высшей школы предоставляет большой спектр методических и технологических решений образовательной задачи (Ю.И. Дик, Н.С. Пурышева, В.Г. Разумовский, А.М. Сохор, А.А. Червова и др.). Однако проблема эффективного усвоения, а не запоминания учебного материала по-прежнему актуальна. Об этом говорит большое число научных работ, исследующих проблему недостаточного уровня усвоения учебного материала, а как следствие – неуверенности студента при изучении дисциплин последующей специализации. Особенно велика необходимость разработки и внедрения новых форм и методов в обучении вузовской физике – дисциплине, насыщенной сложным математическим и экспериментальным содержанием. Процесс обучения физике в вузе должен быть выстроен как процесс углубления и эффективного использования всех познавательных возможностей студента, как процесс развития его интеллекта.

Особо значимым в аспекте нашего исследования нам видится

формирование и использование при обучении высокого уровня ассоциативности мышления, что понимается, по С. Рубинштейну, как результат обработки и преобразования научной информации в «понятия», которым неизбежно подвергается семантическая образная составляющая учебного материала, включенная в мыслительный процесс, образуя при этом целую ступенчатую иерархию все более обобщенных и схематизированных мыслительных представлений (ассоциаций). Взаимосвязь усвоенных понятий и ассоциаций (представлений) особенно явственно выступает в моменты затруднений, которые встречает студент при обучении физике в вузе. Встречаясь с трудностями, протекающая в понятиях мысль часто обращается к ассоциациям, испытывая потребность «сличить мысль и вещи», привлекая наглядный материал, на котором можно было бы непосредственно проследить мысль. Такую возможность предоставляет структурная карта. Она включает наглядные представления элементов научной теории и их взаимных логических связей. Общая схема и отдельные детали структурной карты способны, используя ассоциативные представления, натолкнуть на решение задачи, закрепить отдельные этапы усвоения учебного материала.

В процессе структурирования учебного материала у студента появляется заинтересованность в получении результата, возможность проявления себя как индивидуальной личности, развивается его познавательная активность, формируется индивидуальный стиль работы с учебным материалом, формируется умение логически соотносить элементы теории на основе индивидуального предметного языка.

Процесс усвоения учебного материала связан с познавательной деятельностью обучаемых и подчиняется известным психологическим закономерностям. Мы считаем, что наиболее полно и конструктивно закономерности усвоения представлены в деятельностной теории учения П.Я. Гальперина. «Человек лучше всего усваивает те знания, которые использовал в каких-то собственных действиях. Всякое хорошо освоенное действие – это действие, полностью представленное в уме. Студент, умеющий правильно действовать, способен мысленно выполнить это действие от начала и до конца, так как умственное действие есть продукт и результат внешнего действия, преобразованного во внутреннее. Так происходит всегда» (П.Я.

Гальперин). Таким внешним действием студента, тесно связанным с умственной деятельностью, может служить структурирование учебного материала при его изучении.

Под структурированием мы понимаем способ кодирования информации, в основе которого лежит анализ логических связей между компонентами теории, визуализация и схематическое представление результата в виде структурных карт.

В научно-методических исследованиях структурные карты представлены в разных формах. Это графы (Б. И. Дегтярев), опоры (В. Ф. Шаталов), структурно-логические схемы (В. А. Бетев), операторы (А. М. Сохор), матрицы (А.Н. Мансуров) и т.п. По отношению к семантике структурирование информации представляется как отражение или воплощение принципа генерализации (предпосылки → ядро → следствия), цикла познания (наблюдения → гипотеза → доказательство → вывод) и т.д. Таким образом, можно констатировать важную роль структурирования информации в процессе обучения.

Однако в рассмотренных нами работах формы и методы структурирования не учитывают сложности вузовского материала, не основываются на его структурно-логической многоуровневости, не в полной мере отвечают необходимости развивать у студентов умение анализировать и синтезировать структурно-организованные знания, умение самостоятельно и продуктивно работать с учебной информацией вузовского уровня. Анализ состояния исследуемой проблемы указал на необходимость поиска нового методического решения по использованию структурирования учебного материала вузовских дисциплин.

