

МОБУ СОШ с. Первомайское
Муниципального района Стерлитамакский район
Республики Башкортостан

Учебно-методическая работа

«Использование «Виртуальной лаборатории по физике» как средство повышения познавательной активности обучающихся во внеурочной деятельности»

Автор: Куш Дмитрий Юрьевич

2016 г.

Актуальность:

Новые информационные технологии открыли доступ к получению знаний, обеспечив выход в мировое информационное пространство. На текущий момент во всем мире компьютерные технологии все больше и больше входят в жизнь человека. Образовательные учреждения не должны упускать данного обстоятельства из виду и обязаны шагать в ногу со временем, внедряя ЭВМ в процесс обучения. Ярким примером является использование моделей различных физических процессов. Компьютерное моделирование позволяет обучающимся увидеть те эксперименты, которые по тем или иным причинам трудно или вообще не воспроизводимы в данных лабораторных условиях. Следовательно, приобретает особую актуальность создание таких мультимедийных электронных учебников, которые позволили бы в полной мере обеспечить возможность самостоятельной работы с источниками информации. Это относится как к дистанционному обучению, так и к проблеме интеграции новых информационных технологий в образовательный процесс. Как видно, нужны различного рода учебные пособия, адекватные современным требованиям к образовательному процессу.

Цель научной работы состоит в:

- создании интерактивного лабораторного комплекса;
- использовании «Виртуальной лаборатории» как средство повышения познавательной активности обучающихся во внеурочной деятельности.

Поставленная цель предполагает решение следующих **задач**:

1. Создать компьютерные модели физических процессов;
2. Разработать методику выполнения лабораторных работ с использованием интерактивного лабораторного комплекса.
3. Апробировать виртуальную лабораторию во внеурочной деятельности.

Объектом данного исследования являются виртуальные лаборатории как средство повышения познавательной активности обучающихся к предмету «физика».

Предметом исследования данной работы являются виртуальные лаборатории.

Гипотеза:

Важным этапом эффективного образовательного процесса является физический эксперимент, стимулирующий активную познавательную деятельность и творческий подход к получению знаний. При традиционных формах образовательного процесса такая возможность реализуется в ходе выполнения необходимого комплекса лабораторных работ или практических занятий.

Проблема: Однако часто в силу отсутствия достаточного оборудования ограничивается возможность доступа обучающихся к наиболее интересному и уникальному оборудованию, техническим объектам, научным и технологическим экспериментам, которые подчас представляют наибольший интерес и стимулируют получение знаний. Вот здесь то и понадобятся виртуальные лабораторные работы.

В то время как определенный эксперимент может быть проведен лишь один раз, виртуальная модель может использоваться вновь и вновь, без ограничения времени и места обучения. Такие модели могут предоставлять точные и полные данные. Использование виртуальной лаборатории может сохранить время как преподавателей, так и учащихся.

Теоретическая и практическая ценность работы заключается в том, что методика использования лабораторного комплекса в процессе изучения механики может быть применена и для других разделов физики. Компьютерное моделирование лабораторного комплекса может найти непосредственное применение в учебном процессе – за недостатком дорогостоящей аппаратуры или вследствие ее устаревания. Возможность моделирования процессов, протекание которых принципиально невозможно в лабораторных условиях. Возможность проникновения в тонкости процессов и наблюдения происходящего в другом масштабе времени, что актуально для процессов, протекающих за доли секунды или, напротив, длящихся в течение нескольких лет. Безопасность является немало-важным плюсом использования виртуальных лабораторий в случаях, где идет работа, например, с высокими напряжениями или химическими веществами. В связи с тем, что управлением виртуального процесса занимается компьютер, появляется возможность быстрого проведения серии опытов с различными значе-

На третьем этапе предполагается продолжить работу над разработкой виртуальных лабораторий, а так же создание единой виртуальной лаборатории по всем темам, систематизацию результатов научно-педагогического исследования, формулировку теоретических положений и выводов, публикацию методических разработок по теме исследования.

