

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	3
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>ГЛАВА 1. Структура и состав интерактивного курса по теме “Кинематика”</b> .....	8
<b>1.1. Структура курса</b> .....	8
<b>1.2. Состав курса</b> .....	11
<b>ГЛАВА 2. Реализация курса средствами Macromedia Flash</b> .....	16
<b>ГЛАВА 3. Работа обучающегося с интерактивным курсом</b> .....	25
<b>ГЛАВА 4. Эргономический анализ интерфейса программного продукта</b> .....	38
<b>ГЛАВА 5. Оценка экономической эффективности дипломного проекта</b> .....	44
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	51
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	52

## АННОТАЦИЯ

Данная работа посвящена разработке и созданию на основе современных мультимедийных технологий интерактивного лекционного курса по разделу «Кинематика» курса теоретической механики. Предполагается, что результат работы будет способствовать активизации учебно-познавательной деятельности обучающихся и лучшему усвоению ими материала.

В проекте в рамках среды **Macromedia Flash 8** реализована интерактивная структура мультимедийной обучающей системы лекционного курса, включающая не только материал теоретической части курса, но и блоки тестовых задач и вопросов для самоконтроля обучающихся.

В экологической части дипломного проекта проведен эргономический анализ интерфейса курса, проанализировано его соответствие требованиям нормативной документации.

В экономической части дана оценка экономической эффективности проекта.

## ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития общества характеризуется переходом к инновационной модели развития науки, техники и производства. В этих условиях большое значение приобретает проблема *информатизации образования*; последняя рассматривается в первую очередь как процесс интеллектуализации деятельности обучающего и обучаемого, как погружение человека в новую интеллектуальную среду.

В наше время темпы развития науки и техники очень велики; стремление в этих условиях поддерживать образовательные курсы на современном уровне приводит к тому, что объём материала, который разумно было бы излагать в рамках данных курсов, становится с каждым годом всё больше. Поскольку время, отводимое на обучение, остаётся прежним, процент фактически усвоенного студентом материала снижается, а вместе с ним снижается и качество образования.

Решение изложенной проблемы без применения новых информационных технологий становится практически невыполнимой задачей. С другой стороны, применение таких технологий (особенно технологий *интерактивного дистанционного обучения*) способно существенно помочь в её решении. Именно, данные технологии позволяют сделать существенно более эффективным *процесс самоподготовки* обучающегося.

Достигнутый современными персональными компьютерами технический уровень (относительно высокое быстродействие, наличие цветных дисплеев с высокой разрешающей способностью) позволил создать для ряда разделов курса теоретической механики *обучающие программы* с достаточно широкими возможностями. Так, в учебном процессе используется обучающая программа **robby2** [1], которая, впрочем, обеспечивает компьютерную поддержку практических занятий, но не лекционной части курса.

По мнению О.В.Зиминой [2], сама идея обучения с помощью компьютера естественным образом “вытекает из того обстоятельства, что ком-

пьютер, подобно книге, становится источником информации и средством обучения... Преимуществом компьютера перед книгой является, в частности, то, что студент может и должен «подогнать» компьютер под свои цели, потребности и возможности.»

Технологии интерактивного дистанционного обучения включают в себя широкий спектр способов и методов ведения образовательного процесса: интерактивные ресурсы и материалы, электронные библиотеки, обучающие материалы и курсы, обсуждения в реальном режиме времени, чаты и видеочаты, электронную почту, видеоконференции, видеоконсультации и программные приложения совместного использования.

В числе публикаций, которые посвящены созданию обучающих систем по теоретической механике, предназначенных для дистанционного обучения, следует упомянуть цикл работ [3–6], выполненных в МГУ под руководством Ю.Ф.Голубева и В.Е.Павловского. В данных работах описывается компьютерная обучающая система по механике, которая построена как взаимосвязанный комплекс приложений, исполняемых в **Windows 95/98** (интегрированная среда).

Представленная в этих работах обучающая система поддерживает дистанционное обучение по нескольким взаимосвязанным курсам – по основному курсу теоретической механики и по нескольким специальным курсам (соответствующим дополнительным главам механики). Ядро интегрированной среды включает три приложения: мультимедийный *Учебник*, представляющий основные понятия и теоремы в справочном виде, а также методы решения задач и средства первичного контроля знаний, компьютерный *Задачник*, позволяющий проводить углублённое тестирование и оценивание знаний обучаемого на основе анализа результатов решения им ряда контрольных задач, и *Практикум* – приложение для компьютерного экспериментирования с механическими моделями изучаемых объектов, их исследования на базе компьютерного моделирования процессов в этих моделях.

В рамках настоящей дипломной работы использовался, однако, иной подход; он опирался на тот факт, что к числу наиболее эффективных современных способов внедрения *новых информационных технологий* в образовательный процесс относится применение интерактивных моделей и динамических **flash**-презентаций. Это обеспечивает активное восприятие нового учебного материала, повышает наглядность его представления и способствует более прочному усвоению учащимися теоретического материала. Кроме того, это позволяет преподавателю организовать новые, нетрадиционные формы учебной деятельности, широко использовать методы активного обучения в организации творческой работы учащихся.

Инструментальную поддержку разработки интерактивных моделей и динамических **flash**-презентаций обеспечивает технология **Flash**. Она опирается на использование векторной графики, представленной в формате **Shockwave Flash (.swf)** и пакета **Macromedia Flash Professional 8** – средства создания интерактивных **flash**-приложений [7,8]. Пакет включает редактор анимированной векторной графики и язык программирования высокого уровня **Action Script**.

На базе указанной технологии возможно создание продуктов, характеризующихся компактностью, безопасностью, интерактивностью, переносимостью и платформенной независимостью.

Представленный в настоящем проекте интерактивный лекционный курс по Кинематике реализован в рамках среды **Macromedia Flash 8**. Он отличается (например, от упоминавшейся выше компьютерной обучающей системы по механике, разработанной в Московском университете) платформенной независимостью и высокой степенью компактности.

В частности, представляемый в настоящем проекте интерактивный лекционный курс по разделу «Кинематика» курса теоретической механики отличается (например, от созданной в МГУ компьютерной обучающей системы по механике) платформенной независимостью и высокой степенью компакт-

ности. Данный лекционный курс включает не только материал теоретической части курса, но и блоки тестовых задач и вопросов для самоконтроля обучающихся.

# ГЛАВА 1. Структура и состав интерактивного курса по теме “Кинематика”

## 1.1. Структура курса

*Интерактивный курс лекций по кинематике* (далее по тексту – Курс) содержит часть лекционного материала из общего курса теоретической механики, читавшегося доцентом кафедры теоретической механики и мехатроники МЭИ Н.В.Осадченко для студентов Института энергомашиностроения и механики МЭИ.

*Лекционная часть* состоит из введения и трех параграфов:

- § 1. Кинематика точки;
- § 2. Кинематика твёрдого тела;
- § 3. Кинематика плоского движения.

Первый параграф посвящён основным понятиям кинематики точки, среди которых – способы задания движения точки, закон движения точки, траектория точки, скорость точки, ускорение точки. Представлены также основы кинематики системы точек. Изучая материал данного параграфа, студент узнаёт, как вычисляются скорость и ускорение точки при различных способах задания её движения, какими особенностями отличаются равномерное, равнопеременное и неравномерное движения.