Вторая глава **«Дидактические аспекты обучения физике студентов на основе многомерного структурирования»** посвящена особенностям структурирования сложного вузовского учебного материала и его применению в учебном процессе.

Понятие «структурирование» в обучении физике в вузе должно отражать сложность содержательного материала и высокий уровень ассоциативности мышления при усвоении знаний. Эту проблему способен решить многомерный аспект предлагаемого метода. Структурирование в процессе изучения

вузовского курса физики приобретает свойство внутренне-подобной логичности и содержательной сложности, многомерности.

Особенностями многомерного структурирования как метода обработки учебной информации являются: возможность его применения для больших массивов информации, что соответствует содержанию вузовского курса физики, необходимость в каждой структурной карте использовать сочетание нескольких форм или принципов систематизации учебной информации, сочетание в структурной карте семантических единиц разной степени сложности, свобода выбора форм и семантик структурирования достаточного уровня сложности при кодировании информации, возможность составления многомерной структурной карты как преподавателем, так и студентом при соответствующей подготовке, возможность применения данного метода к содержанию разных дисциплин при их изучении.

Суть метода многомерного структурирования учебного материала заключается в выявлении и анализе логических связей между компонентами теории с учётом системных свойств учебной информации (иерархичности, взаимоподобия разноуровневых частей) и в их отображении на многомерной структурной карте.

Деятельность по созданию структурной карты учебного материала можно представить в виде алгоритма:

1. Осознание проблемы, уверенность в необходимости и возможности систематизации учебного материала.
2. Формулировка проблемы и цели деятельности, прогнозирование результата.
3. Моделирование физического процесса, формульно-знаковое и графическое его отображение в простых формах.
4. Анализ и отображение логических связей между отдельными элементами схемы. Отображение незаконченных логических связей, в которых есть незавершенные пары логически-связанных элементов.
5. Дублирование с масштабным увеличением участков структурной схемы, содержащих внутренние и пока не отображённые логические связи, отображение этих связей.
6. Иерархическое выстраивание на плоскости листа разномасштабных

Сложное движение точки.

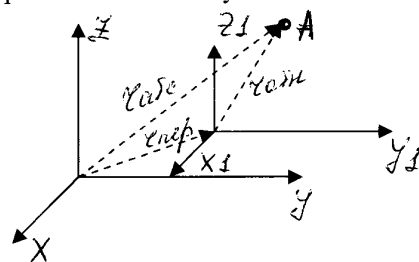
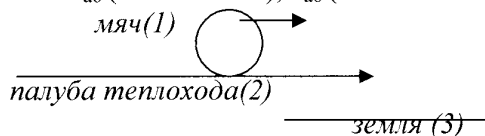
наблюдения:

Def: движ (\cdot) (или т.) одновременно по \div к 2 сист. отсчета, из которых 1 считается условно неподвиж, а 2 определенным образом движ по \div к 1.

сложное движение:

1. *относительное* – $v_{от}$ (относительная), $a_{от}$ (относительное)
2. *переносное* – $v_{пер}$ (переносная), $a_{пер}$ (переносное)
3. *абсолютное* – $v_{аб}$ (абсолютная), $a_{аб}$ (абсолютное)

Пример:



Th о сложении скоростей

ГИПОТЕЗА: предположим, что скорости, которыми обладают тела при сложном движении, связаны между собой некоторой математической зависимостью.

• -им сложное движ (\cdot)M при $\Delta t = t_1 - t$

относительное s-e $\overline{MM'}$

переносное s-e $\overline{mm_1} = \overline{Mm_1}$

абсолютное s-e $\overline{MM_1}$

• -ая векторный ΔMm_1M_1 $\overline{MM_1} = \overline{Mm_1} + \overline{m_1M_1}$

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overline{MM_1}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overline{Mm_1}}{\Delta t} + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overline{m_1M_1}}{\Delta t}$$

\downarrow
 $\overline{V_{аб}}$

\downarrow \downarrow
 $\overline{V_{пер}}$ $\overline{V_{отн}}$
 $\overline{v_a} = \overline{v_{отн}} + \overline{v_{пер}}$