Данная работа, на мой взгляд, имеет большие возможности для реализации. Более того, ее необходимость обусловлена требованием времени.

Прогноз положительных результатов:

Относительно учащихся:

- учащимся предоставляется возможность индивидуальной исследовательской работы с компьютерными моделями, в ходе которой они могут самостоятельно ставить эксперименты, быстро проверять свои гипотезы, устанавливать закономерности физических явлений и процессов;
- задается индивидуальный темп обучения для каждого обучающегося, появляется возможность повторения эксперимента во внеурочное время;
- появляется реальная возможность выполнения компьютерной лабораторной работы, которую невозможно выполнить в условиях учебной лаборатории;
- учащиеся приобретут навыки оптимального использования персонального компьютера в качестве обучающего средства;
- учащиеся получают навыки работы с электронными ресурсами.

Относительно преподавателя:

- высвобождается время для индивидуальной работы с учащимися (особенно с отстающими);
- появляется возможность проведения быстрой индивидуальной диагностики результатов процесса обучения.

Участники эксперимента

- Обучающиеся 7-11 классов.

Дальнейшее развитие эксперимента

- - разработка электронных ресурсов;
- - организация работы дистанционного обучения;

ниями входных параметров, что часто необходимо для определения зависимостей выходных параметров от входных.

Экономия времени и ресурсов для ввода результатов в электронный формат. Некоторые работы требуют последующей обработки достаточно больших массивов полученных цифровых данных, которые выполняются на компьютере после проведения серии экспериментов. Слабым местом в этой последовательности действий при использовании реальной лаборатории является ввод полученной информации в компьютер. В виртуальной лаборатории этот шаг отсутствует, так как данные могут заноситься в электронную таблицу результатов непосредственно при выполнении опытов экспериментатором или автоматически. Таким образом, экономится время и значительно уменьшается процент возможных ошибок.

И, наконец, отдельное и важное преимущество заключается в возможности использования виртуальной лаборатории в дистанционном обучении, когда в принципе отсутствует возможность работы в лабораториях школы.

Этапы выполнения работы:

На первом этапе:

1. Анализ лабораторных работ;
2. Создание компьютерной модели физических процессов, рассматриваемых в лабораторных работах данного курса;
3. Создание динамической визуализации данного явления, используя полученные результаты и язык программирования Action Script 2.0;
4. Разработка эргономичного, комфортного интерфейса пользователя;
5. Разработка методики выполнения лабораторных работ с использованием данного интерактивного лабораторного комплекса.
6. Внедрение лабораторного комплекса на уроках физики и во внеурочной деятельности.

На втором этапе планируется проектирование, разработка, создание виртуальных лабораторий по другим разделам физики и внедрение в образовательный процесс.

- участие в региональных, муниципальных научно-практических конференциях;

- публикации в периодической печати;

- выпуск научно-методического сборника по итогам работы эксперимента.

В прямой зависимости от уровня активности ученика в познавательной деятельности, степени его самостоятельности в этом процессе находится эффективность обучения, повышение которой и является важнейшей проблемой образования в современной школе.

Исследовательская деятельность учащихся во внеурочное время включает в себя:

- процесс работы над учебным проектом;

- работу на факультативе или спецкурсе;

- участие в олимпиадах, конкурсах.

Элективный курс даёт возможность:

- разнообразить форму работы;

- разнообразить методы, которые направлены не только на усвоение знаний (здесь это не главное), но и на развитие познавательных интересов, творческих способностей, общей культуры,

- обеспечить более глубокую, широкую, разнообразную практическую деятельность (наблюдение, проведение экспериментов, опытов и т.д.)

Методология исследования:

Применение компьютерных моделей в процессе обучения

В современном обществе использование информационных технологий становится необходимым практически в любой сфере деятельности человека. Овладение навыками этих технологий еще за школьной партой во многом определяет успешность будущей профессиональной подготовки нынешних учеников. Процесс овладения этими навыками протекает гораздо эффективней, если происходит не только на уроках информатики, а находит свое продолжение и развитие на уроках учителей-предметников. Этот подход выдвигает новые требования к подготовке учителя-предметника, ставит перед ним новые проблемы, заставляет

осваивать новую технику и создавать новые методики преподавания, основанные на использовании современной информационной среды обучения.