При изучении второго параграфа студент знакомится с кинематикой абсолютно твёрдого тела (АТТ). В данном параграфе вводятся такие понятия, как конфигурация АТТ, оператор ориентации, матрица направляющих косинусов, закон движения АТТ, рассматриваются их основные свойства. Далее вводятся понятия антисимметричного линейного оператора, простой и мультипликативной производных от оператора по времени; это делает возможным введение оператора угловой скорости АТТ как мультипликативной производной от оператора ориентации, после чего вводится понятие вектора угловой скорости АТТ как вектора, взаимно однозначно соот-

ветствующего антисимметричному оператору угловой скорости. В этом параграфе студент изучает различные виды движения АТТ, знакомится с формулой Эйлера в различных вариантах её записи.

В третьем параграфе рассматривается кинематика плоского движения АТТ. Приводится определение плоского движения, выясняется вид матрицы направляющих косинусов, оператора и вектора угловой скорости АТТ при плоском движении. Обосновываются формулы, лежащие в основе аналитического и геометрического методов решения задач кинематики плоского движения. В конце параграфа рассматривается распределение ускорений при пространственном и плоском движении АТТ, выводится формула Ривальса.

Лекционная часть курса сопровождается *блоками контрольных вопросов*. Работа с этими блоками носит интерактивный характер. Отвечая на контрольные вопросы, студент может оценить то, насколько хорошо он усвоил и запомнил пройденный материал. Контрольные вопросы размещаются в конце каждого параграфа и содержат вопросы, относящиеся только к данному параграфу.

В состав Курса включён также *блок тестовых задач* – достаточно несложных типовых задач по кинематике АТТ. Решая данные задачи в интерактивном режиме, студент может подготовиться к решению контрольных и экзаменационных задач.





## 1.2. Состав курса

Рассмотрим состав курса более подробно. Первый параграф «Кинематика точки» состоит из следующих пунктов:

1. Способы задания движения точки.
2. Скорость точки.
3. Скорость при естественном задании движения точки.
4. Ускорение точки.
5. Кинематика системы точек.
6. Неизменяемые системы точек.

В первом пункте рассматриваются четыре способа задания движения точки, а также даётся определение закона движения точки. Вводятся понятия траектории точки и линейной координаты на ней.

Во втором пункте даны определения средней и мгновенной скорости точки, указано отличие между этими двумя понятиями, приведены выражения для представления скорости точки применительно к *прямому*, *векторному* и *координатному* способам задания движения точки.

В третьем пункте подробно рассматривается скорость при естественном задании движения точки, даётся определение *средней алгебраической скорости*. Вводится единичный вектор касательной к траектории и обосновывается, что вектор скорости точки всегда коллинеарен данному вектору.

В четвёртом пункте дано определение ускорения точки, приведены выражения для представления ускорения точки применительно к *прямому*, *векторному* и *координатному* способам задания движения точки. Даны определения вектора кривизны и радиуса кривизны траектории, доказана лемма об ортогональности вектора кривизны и касательной к траектории в данной точке. Получена формула, представляющая вектор полного ускорения точки в виде суммы векторов касательного и нормального ускорений точки.

В пятом пункте обсуждается кинематика системы точек. В частности, вводится понятия конфигурации системы точек и закона движения системы материальных точек, показано, как можно задать текущую конфигурацию системы. Рассмотрена задача о сближении двух точек по экспоненте.

В шестом пункте дано определение неизменяемой механической системы, выяснено число её степеней свободы при отсутствии внешних связей и доказана теорема Грасгофа о проекциях скоростей двух точек неизменяемой механической системы на прямую, их соединяющую.

После шестого пункта идет первый блок контрольных вопросов, содержащий вопросы по всем пунктам первого параграфа.

Второй параграф посвящён основам кинематики абсолютно твёрдого тела.

Параграф состоит из восьми пунктов:

1. Конфигурация АТТ.
2. Оператор ориентации.
3. Поступательное движение АТТ.
4. Матрица направляющих косинусов.
5. Свойства матрицы направляющих косинусов.
6. Антисимметричные линейные операторы.
7. Оператор угловой скорости АТТ.
8. Вектор угловой скорости АТТ.

В первом пункте даётся определение конфигурации абсолютно твёрдого тела, рассматриваются её свойства; при этом вводится понятие системы отсчёта.

Второй пункт посвящён оператору ориентации АТТ. Здесь формулируется его определение и рассматриваются его свойства (включая доказательство ортогональности данного линейного оператора. Даются определение геометрии движения и вывод основной формулы геометрии движения.

В третьем пункте рассматривается поступательное движение АТТ. Приводится определение поступательного движения прямой, отрезка и твёрдого тела, вводится понятие закона поступательного движения тела. Доказывается критерий поступательного движения. В конце пункта делается вывод о том, что кинематика поступательного движения АТТ сводится к кинематике точки.

В четвёртом пункте речь идёт о матрице оператора ориентации АТТ – матрице направляющих косинусов АТТ. Выясняются вид данной матрицы и её применение.

В пятом пункте рассматриваются основные свойства матрицы направляющих косинусов.

В шестом пункте даётся определение антисимметричного линейного оператора и антисимметричной матрицы, доказывается теорема о взаимно однозначном соответствии между векторами и антисимметричными линейными операторами в трёхмерном евклидовом пространстве.

В седьмом пункте сформулировано понятие закона движения АТТ, вводятся понятия простой и мультипликативной производных от линейного оператора по времени и оператора угловой скорости АТТ. Получена формула Эйлера в операторной форме записи.

В заключительном – восьмом – пункте второго параграфа сформулирована и доказана теорема об антисимметричности оператора угловой скорости, после чего введено определение вектора угловой скорости. Получена формула Эйлера в векторной форме записи.

После восьмого пункта следует второй блок контрольных вопросов, содержащий вопросы по всему второму параграфу.

В третьем, заключительном, параграфе рассматривается кинематика плоского движения АТТ.

Параграф состоит из пяти пунктов:

1. Геометрия плоского движения.

2. Распределение скоростей при плоском движении АТТ.
3. Вращательное движение АТТ.
4. Мгновенный центр скоростей.
5. Формула Ривальса.

В первом пункте дано определение плоского движения АТТ. Сделан вывод о том, что изучение плоского движения АТТ сводится к изучению движения плоской фигуры, а также сформулировано понятие закона плоского движения. Получены соотношения между координатами точек плоской фигуры при плоском движении твёрдого тела.

Второй пункт посвящён вопросу о распределении скоростей при плоском движении АТТ. Рассматриваются особенности строения матрицы направляющих косинусов для плоского движения АТТ; также впервые вводится определение кинематического графа и рассматривается применение кинематических графов при составлении соотношений, связывающих компоненты угловых скоростей твёрдых тел и линейных скоростей их точек.

В третьем пункте рассматривается вращательное движение АТТ как частный случай сферического движения. Доказывается, что вращательное движение одновременно является и плоским, и сферическим. Формулируется понятие закона вращательного движения тела, приводится вид формулы Эйлера применительно к данному виду движения твёрдого тела.

В четвёртом пункте речь идёт о мгновенном центре скоростей (МЦС). Дается его определение, формулируется и доказывается теорема о существовании и единственности МЦС при плоском движении АТТ.

В пятом пункте вводится понятие углового ускорения, дается вывод формулы Ривальса, разъясняется смысл отдельных слагаемых в данной формуле.