(при $\Delta t \rightarrow 0$ кривая A_1B_1 стремится к совпадению с кривой AB)

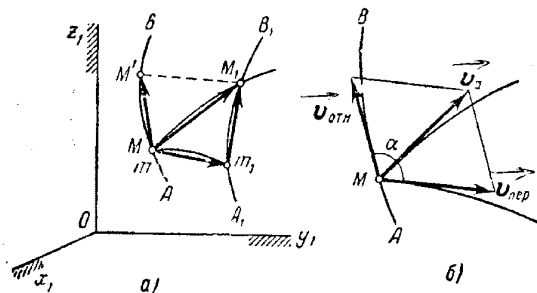


Рис. 210.

Вывод: при сложном движении абсолютная скорость точки равна геометрической сумме относительной и переносной скоростей.

Способ нахождения модуля абсолютной скорости:

$$v_a = \sqrt{v_{отн}^2 + v_{пер}^2 + 2v_{отн}v_{пер} \cos \alpha}$$

Th о сложении ускорений

ГИПОТЕЗА: предположим, что ускорения, которые тела приобретают при сложном движении, связаны между собой некоторой математической зависимостью.

$$\overline{a_{аб}} = \frac{d\overline{v_{аб}}}{dt} = \frac{d\overline{v_{отн}}}{dt} + \frac{d\overline{v_{пер}}}{dt}$$

$$\overline{a_{аб}} = \frac{(d\overline{v_{отн}})_i}{dt} + \frac{(d\overline{v_{отн}})_z}{dt} + \frac{(d\overline{v_{пер}})_i}{dt} + \frac{(d\overline{v_{пер}})_z}{dt}$$

относ. перен. относ. перен.

относительное ускорение \leftrightarrow относительной скорости
переносное ускорение \leftrightarrow переносной скорости

$$\overline{a_{аб}} = \overline{a_{отн}} + \overline{a_{пер}} + \frac{(d\overline{v_{отн}})_z}{dt} + \frac{(d\overline{v_{пер}})_i}{dt}$$

, где

$$\overline{a_{отн}} = \frac{(d\overline{v_{отн}})_i}{dt}$$

$$\overline{a_{пер}} = \frac{(d\overline{v_{пер}})_z}{dt}$$

$$\overline{a_{кор}} = \frac{(d\overline{v_{отн}})_z}{dt} + \frac{(d\overline{v_{пер}})_i}{dt}$$

или

Вывод: при сложном движении ускорение точки равно геометрической сумме трех ускорений: относительного, переносного и поворотного, или кориолисова.

$$\overline{a_{кор}} = 2(\overline{\omega} \times \overline{v_{отн}})$$

Рис. 1 Многомерная структурная карта «Сложное движение точки»

структурных схем, дополняющих друг друга, достраивание незавершённых пар логически-связанных элементов.

7. Окончательное отображение всех логических связей между отдельными элементами схемы и между участками структуры, содержащими внутренние связи. Цветовое выделение ключевых понятий, формул и иных элементов отображаемой информации.

8. Возвращение к цели создания структурной карты, проверка возможности с её помощью пояснить научную логику раздела физики.

В качестве примера приведем многомерную структурную карту и ее структурно-логическую схему по теме «Сложное движение точки» (рис. 1, рис.2.)

Многомерную структурную карту можно представить как результат последовательного структурного углубления в составные части изучаемого учебного материала, причем каждый шаг такого структурирования соответствует усложнению логических связей между компонентами учебной теории.