Развитие технологий во всех сферах человеческой деятельности влечет за собой изменения в требованиях, предъявляемых к ученикам школы, а особенно к выпускникам. Они должны не только знать разнообразные науки, но и творчески мыслить, уметь строить свою жизнь в быстроменяющемся информационном социуме. Поэтому возникает необходимость в новой модели обучения, построенной на основе современных информационных технологий, которые открывают возможности вариативности учебной деятельности, ее индивидуализации и дифференциации.[12].

Физика является одной из первых наук, в которой эксперимент использовался для получения новых знаний и проверки научных теорий. Но после появления компьютеров и применения информационных технологий в образовании, грань между теоретической и экспериментальной физикой стала менее отчетливой, так как возник новый вид эксперимента – виртуальный физический эксперимент.

Существует несколько подходов к созданию виртуальных лабораторных работ:

1. Виртуальные лабораторные работы разрабатываются с применением различных языков программирования (Delphi, Pascal, JavaScript и т. д.). Преимуществом данного подхода является максимальная конкретизация конечного продукта к изучаемой дисциплине. Отрицательной стороной является большая трудоемкость разработки программного продукта.

2. Виртуальные лабораторные работы разрабатываются с применением современных инструментальных средств. Это наиболее эффективный и перспективный подход, позволяющий в сжатый срок разработать комплекс виртуальных лабораторных работ. Скорость разработок обусловлена наличием большого количества готовых средств для моделирования, интерфейсного и информационного наполнения.

Подготовка и проведение лабораторных работ требуют от преподавателя знаний некоторых методических особенностей, в значительной степени зависящих от наличия тех или иных приборов и инструментов.

Урочное использование виртуальных лабораторных работ по отношению к реальным может быть таким:

- Демонстрационное (перед реальной работой) использование: показать фронтально, с большого экрана монитора или через мультимедийный проектор последовательность действий реальной работы; предпочтительны реалистичные качественные и полуколичественные модели.

- Обобщающее (после реальной работы) использование: фронтальный режим (демонстрация, уточнение вопросов, формулирование выводов и закрепление рассмотренного) или индивидуальный (математическая сторона экспериментов, анализ графиков и цифровых значений, изучение модели как способа отражения и представления реальности; предпочтительны количественные, параметрические модели).

- Экспериментальное (вместо реальной работы) использование: индивидуальное (в малых группах) выполнение заданий в виртуальной лаборатории без выполнения реальной работы, компьютерный эксперимент. Может выполняться как с реалистичными полуколичественными 3D-моделями, так и с параметрическими.

Потенциал такого применения виртуальных практикумов высок.

Исследование полуколичественной модели (и количественной, параметрической с неявной математической основой) представляет собой нетривиальную задачу, в которую вовлекаются разнообразные умения: планировать эксперимент, *выдвигать или выбирать наиболее разумные гипотезы о связи... величин* (отмеченное курсивом – цит. по [2]), явлений, свойств, параметров, *делать выводы на основе экспериментальных данных*, формулировать задачи.

Особенно важным и целесообразным является умение *указывать границы (область, условия) применимости научных моделей...*, включая изучение того, какие аспекты реального явления компьютерная модель воспроизводит удачно, а какие оказываются за гранью моделируемого.

Эффективность применения компьютерных моделей на уроках определяется также стилем, авторским почерком, нетривиальностью педагогического мышления применяющего их учителя, его готовностью к инновационной деятельности, индивидуализации и дифференциации обучения. Конечно, есть группы обучаемых, заданные внешней дифференциацией (например, обучающиеся на дому или экстерном, дистанционно, дети с особыми потребностями), для которых лабораторные работы в компьютерном курсе могут быть очень удачным (иногда – единственно возможным) решением. Но требуют разработки приемы направленного применения таких работ как с учетом специфики классного коллектива, так и по месту в изучаемом курсе.