После пятого пункта следует последний (третий) блок контрольных вопросов, содержащий вопросы по всему третьему параграфу.

Затем студенту предлагается в качестве подготовки к контрольным работам и экзамену решить одну из типовых задач статики. Задача каждый раз случайным образом выбирается из содержащегося в курсе банка таких задач (для того, чтобы студент применял свои знания и навыки решения задач, а не пользовался готовыми ответами).

## ГЛАВА 2. Реализация Курса средствами **Macromedia Flash 8**.

Создание любой серьезной программы – процесс достаточно сложный и проходит в 3 этапа.

1. Подготовительные операции.
2. Программирование и реализация программы.
3. Отладка и тестирование программы.

На *первом этапе* выполняются все подготовительные работы. Они включают в себя:

- анализ постановки задачи;
- выбор средства реализации;
- работу с литературой;
- разработку общей концепции построения программы;
- создание дизайн-документа;
- разработку алгоритма программы.

Рассмотрим их более подробно применительно к данному проекту.

На этапе постановки задачи формулируются конечная цель проекта и основные его задачи. В нашем случае речь идёт о создании простого, доступного, наглядного и удобного интерактивного курса лекций по кинематике, предусматривающего наличие контрольных вопросов и тестовых задач с анимацией.

После этого необходимо выбрать средство реализации поставленной задачи. Применительно к рассматриваемому здесь проекту предпочтение было (после всестороннего анализа имеющихся средств и способов реализации проектов такого рода) отдано технологии flash и редактору **Macromedia Flash Professional 8**. Затем идёт работа с литературой: анализ имеющегося лекционного материала, поиск и подбор необходимых учебных пособий по работе с flash.

Далее проводится формирование общей концепции построения программы: определяются структура и порядок следования разделов, назначение и расположение основных функциональных блоков, выясняются связи и взаимодействия между отдельными элементами программы. Затем формируется *дизайн-документ* – схематически составленная версия программы, в которой отражены все её основные функции и особенности интерфейса. В конце этапа формируется окончательный алгоритм программы.

*Второй этап* – обычно самый долгий и трудоёмкий; в ходе данного этапа осуществляется непосредственно программирование и отладка.

На *третьем этапе* проект проходит всестороннее тестирование: оцениваются стабильность и функциональность программы, удобство интерфейса.

После того как мы – в общих чертах – рассмотрели процесс создания курса, можно перейти к более детальному его описанию.

Для начала в редакторе **Macromedia Flash Professional 8 (MF8)** создаётся новый проект. На экране появляется пустой документ с настройками по умолчанию, которые можно изменить – это размер документа, частота смены кадров, название, цвет фона и т.д. (рис.2.1).

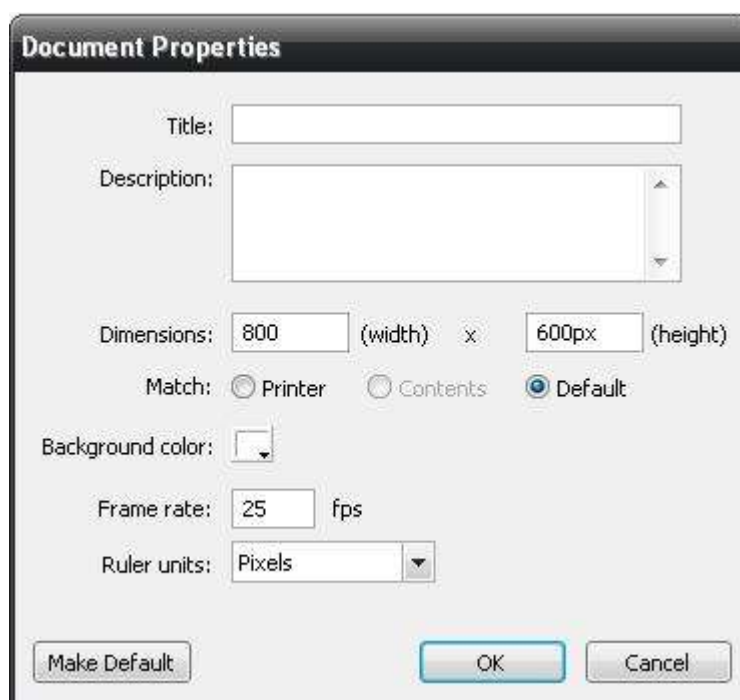


Рис. 2.1. Диалоговое окно Document properties



После установки необходимых параметров можно начать работу. При начале работы над проектом редактор **Macromedia Flash** создаёт *временную шкалу* (отображаемую на экране, см. рис.2.2), на которой требуется сформировать необходимую последовательность кадров – промежуточных и ключевых кадров. При этом содержимое промежуточного кадра соответствует содержимому предыдущего кадра того же слоя, а содержимое ключевого кадра является уникальным и может быть передано последующим промежуточным кадрам.