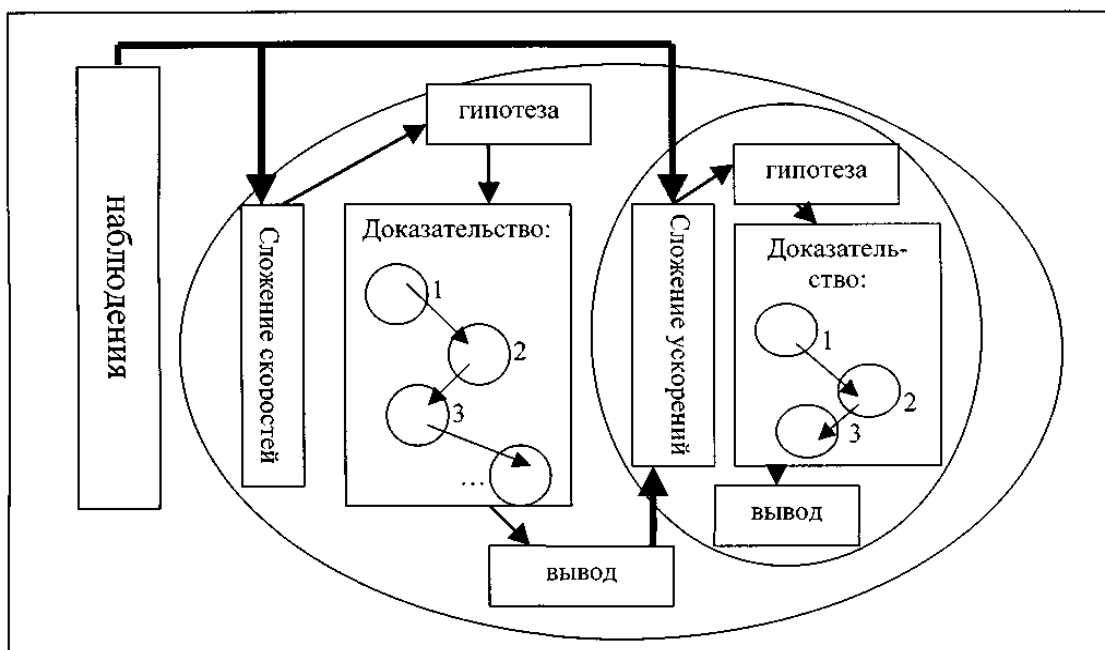


Рис.2. Логическая структура многомерной карты «Сложное движение точки»

Поэтапная деятельность преподавателя и студента, направленная на

усвоение физических знаний студентами при посредстве многомерного структурирования учебного материала, представлена в виде деятельностной основы (таб.1).

Таблица 1

Деятельностная основа работы с многомерными структурными картами (МСК)

Этапы работы	Деятельность преподавателя	Деятельность студента	Результат деятельности
I	Разработка и использование на лекционных и практических занятиях МСК, соответствующих содержанию изучаемого материала по физике.	Восприятие и осмысление учебной информации, сопровождаемое работой со структурной картой, дополнение содержания МСК.	Формирование умения понимать учебную информацию, различать структурные единицы и логические связи между ними.
II	Организация деятельности студентов по анализу МСК, их чтению, восстановлению учебной информации через расшифровку МСК.	Чтение и анализ МСК на практических и лекционных занятиях, восстановление информации через расшифровку индивидуальных МСК.	Формирование умения анализировать содержание учебной дисциплины, перекодировать информацию из свернутого вида (МСК) в развернутый (воспроизведение физической информации в устном и письменном виде).
III	Организация этапа усвоения физической информации с использованием МСК и электронного учебника на основе многомерного гипертекстового структурирования.	Чтение готовых и обучение проектированию собственных многомерных структурных карт.	Формирование умения зашифровывать и расшифровывать физическую информацию со сложными логическими связями, умение отображать эти связи на МСК.
IV	Организация самостоятельной работы студентов с многомерными структурными картами.	Разработка МСК по содержанию изучаемых разделов физики, создание страниц электронного учебника с многомерными структурными картами-слайдами.	Углубление предметных знаний в виде систематизированной и структурированной информации.

Для обеспечения процесса многомерного структурирования нами уточнена система принципов и критериев отбора содержания учебной дисциплины. Систему известных общедидактических принципов обучения при работе над содержанием учебной дисциплины дополняют частно-методические принципы, выработанные в процессе внедрения метода многомерного структурирования учебного материала с учетом особенностей применения:

- принцип цельности содержания как основа интегративности

лекционных и семинарских занятий, то есть как отражение состояния связанности теоретической и практической информации в их педагогической интерпретации;

- принцип методического единства при обучении студентов, при котором метод многомерного структурирования выступает как инструмент обработки содержания и обеспечения усвоения понятий физической науки, и одновременно как предмет изучения и усвоения.