Но следует помнить, физика – наука о природе, а не о виртуальной реальности. Физические модели – это всегда приближение к реальной действительности. Поэтому компьютерные эксперименты не могут быть заменой реальных, но могут дополнить их, помочь в их теоретическом осмыслении. Проводя такие эксперименты, стоит озадачить учащихся, обратив их внимание на то, что происходящие так реально на экране монитора движения и взаимодействия тел – всего лишь модель реальных физических процессов. Каждое положение тела на экране рассчитывается компьютером по законам физики, открытыми людьми и изучаемыми в данный момент на уроке.

Школа будущего – это школа «информационного века». Главным в ней становится освоение каждым учеником самостоятельного, собственного знания, овладение способностями творческого самовыражения. Методика обучения физике всегда была сложнее методик преподавания других предметов. Использование компьютеров в обучении физики, применение новых информационных технологий, мультимедийных продуктов деформирует методику ее преподавания как в сторону повышения эффективности обучения, так и в сторону облегчения работы учителя. Это будет еще одним шагом к повышению качества обучения школьников и в конечном итоге к воспитанию новой личности – ответственной, знающей, способной решать новые задачи, быстро осваивать и эффективно использовать необходимые для этого знания.[14].

Содержание и структура электронного учебного пособия

Для запуска электронного пособия необходимо открыть Web-документ: [index.html](#). При нажатии на гиперссылку «Виртуальная лаборатория по механике», можно осуществить переход к лабораторным работам.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение Высшего профессионального образования
«Стерлитамакская государственная педагогическая академия»
им. Зайнаб Бишевой
Институт математики и естественных наук

ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО МЕХАНИКЕ

Стерлитамак 2011

Страница с содержанием лабораторных работ имеет вид:

Механика <u>Лабораторная работа № 1</u> Изучение явления сухого трения <u>Лабораторная работа № 2</u> Определение модуля Юнга и коэффициента деформации нити стержня <u>Лабораторная работа № 3</u> Изучение вращательного движения твердого тела на приборе Обербека <u>Лабораторная работа № 4</u> Определение коэффициента внутреннего трения <u>Лабораторная работа № 5</u> Определение ускорения свободного падения при помощи маятника Атвуда	ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО МЕХАНИКЕ
---	--

Виртуальная лаборатория по механике включает в себя пять лабораторных работ:

- 1) Изучение явления сухого трения (метод максимальной нагрузки и метод предельного угла);
- 2) Определение модуля Юнга из деформации изгиба стержня;
- 3) Изучение вращательного движения твердого тела на приборе Обербека;
- 4) Определение коэффициента внутреннего трения;
- 5) Определение ускорения свободного падения при помощи машины Атвуда.

В левом фрейме имеется список лабораторных работ. Чтобы выбрать нужную работу, необходимо нажать на соответствующую гиперссылку.

Механика
<u>Лабораторная работа № 1</u>
<u>Изучение явления сухого трения</u>
<u>Лабораторная работа № 2</u>
<u>Определение модуля Юнга из</u>
<u>деформации изгиба стержня</u>
<u>Лабораторная работа № 3</u>
<u>Изучение вращательного движения</u>
<u>твердого тела на приборе Обербека</u>
<u>Лабораторная работа № 4</u>
<u>Определение коэффициента</u>
<u>внутреннего трения</u>
<u>Лабораторная работа № 5</u>
<u>Определение ускорения свободного</u>
<u>падения при помощи машины</u>
<u>Атвуда</u>

При нажатии на гиперссылку в основном окне открывается содержание, относящееся к данной лабораторной работе. Содержание работы состоит из пяти кнопок: теория, ход работы, выполнение, вопросы, литература.