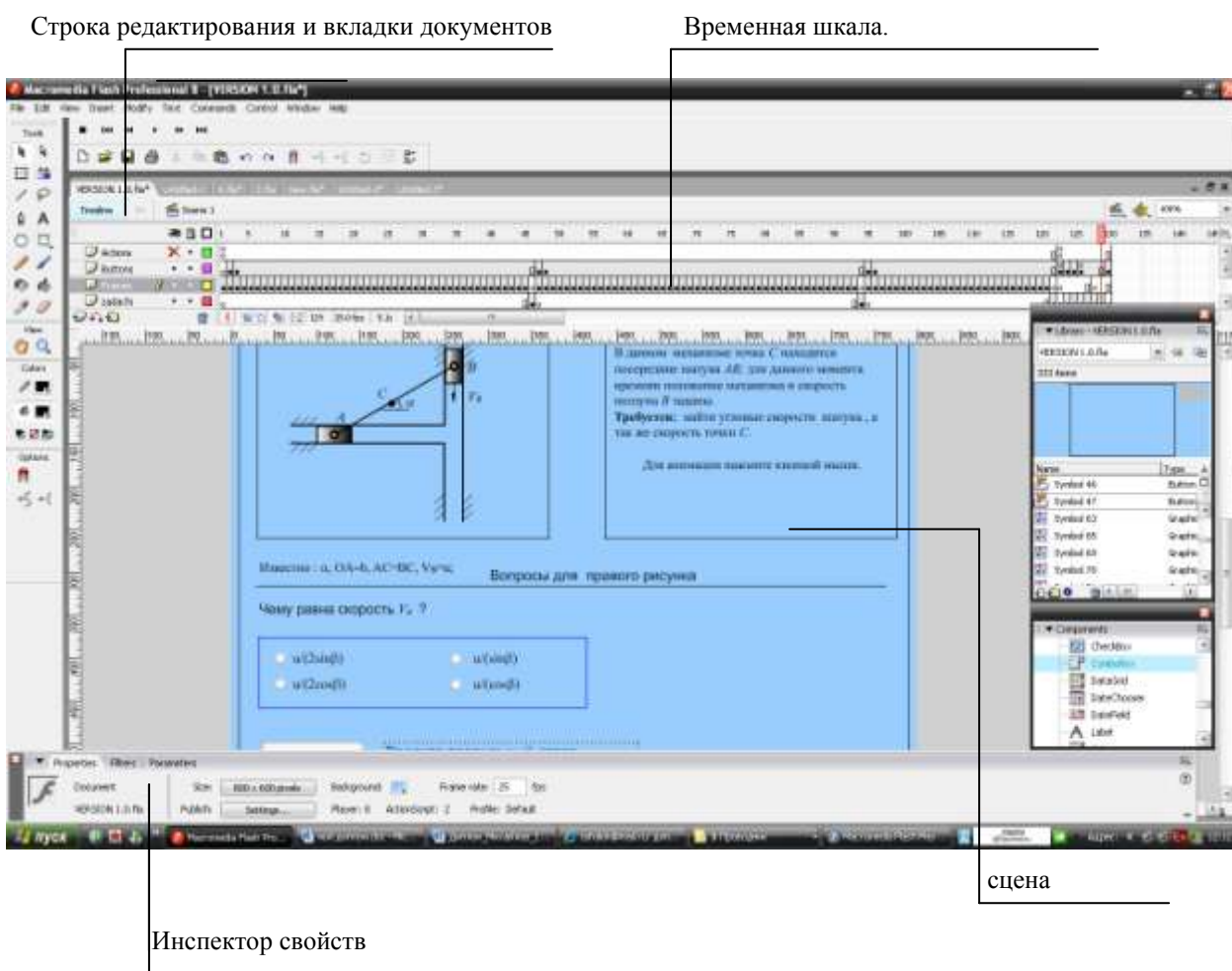


Рис. 2.2. Окно редактора MF8

Кроме того, временные шкалы могут состоять из нескольких *слоёв*, необходимых для пространственной организации содержимого ролика или создания специальных эффектов – например, анимации. Организация элементов кадра по слоям очень удобна и позволяет легко располагать разные элементы на одном или сразу на нескольких последовательных кадрах.

В области экрана над временной шкалой располагаются *вкладки документов* и *строка редактирования*. Здесь надо отметить, что для каждого открытого в программе Flash документа появляется вкладка, которая позволяет разработчику быстро перемещаться между открытыми файлами. Строка редактирования, находящаяся прямо под вкладками документов, позволяет точно определить, что вы в данный момент редактируете: сцены, экраны, символы, или сгруппированные элементы. В строке редактирования также есть раскрывающийся список с несколькими фиксированными значениями детализации, позволяющий быстро изменить масштаб сцены.

Под временной шкалой на экране располагается *сцена*. Сцена очень важна в работе с Flash, так как на ней отображаются все визуальные объекты, которые будут выводиться на экран. Такие элементы, как кнопки, текст, элементы и формы и анимация, отображаются именно на сцене.

Под сценой располагается *инспектор свойств*. Инспектор свойств – это чувствительная панель, на которой отображается информация о любом выбранном в данный момент объекте (будь то сцена, текст, кнопка или что-нибудь ещё). Более того, с её помощью удобно изменять многие свойства – такие, как координаты **X** и **Y** на сцене, ширину и высоту документа, а для символов и компонентов – названия их копий, расположенных в вашем документе.

В работе над Курсом заполнение кадров происходило следующим образом. Сначала на рабочую область редактора помещается текстовое поле, в которое импортируется текст из лекций. Далее текст соответствующим образом форматируется: задаются размер и тип шрифта, абзацные отступы и межстрочные интервалы. Затем поверх текстового блока импортируются формулы и рисунки.

Формулы импортируются в виде *групп объектов*, т.е. каждый элемент формулы (буква, цифра, знак) представляет собой отдельный объект, а все объекты одной формулы связаны в группу. Рисунки (иллюстрации к тексту) изначально представляют собой растровые чёрно-белые изображения, кото-

рые после импорта подвергаются попиксельной трассировке и, таким образом, *векторизуются*, для чего используется функция **TraceBitmap**. Подобным образом происходит формирование каждого кадра лекционного блока.

Блоки контрольных вопросов и блок тестовых задач представляют собой отдельные объекты типа movie-clip. Иначе говоря, они – так же, как и основной проект – имеют свою временную шкалу с разделённой по слоям последовательностью кадров (рис.2.3). Иллюстрации к задачам выполнены встроенными средствами редактора.

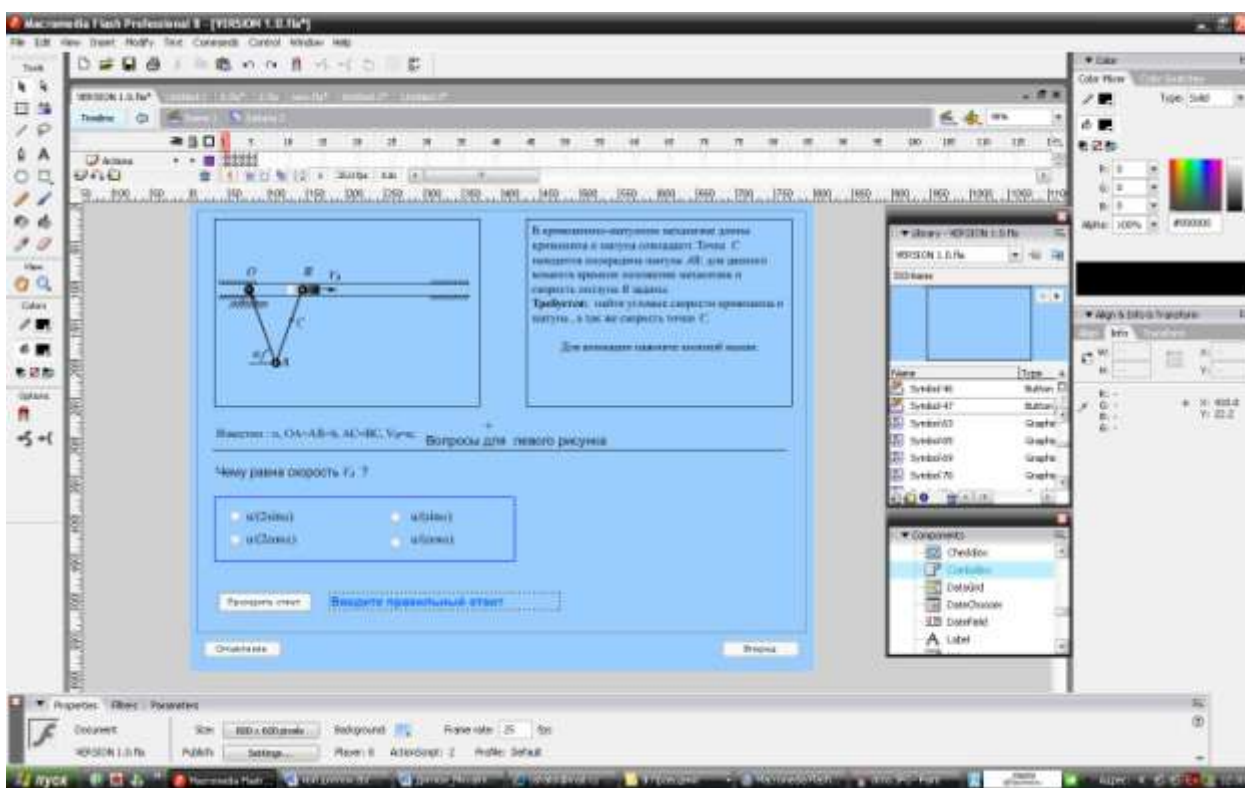


Рис. 2.3. Открытый блок задач

В данном курсе – для большей наглядности – в задачах использовалась покадровая анимация. В **Macromedia Flash** существуют специальные средства, позволяющие облегчить процесс создания анимации. Одним из таких средств, использованных мной в данной работе, является функция **Motion Tween**.