В разработанной нами методике обучения актуально использование мультимедийных средств обучения на основе гипертекстового построения учебного материала. Элементом разработанного учебно-методического комплекса является электронный учебник. Его особенностями являются: возможность изучения раздела «Кинематика» студентами самостоятельно при соответствующей подготовке; возможность работы с электронным учебником в различных вариациях, а именно, изучение материала по многомерным структурным картам-слайдам, прослушивание закодированной информации, ознакомление с закодированной информацией в текстовом виде. Гипертекстовая структура учебника, соответствующая многомерности структуры учебного материала, позволяет студенту управлять информационным потоком, используя компьютерную гипертекстовую навигацию.

В третьей главе **«Реализация методики формирования структурно-организованных знаний по физике в вузе на основе многомерного структурирования учебной информации»** показаны взаимосвязанные элементы разработанной методики, описаны организация и результаты педагогического эксперимента по оценке эффективности разработанной методики на примере обучения разделу физики «Кинематика».

Процесс формирования структурно-организованных знаний по физике представлен на рис.3 как совокупность взаимосвязанных компонентов: целей, содержания, методов, организационных форм и средств диагностики. Реализация разработанной методики обеспечивается учебно-методическим комплексом, с состав которого входят электронный учебник, набор многомерных структурных карт и индивидуальные задания для студентов. Все элементы учебно-методического комплекса используют метод многомерного



Рис.3 Методика формирования знаний при обучении физике на основе многомерного структурирования

структурирования учебного материала для обучающей деятельности преподавателя и для учебной работы студентов – под руководством преподавателя и самостоятельной.

С учетом поставленных в исследовании задач нами были выделены критерии развития мотивации студентов к изучению физики, усвоения знаний по физике, развития навыков самостоятельно работать с содержанием при многомерном структурировании.

Анализ процесса развития мотивации к изучению физики осуществлялся с помощью входного и итогового анкетирования студентов. Мотивация студентов экспериментальной группы (ЭГ) возросла по сравнению с контрольной группой (КГ), результаты представлены на диаграмме (рис. 4).



Рис. 4. Уровень мотивации в контрольной и экспериментальной группах при изучении физики в начале и в конце педагогического эксперимента, где 1 – низкий уровень, 2 – удовлетворительный уровень, 3 – хороший уровень, 4 – высокий уровень

Для проверки начального уровня знаний по физике абитуриентов и студентов проведен вводный тест-опрос, состоящий из вопросов трехуровневой сложности. На этапе контролирующего эксперимента знания студентов оценивались на экзамене, где им предлагалось ответить на пять вопросов с использованием готовых многомерных структурных карт. Вопросы делились по сложности на пять уровней. Результаты показаны в таб. 2 и на рис.5.

Процентное распределение студентов экспериментальной группы
по уровням усвоения знаний

	Уровни усвоения знаний				
	Стандарт (знания) 1	Умения 2	Применение 3	Анализ 4	Синтез 5
Входной контроль	46%	30%	16%	-	-
Итоговый контроль	79%	96%	69%	65%	33%

Использование метода многомерного структурирования учебного материала при обучении физике привело к увеличению среднего коэффициента усвоения знаний в экспериментальных группах: 78% по сравнению с начальным значением 65%.



Рис. 5. Результаты проверки усвоения знаний по физике в экспериментальных группах, где 1- стандарт (знание), 2- умения, 3-применение, 4-анализ, 5-синтез

Структурированность усвоенных студентами знаний по физике играет в нашем эксперименте решающую роль. Эта характеристика усвоенных знаний является интегральной, её высокий уровень показывает глубину и прочность усвоенных знаний, умение их применять, умение анализировать информацию и синтезировать новое знание. Нами разработан способ диагностики структурированности знаний через анализ созданных студентами многомерных

структурных карт. В качестве критерия оценки многомерных структурных карт нами выбрано среднее по группе количество используемых студентами символов, схем, рисунков и формул (таб. 3). Динамика роста четырёх выделенных критериев оценки свидетельствует о возрастании степени структурированности знаний студентов экспериментальной группы. Учитывая, что исследуемые многомерные структурные карты были самостоятельно разработаны студентами в процессе обучения, можно сделать вывод о возросшей степени сформированности умения самостоятельно работать с учебным материалом.