Изучение явления сухого трения
теория ход работы выполнение вопросы литература

Механика
Лабораторная работа № 1
Изучение явления сухого трения

Лабораторная работа № 2
Определение модуля Юнга из
деформации изгиба стержня

Лабораторная работа № 3
Изучение вращательного движения
твёрдого тела на приборе Обербека

Лабораторная работа № 4
Определение коэффициента
внутреннего трения

Лабораторная работа № 5
Определение ускорения свободного
падения при помощи машины
Атвуда

Изучение явления сухого трения
теория ход работы выполнение вопросы литература

Виртуальные лабораторные работы

При щелчке по кнопке с надписью «теория» открывается в основном окне краткая теория по данной работе.

Механика
Лабораторная работа № 1
Изучение явления сухого трения

Лабораторная работа № 2
Определение модуля Юнга из
деформации изгиба стержня

Лабораторная работа № 3
Изучение вращательного движения
твёрдого тела на приборе Обербека

Лабораторная работа № 4
Определение коэффициента
внутреннего трения

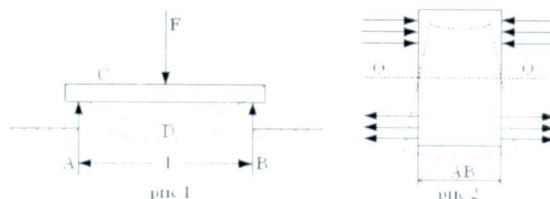
Лабораторная работа № 5
Определение ускорения свободного
падения при помощи машины
Атвуда

Определение модуля Юнга из деформации изгиба стержня.
теория ход работы выполнение вопросы литература

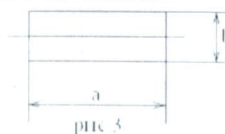
Краткая теория

Под действием внешних сил твёрдые тела изменяют свою форму: удлиняются, сжимаются, изгибаются, сдвигаются, скручиваются, другими словами, деформируются. Различают следующие виды деформации: растяжение (сжатие), сдвиг, кручение, изгиб. Основными являются деформации растяжения (сжатия) и сдвига, остальные виды деформации могут быть сведены к растяжению (сжатию) или сдвигу.

Рассмотрим деформацию изгиба



Если упругий стержень положить на опоры (рис. 1) и подвесить в середине стержня силу F , то стержень прогнется. Если мысленно вырезать небольшой участок стержня (в середине) и сравнить его форму до изгиба и после изгиба (рис. 2), то можно заметить, что слои участка, лежащие выше оси $O-O$, будут сжаты, а слои, расположенные ниже $O-O$, растянуты. Слой, лежащий на оси $O-O$, не будет ни растянут, ни сжат: он только изогнется.



При нажатии на кнопку «ход работы» открывается описание лабораторной работы, методика ее выполнения, а также таблицы для заполнения.

Механика

[Лабораторная работа № 1](#)
Изучение явления сухого трения

[Лабораторная работа № 2](#)
Определение модуля Юнга из деформации изгиба стержня

[Лабораторная работа № 3](#)
Изучение вращательного движения твердого тела на приборе Обербека

[Лабораторная работа № 4](#)
Определение коэффициента внутреннего трения

[Лабораторная работа № 5](#)
Определение ускорения свободного падения при помощи машины Атвуда

Определение модуля Юнга из деформации изгиба стержня.

теория **ход работы** выполнение вопросы литература

Ход работы

Краткое описание установки

В данной установке стержни, изготовленные из различного материала, устанавливаются на опоры, находящиеся на одном монорельсе. Расстояние между опорами можно менять.

Для измерения стрелы прогиба служит индикатор (перед началом измерений необходимо ознакомиться с принципом действия индикатора и определить цену деления шкалы).

В качестве нагрузки (силы $\vec{F}$) служат перегрузки.

Задание:

1. Проведите измерения ширины и толщины стержня.
2. Установите опоры на определенном расстоянии « b » друг от друга и измерьте его.
3. Постепенно нагружая столбик G_T перегрузками, определите для каждой нагрузки стрелу прогиба f .