Чтобы задать с её помощью движение объекта, в первом ключевом кадре выполняется задание исходной позиции объекта. Затем необходимо

выбрать номер последнего кадра, от чего будет зависеть время передвижения объекта из исходной позиции в конечную. Выбрав кадр, который станет последним, создаём в нём ключевой кадр, перемещаем объект на сцене в конечное положение. Далее щелкаем правой кнопкой на первом кадре и выбираем там «**Create Motion Tween**».

При просмотре полученного ролика мы видим, как объект плавно перемещается из начального положения в конечное. Движение каждого последующего объекта необходимо создавать в своём собственном слое. Чтобы перемещение объектов происходило по желаемой траектории, надо создать 5 – 10 ключевых кадров между начальным и конечным; путём этого достигается необходимая “привязка” двигающихся объектов к определённым траекториям (рис. 2.4 – 2.6).

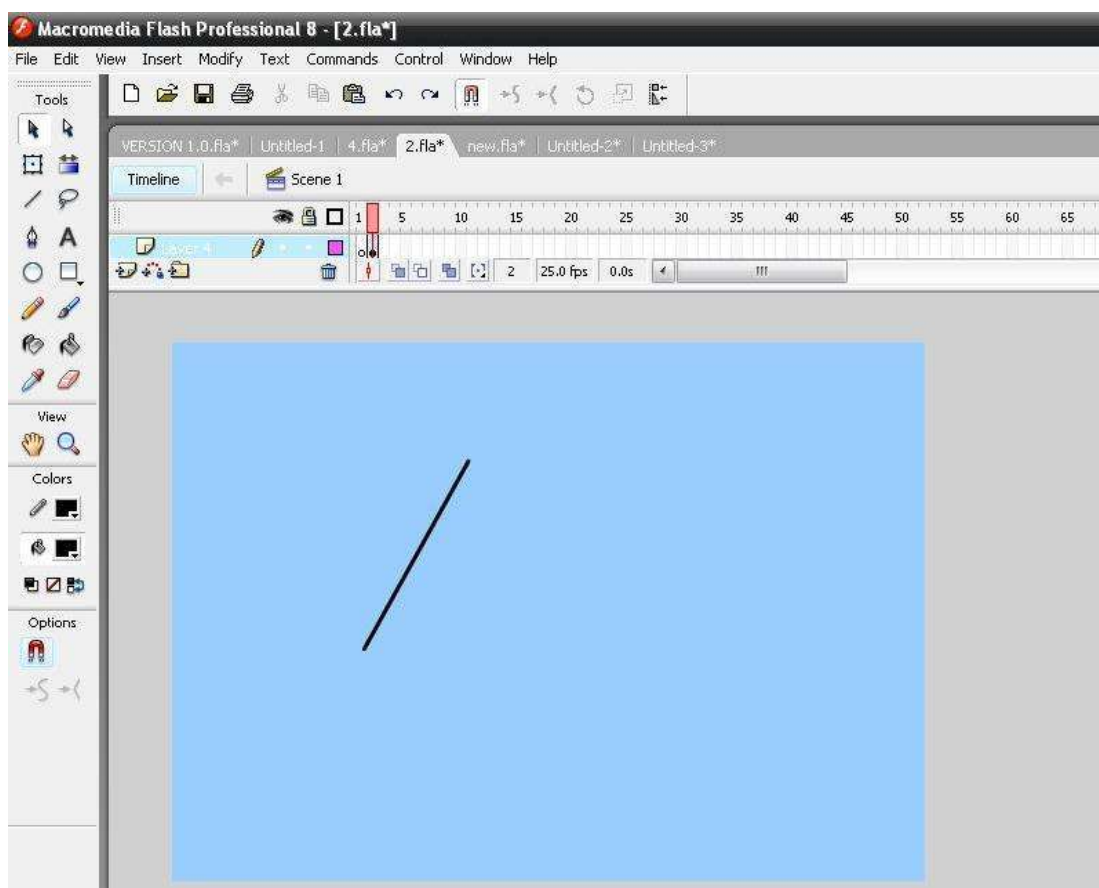


Рис 2.4. Создание первого ключевого кадра.

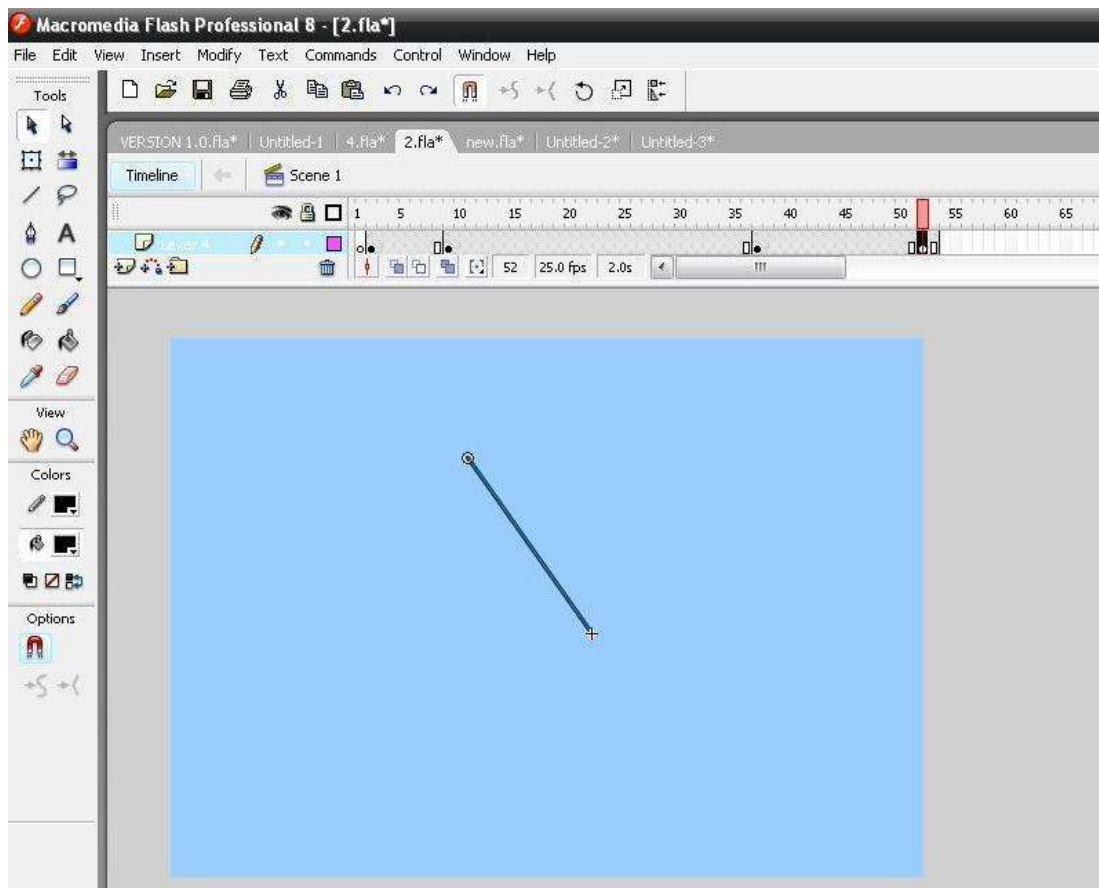


Рис 2.5. Создание последнего ключевого кадра.