Таблица 3

Количество основных элементов структурных карт, использованных студентами экспериментальных групп в процессе самостоятельной работы над созданием собственных многомерных структурных карт

№	Критерии проверки	ЭГ (1)	ЭГ(2)
1	Количество символов на единицу структурной карты	8,1	15
2	Количество схем на единицу структурной карты	0,9	4,8
3	Количество рисунков на единицу структурной карты	1,3	1,2
4	Количество формул на единицу структурной карты	6,3	14,2

Здесь ЭГ (1) соответствует II этапу деятельностной основы работы с многомерными структурными картами (таб.1), ЭГ (2) – IV этапу деятельностной основы работы с многомерными структурными картами.

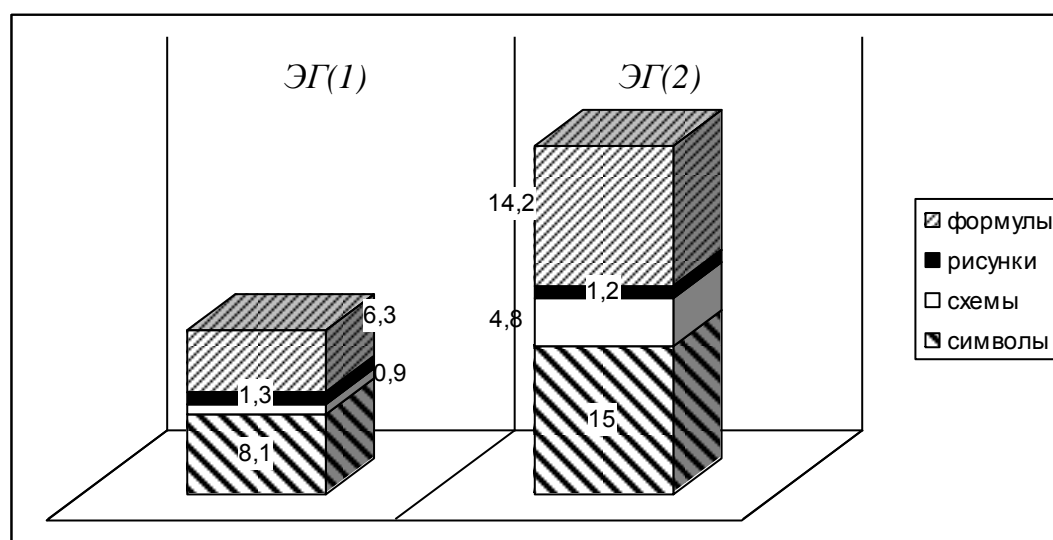


Рис. 4. Динамика роста критериев проверки, показанных в табл.3

На основе полученных результатов построена диаграмма зависимости каждого из критериев проверки на единицу исследуемого структурного элемента (рис. 4).

Сравнение успеваемости студентов экспериментальной группы со средней успеваемостью студентов прошлых выпусков (2004-2005 гг.) показывает, что средний оценочный балл в экспериментальной группе по результатам эксперимента составил 4,17 по отношению к 3,03.

Достоверность различий результатов, полученных в сравнительных экспериментах, определялась с помощью t-критерия Стьюдента. Достоверными считаются различия, вероятность ошибки которых (P) не превышает 0,05. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с помощью программного средства «Microsoft Excel».