Данные измерений занесите в таблицы 1 и 2.

таблица 1

N	a, м	Δa , м	b, м	Δb , м
изм				
1				
2				
3				
сред.				

При щелчке по кнопке с надписью «выполнение» открывается в основном окне виртуальная лаборатория.

Механика

[Лабораторная работа № 1](#)
Изучение явления сухого трения

[Лабораторная работа № 2](#)
Определение модуля Юнга из деформации изгиба стержня

[Лабораторная работа № 3](#)
Изучение вращательного движения твердого тела на приборе Обербека

[Лабораторная работа № 4](#)
Определение коэффициента внутреннего трения

[Лабораторная работа № 5](#)
Определение ускорения свободного падения при помощи машины Атвуда

Определение модуля Юнга из деформации изгиба стержня.

теория **ход работы** выполнение вопросы литература



При необходимости, нажатием на кнопку «увеличить работу», можно открыть данную лабораторию в отдельном окне.

Модуль Юнга



При нажатии на кнопку «назад» можно вернуться в раздел выбора лабораторных работ. При нажатии на кнопки «вопрось» и «литература» открывается соответственно список контрольных вопросов и рекомендуемая литература по данной работе.

Механика
Лабораторная работа № 1
Изучение явления сухого трения

Лабораторная работа № 2
Определение модуля Юнга из
деформации изгиба стержня

Лабораторная работа № 3
Изучение вращательного движения
твёрдого тела на приборе
Обербека

Лабораторная работа № 4
Определение коэффициента
внутреннего трения

Лабораторная работа № 5
Определение ускорения
свободного падения при помощи
машинки Атвуда

Механика
Лабораторная работа № 1
Изучение явления сухого трения

Лабораторная работа № 2
Определение модуля Юнга из
деформации изгиба стержня

Лабораторная работа № 3
Изучение вращательного движения
твёрдого тела на приборе
Обербека

Лабораторная работа № 4
Определение коэффициента
внутреннего трения

Лабораторная работа № 5
Определение ускорения
свободного падения при помощи
машинки Атвуда

Определение модуля Юнга из деформации изгиба стержня. теория ход работы выполнение вопросы литература

Контрольные вопросы

1. Какие виды деформации вы знаете? Чем они отличаются друг от друга?
2. Что называется абсолютной величиной деформации и относительной деформацией для различных видов деформации?
3. Что называется коэффициентом Пуассона? Его физический смысл?
4. Сформулируйте закон Гука. Связь между какими физическими величинами он даёт? Физический смысл коэффициента упругости и модуля упругости?
5. Какие деформации называются упругими? Что называется пределом пропорциональности и пределом прочности? Нарисуйте диаграмму напряжений для какого-нибудь вещества и на нем покажите области, соответствующие пределу пропорциональности, пределу упругости, пределу текучести и пределу прочности.
6. Что называется стрелой прогиба? Почему важно знать эту характеристику материала помимо модуля Юнга?
7. Выведите формулу для расчета потенциальной энергии упруго-деформированных тел.
8. Нарисуйте петлю упругого гистерезиса и объясните его.

Определение модуля Юнга из деформации изгиба стержня. теория ход работы выполнение вопросы литература

Список рекомендательной литературы

1. Александров А.В., Яшин А.Я. Курс общей физики. Механика. - М.: Просвещение, 1978. - с. 67-82.
2. Архангельский М.М. Курс физики. Механика. - М.: Просвещение, 1975. - Гл. 11. §1 - §5.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. - Т.1. - М.: Наука, 1973. - §6.
4. Струхов Д.В. Общий курс физики. - Т.1. - М.: Наука, 1974. - §73-81.
5. Стрелков С.П. Механика. - М.: Наука, 1975. - §38-42, §81-91.

Виртуальная лабораторная работа представляет собой один из прогрессивно развивающихся видов проведения лабораторных занятий, суть которого заключается в замене реального лабораторного исследования на математическое моделирование изучаемых физических процессов, но с элементами виртуального взаимодействия учащегося с лабораторным оборудованием. В зависимости от используемой программной инструментальной среды можно создать адекватную иллюзию работы с реальными объектами.