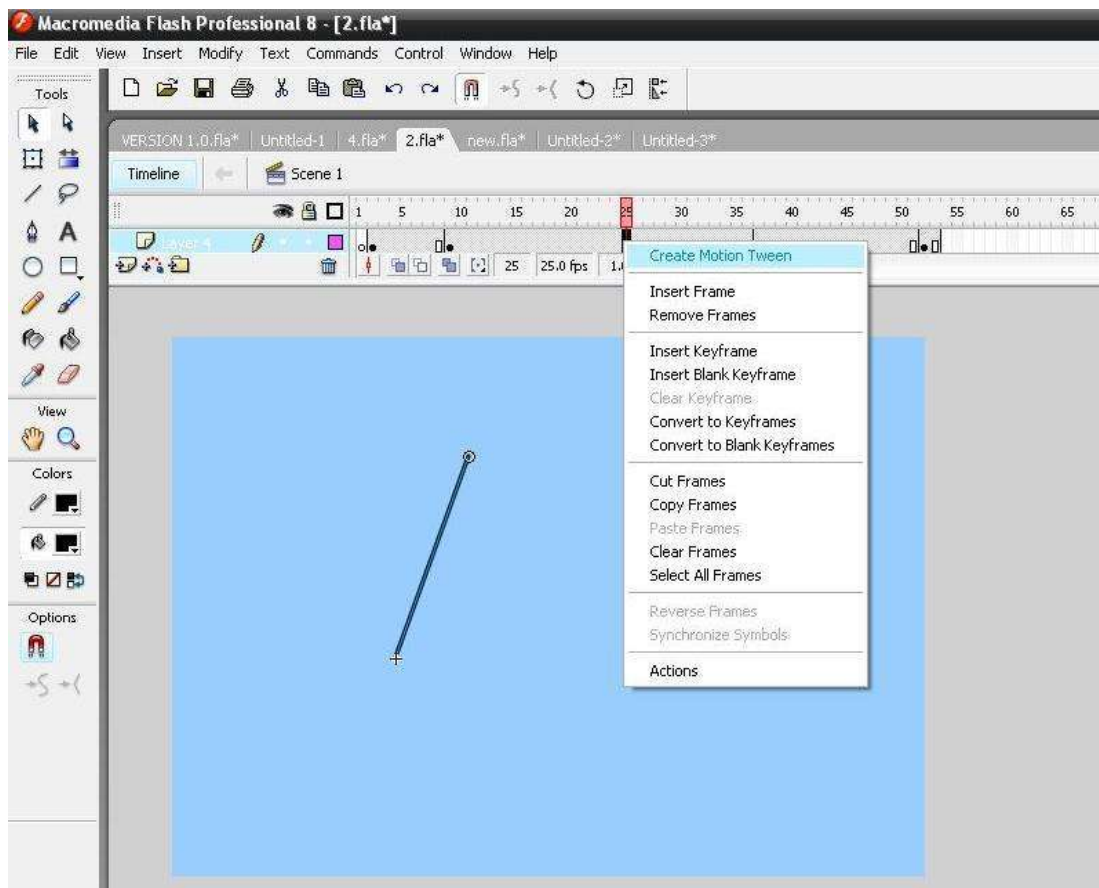


Рис 2.6. Использование «Motion Tween»

Навигация по проекту (т.е. перемещение по его кадрам) осуществляется при помощи кнопок. Последние выполнены как в стандартном виде, так и в виде интерактивных текстовых заголовков (это используется на заглавном кадре Курса и в его оглавлении). Стандартные кнопки добавляются в проект из библиотеки компонентов, а интерактивные текстовые заголовки формируются вручную путём задания четырёх основных кадров кнопки.

Реализация интерактивных свойств проекта обеспечивается встроенным языком программирования **Action Script** версии 2.0. С его помощью для кнопок задаются команды, выполняемые при нажатии на кнопку (переход к заданному кадру, вывод следующего вопроса). В блоках контрольных вопросов и блоке тестовых задач при нажатии на кнопку “**Проверить ответ**” проверяется, какой из переключателей типа **RadioButton** выбран, затем выводится сообщение, соответствующее правильному либо неправильному ответу, и программа переходит к следующему кадру с вопросом (рис.2.7).