Проведенное нами исследование показало справедливость нашей гипотезы. Цель исследования достигнута, положения, выносимые на защиту, доказаны.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Выявлено, что одним из путей формирования глубоких структурно-организованных знаний у студентов при изучении физики является метод, использующий логическую структуризацию учебного материала.
2. Разработан метод многомерного структурирования учебной информации, выступающий как инструмент обработки содержания и как предмет изучения, показаны его особенности: применение для больших массивов информации (вузовские дисциплины); сочетание семантических единиц разной степени сложности; использование комплекса форм и принципов структурирования содержания. Суть метода многомерного структурирования учебного материала заключается в выявлении и анализе логических связей между компонентами теории с учётом системных свойств учебной информации (иерархичности, взаимоподобия разноуровневых частей) и в их отображении на многомерной структурной карте.
3. Усовершенствована методика формирования структурно-организованных знаний студентов по физике, способствующая развитию познавательной мотивации к изучению физики и навыков самостоятельного структурирования учебной информации. Методика включает метод

многомерного структурирования учебного материала, средства обучения и диагностики усвоенных студентами знаний, уточненную систему критериев и принципов отбора содержания при его многомерном структурировании, среди которых авторские: принцип методического единства обучения физике студентов, где метод многомерного структурирования выступает как инструмент обработки содержания и обеспечения усвоения понятий изучаемой науки, и одновременно как предмет изучения и усвоения; принцип цельности содержания как основа интегративности лекционных и семинарских занятий.

4. Разработан и апробирован учебно-методический комплекс на основе многомерного структурирования учебной информации, включающий набор структурных карт по разделу «Кинематика», набор индивидуальных заданий для закрепления изученного учебного материала и для самостоятельной работы студентов по разработке многомерной структурной карты, электронный учебник «Кинематика в картинках» на основе программных продуктов Microsoft PowerPoint 2003, Microsoft Publisher 2003.
5. В ходе педагогического эксперимента показано, что использование метода многомерного структурирования учебного материала по физике ведет к положительной динамике усвоения структурно-организованных знаний студентов.

Основное содержание диссертационного исследования отражено в следующих **публикациях**:

Статья в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Ермаков, А. В. Многомерное структурирование учебного материала как пример инновационного обучения физике в вузе [Текст] / А. В. Ермаков // Физическое образование в вузах. – М.: Изд. Дом МФО, 2007. – Т13, №4. – С. 105-112.

Статьи и тезисы в материалах научных конференций

2. Ермаков, А. В. Исследовательская деятельность учащихся на уроках физики [Текст] / М.Л. Залесский, А. В. Ермаков // Педагогическое обозрение. – Н.Новгород: Ниж.гуманитарный центр, 2002. - №3. – С.68-72.
3. Ермаков, А. В. Формы структурирования учебного материала и их педагогическое значение [Текст]/ А. В. Ермаков // Актуальные вопросы развития образования и производства: тез. докл. IV Всерос. науч.-практ. конф. студентов, соискателей, молодых ученых и специалистов. - Н.Новгород: ВГИПУ, 2003. –

С.93.