С помощью программы Macromedia Flash 8.0 нами был разработан лабораторный комплекс, который может быть использован в процессе изучения механики. В ходе выполнения нашего проекта проанализированы лабораторные работы курса «Механика», рассмотрены математические модели физических процессов в рамках лабораторных работ указанного курса. Математические модели реализованы на языке Action Script 2.0 в среде Macromedia Flash 8.0. Кроме того, нами разработан интерфейс пользователя с применением графических редакторов Adobe Photoshop CS5 и CorelDRAW Graphics Suite X5. Особую значимость представляет разработанная нами методика выполнения лабораторных работ в данном интерактивном лабораторном комплексе.

Разработанный лабораторный комплекс по механике (6 работ) можно использовать в процессе обучения как постоянное поурочное методическое пособие, используемое на различных этапах урока для формирования, закрепления и восстановления физических знаний студентов.

Безусловно, компьютерная лаборатория не может заменить настоящую физическую лабораторию. Однако проведение виртуальной работы оказывается единственным выходом при отсутствии необходимого оборудования.

Список использованной литературы

1. Александров А.В., Яшкин А.Я. Курс общей физики. Механика. – М.: Просвещение, 1978.
2. Архангельский М.М. Курс физики. Механика. – М.: Просвещение, 1975.
3. Биккулова Н.Н., Девяткин Е.М. Руководство к лабораторным работам по физике. «Механика»: Учебное пособие для студентов 1-го курса физико-математического факультета педагогических вузов по специальности «032200 Физика и математика»/ Изд-е Башкирск. ун-та. –Уфа, 2007.-136 с.
4. Гомулина Н. Н. Применение новых информационных и телекоммуникационных технологий в школьном физическом и астрономическом образовании. Диссертация. М., 2003
5. Гурский Д. ActionScript: программирование во Flash MX 2004. – СПб.: Питер, 2004. – 1088 с.: ил.
6. Савельев И.В. Курс общей физики. – Т.1. – М.: Наука, 1970 – 512 с.:ил.
7. Сивухин Д.В. Общий курс физики. – Т.1. – М.: Наука, 1974 – 540 с.
8. Слепченко К. Macromedia Flash Professional 8 на примерах. – СПб.: БХВ – Петербург, 2006. – 416 с.: ил.
9. Смирнов А.В. Теория и методика применения средств новых информационных технологий в обучении физике. Автореф дисс. докт. пед наук. — М., 1996, с. 59.
10. Трофимова Т. И. Курс физики: Учеб пособие для вузов – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 1990 – 478 с.: ил.
11. Лабораторный практикум по теории и методике обучения физике в школе: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Под ред. С.Е. Каменецкого и С.В. Степанова. – М.: Издательский центр "Академия", 2002. – 304с.
12. Балыкина Е.Н., Бузун Д.Н. Тестология: электронный учебно-методический комплекс / Е.Н.Балыкина, Д.Н.Бузун // Информационный бюллетень ассоциации «История и компьютер. № 5: Материалы IX конференции АИК. Апрель 2004 г. – Москва; Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. – 19 с.
13. Балыкина Е.Н., Бузун, Д.Н. Проектирование концептуальной модели электронного учебно-методического комплекса «Тестология» / Е.Н.Балыкина

Д.Н.Бузун // XIV конференция-выставка «Информационные технологии в образовании»: Сборник трудов участников конференции. Часть IV. – М.: МИФИ, 2004. – 109 с.

14. Краснова Г.А., Беляев А.В., Соловов А.В. Технологии создания электронных средств / Г.А.Краснова, М. И. Беляев, А. В. Соловов. – М.: МГЛУ, 2001. – 224 с.

15. **Демкин, В. П.** Принципы и технологии создания электронных учебников / В. И. Демкин, В. М. Вымятин. – Томск: 2002. – 64 с.