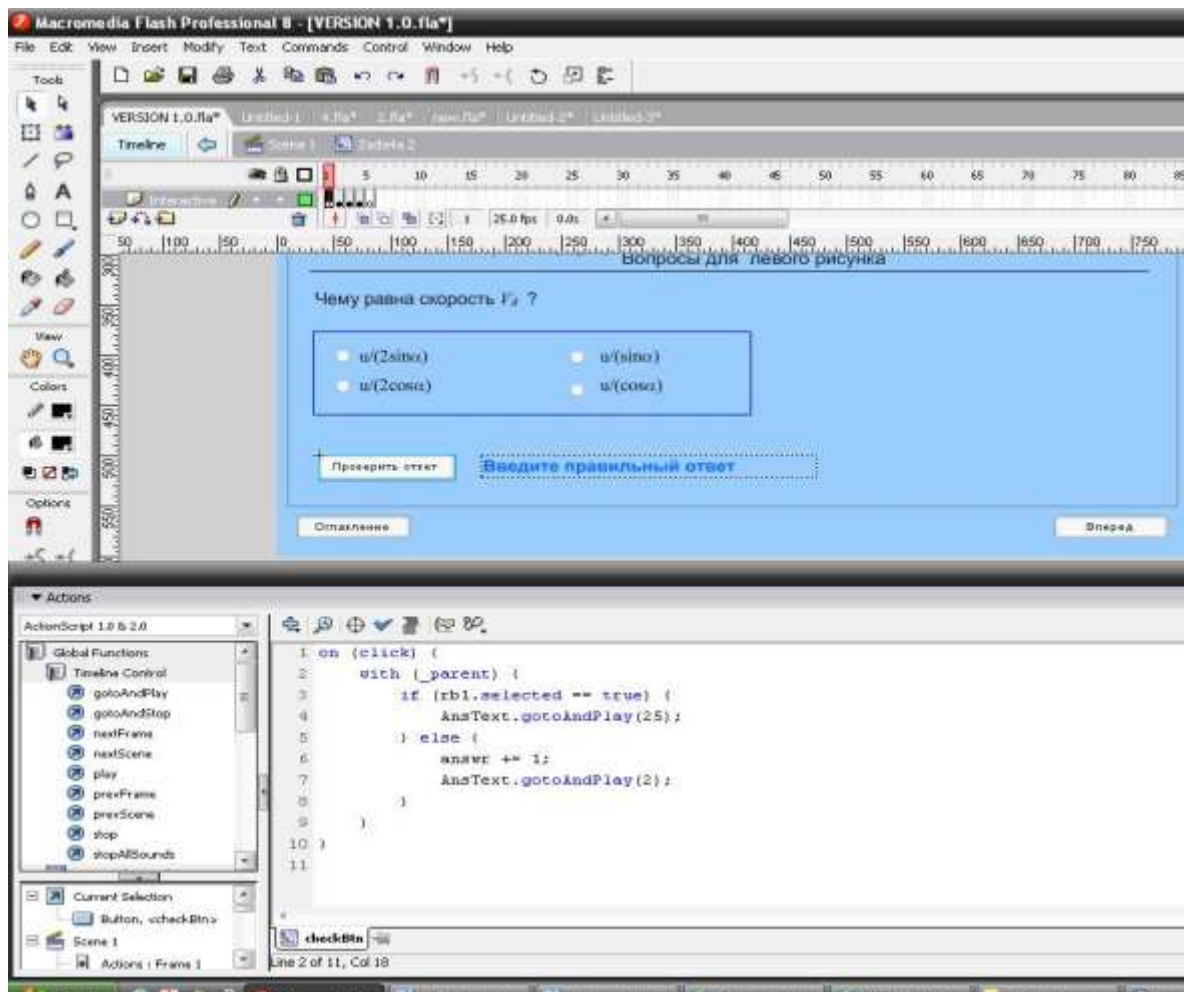


Рис. 2.7. Программирование функций кнопки в редакторе **ActionScript**

Таким образом, для всех интерактивных элементов проекта программируются – при помощи стандартных процедур и функций – соответствующие реакции на действия обучающегося при работе с данным Курсом.



### ГЛАВА 3. Работа обучающегося с интерактивным курсом

Интерактивный лекционный курс по разделу «Кинематика» курса теоретической механики представляет собой скомпилированный исполняемый файл **Kinematika.swf** размером 542 килобайта. Он не имеет дополнительных модулей и полностью автономен в любой среде – вплоть до **Unix** и **Macintosh OS**.

Файл без проблем запускается проигрывателем **Macromedia Flash** версии 8 и выше или встроенным флэш-проигрывателем браузера **Internet Explorer** версии 6 и выше, или, наконец, любым другим браузером с поддержкой флэш (например, **Mozilla Firefox** или **Netscape Navigator**).

После запуска файла на экране отображается стартовый кадр курса (рис. 3.1).

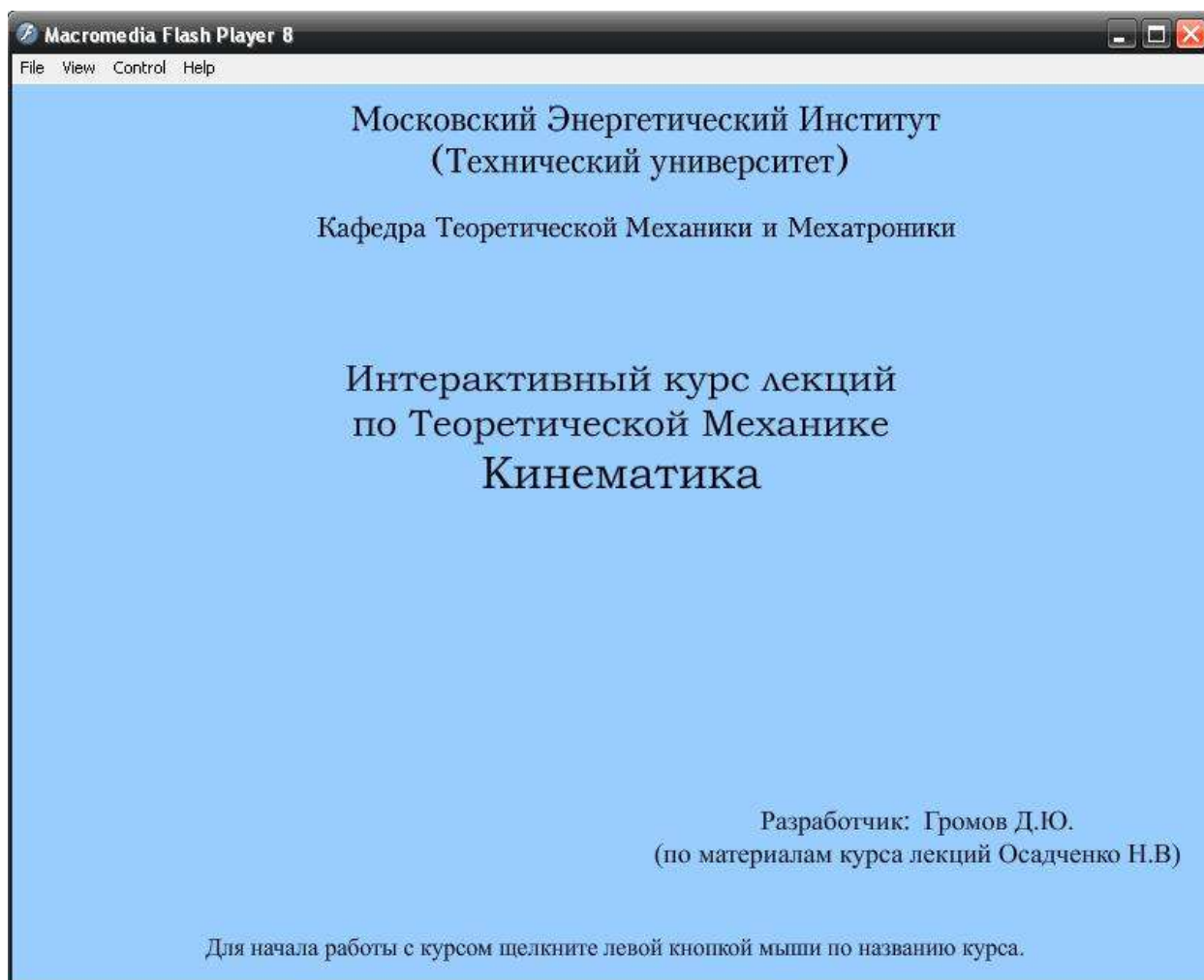


Рис. 3.1. Стартовый кадр курса



На стартовом кадре отображаются название курса, данные о разработчике, информация об исходном материале. После щелчка на названии курса обучающийся попадает в оглавление Курса (рис.3.2).