4. Ермаков, А. В. Структурирование учебного материала при обучении физике в школе [Текст]/ А. В. Ермаков // Обучение физике в школе и ВУЗе в условиях модернизации системы образования: материалы Всерос. науч.-метод. конф. - Н.Новгород: НГПУ, 2004. – С.19-20.
5. Ермаков, А. В. Специфика в обучении специалистов высших инженерных учебных заведений [Текст]/ А. В. Ермаков // Проблемы профессиональной направленности естественнонаучного и технического образования: сб. тр. II межвуз. науч.-практ. конф. преподавателей вузов, ученых, соискателей и специалистов. - Н.Новгород: ВГИПУ, 2005. – С.7-8.
6. Ермаков, А. В. Когнитивная карта – «инструмент» при формировании когнитивного стиля мышления в развитии ребенка [Текст]/ А. В. Ермаков // Высокие технологии в педагогическом процессе: тр. VI Междунар. науч.-метод. конф. преподавателей вузов, ученых и специалистов. - Н.Новгород: ВГИПУ, 2005. – С.107-108.
7. Ермаков, А. В. Структура учебного материала, ее способы и методическая значимость [Текст]/ А. В. Ермаков // Проблемы теории и практики подготовки современного специалиста: межвуз. сб. науч. труд. - Н.Новгород: НГЛУ им.Н.А.Добролюбова, 2005. – С.131-136.
8. Ермаков, А. В. Значение структуры учебного материала в учебном процессе [Текст]/ А. В. Ермаков // X Нижегород. сес. молодых ученых. Гуманитарные науки. «Голубая Ока». - Н.Новгород: Изд.О.Гладкова, 2005. – С.79-81.
9. Ермаков, А. В. Структурирование учебного материала по физике в разных психолого-педагогических теориях [Текст] / А. В. Ермаков // Высокие технологии в педагогическом процессе: тр. VII Междунар. науч.-метод. конф. преподавателей вузов, ученых и специалистов. - Н. Новгород: ВГИПУ, 2006. – С. 33-34.
10. Ермаков, А. В. Психологический подход к процессу обучения на основе структурирования учебного материала [Текст] / А. В. Ермаков // Проблемы теории и практики обучения физики: сб. науч. работ, предоставл. на Междунар. науч. конф. «Герценовские чтения». – СПб.: РГГУ им.А.И.Герцена, 2006. – С. 142-144.
11. Ермаков, А. В. Структура учебного материала как средство учебного взаимодействия студента и педагога [Текст] / А. В. Ермаков // Формирование научной картины мира человека 21 века : материалы Междунар. науч.-практ. конф. - Горно-Алтайск: ПАНИ, 2006. – С. 57-58.

12. Ермаков, А. В. Цели, задачи и особенности использования многомерного структурирования учебного материала при обучении в вузе [Текст] / А. В. Ермаков // Проблемы профессиональной направленности естественнонаучного и технического образования : сб. тр. III межвуз. науч.-практ. конф. преподавателей вузов, ученых, соискателей и специалистов. - Н. Новгород: ВГИПУ, 2006. – С. 33 – 35.
13. Ермаков, А. В. Многомерное структурирование учебного материала [Текст] / А. В. Ермаков // Гуманитарные науки : XI Нижегород. сес. молодых ученых. - Н. Новгород: Изд.О.Гладкова, 2006. – С. 199 – 200.
14. Ермаков, А. В. Физика в вузе и многомерное структурирование учебного материала [Текст] / А. В. Ермаков // Физическое образование: проблемы и перспективы развития : материалы VI Междунар. науч.-метод. конф. – М.: МПГУ, 2007 – С. 36-38.
15. Ермаков, А. В. Обучение физике в вузе с использованием многомерного структурирования учебного материала. [Текст] / А.В. Ермаков, Т.А. Коробкова // Вест. волж. гос. инж.-пед. ун-та. – Н.Новгород: ВГИПУ, 2006. – С. – 120 – 124.(авт.50%)
16. Ермаков, А. В. Теоретическая механика и многомерные структурные карты [Текст]/ А. В. Ермаков, Л.И. Кутепова // Современные тенденции развития профессионального образования в подготовке специалистов в области автомобилестроения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Н.Новгород: ВГИПУ, 2007 – С. 104 – 106. (авт.50%)
17. Ермаков, А.В. Методика обучения структурированию учебной информации как основа управления учебно-познавательной деятельностью учащихся на уроках физики [Текст] / А.В. Ермаков, О.В. Аквилева // Материалы по теории и методике обучения физике. Вып. 9. – Н.Новгород: НГПУ, 2007. – С. 43 – 46. (авт. 50%)
18. Ермаков, А. В. О роли метода многомерного структурирования учебной информации в дидактике вуза [Текст] / А. В. Ермаков // Проблемы теории и практики подготовки современного специалиста: Межвуз. сб. науч. тр. - Н.Новгород: НГЛУ им.Н.А.Добролюбова, 2007. – С.156 – 162.
19. Ермаков, А.В. Организация деятельности студентов при реализации метода многомерного структурирования в обучении физике [Текст] / А. В. Ермаков, Т.А.Коробкова // Проблемы теории и практики подготовки современного специалиста: Межвуз. сб.науч. тр. – Вып.8. – Н.Новгород: НГЛУ им. Н.А.Добролюбова. 2008. – С. 23-26. (авт. 50%)