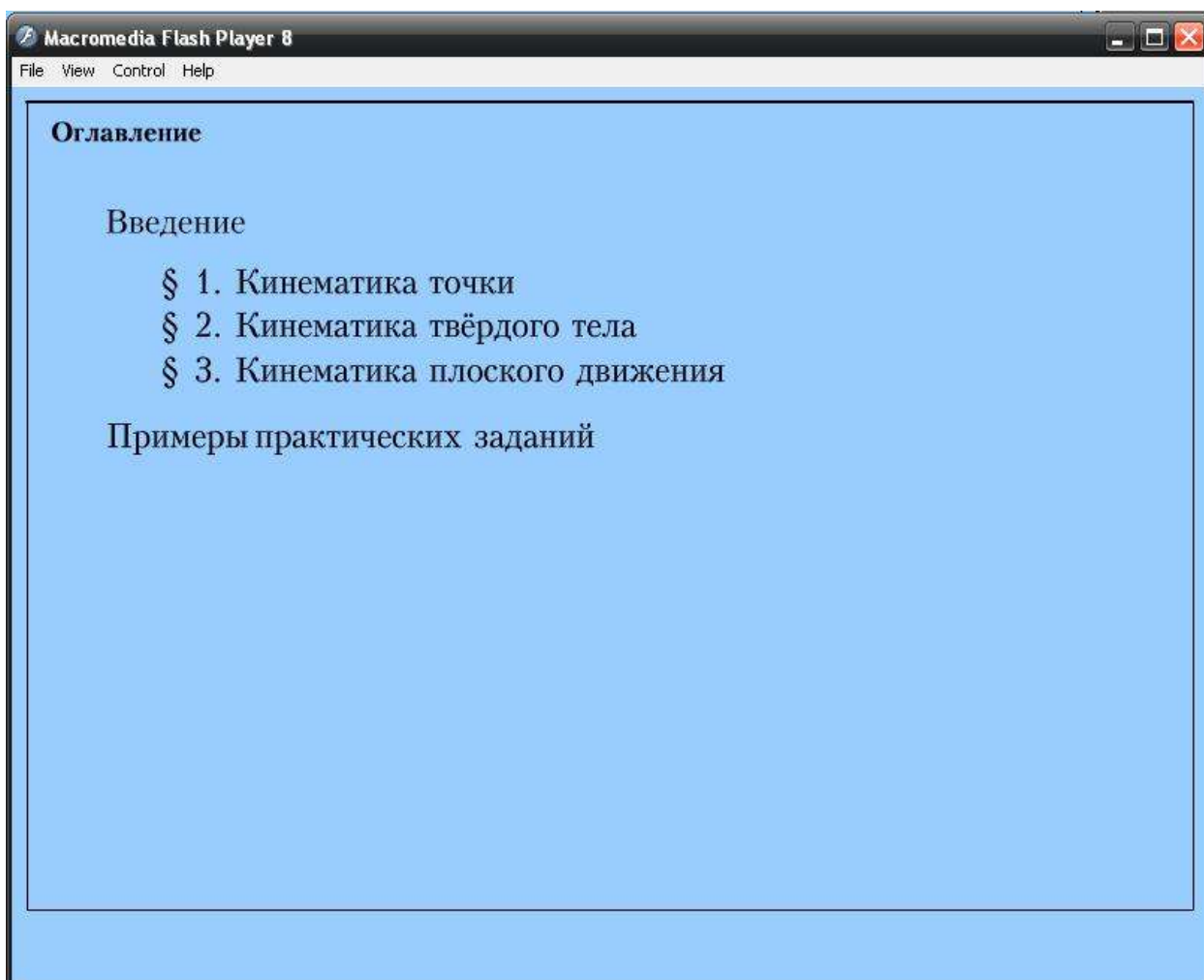


Рис. 3.2. Оглавление Курса

Из-за наличия достаточно большого количества пунктов было принято решение о двухуровневой организации оглавления; иными словами, для каждого параграфа было сделано своё оглавление (рис. 3.3). Это позволило не уменьшать шрифт, а также обеспечило более удобный характер навигации по курсу.

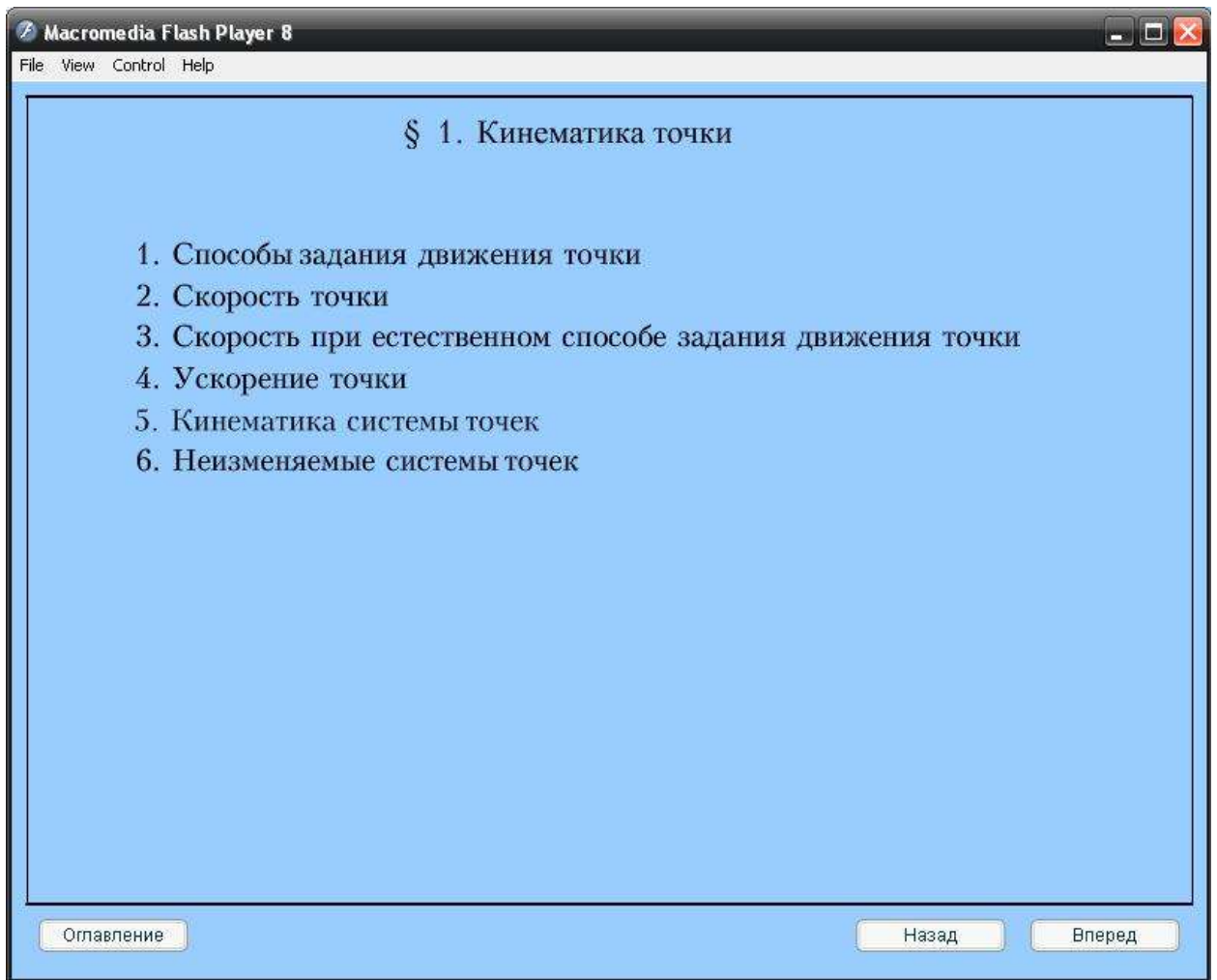


Рис. 3.3. Оглавление первого параграфа

Структурно Курс выполнен в виде презентации. В нём можно выделить три основных типа интерактивных элементов: *лекционный блок*, *блок контрольных вопросов* и *блок тестовых задач*.

Лекционный блок организован в виде кадров (рис.3.4 – 3.6). На каждом кадре в поле вывода отображаются текстовый материал, формулы и рисунки. Используемые в проекте шрифты специально подобраны для наилучшего отображения каждого из стилей текста.

Здесь следует отметить, что широко применяемая в данный момент для создания интерактивных **web**-страниц технология **HTML** не поддерживает адекватную передачу специфической текстовой информации (в частности формул) и к тому же зависит от настроек операционной системы на конкретном компьютере. Используемая же в данном проекте технология **Flash**

позволяет без проблем выводить графику и текст любой сложности и специфики.

В качестве примера приведём несколько характерных кадров с графикой, текстом и формулами:

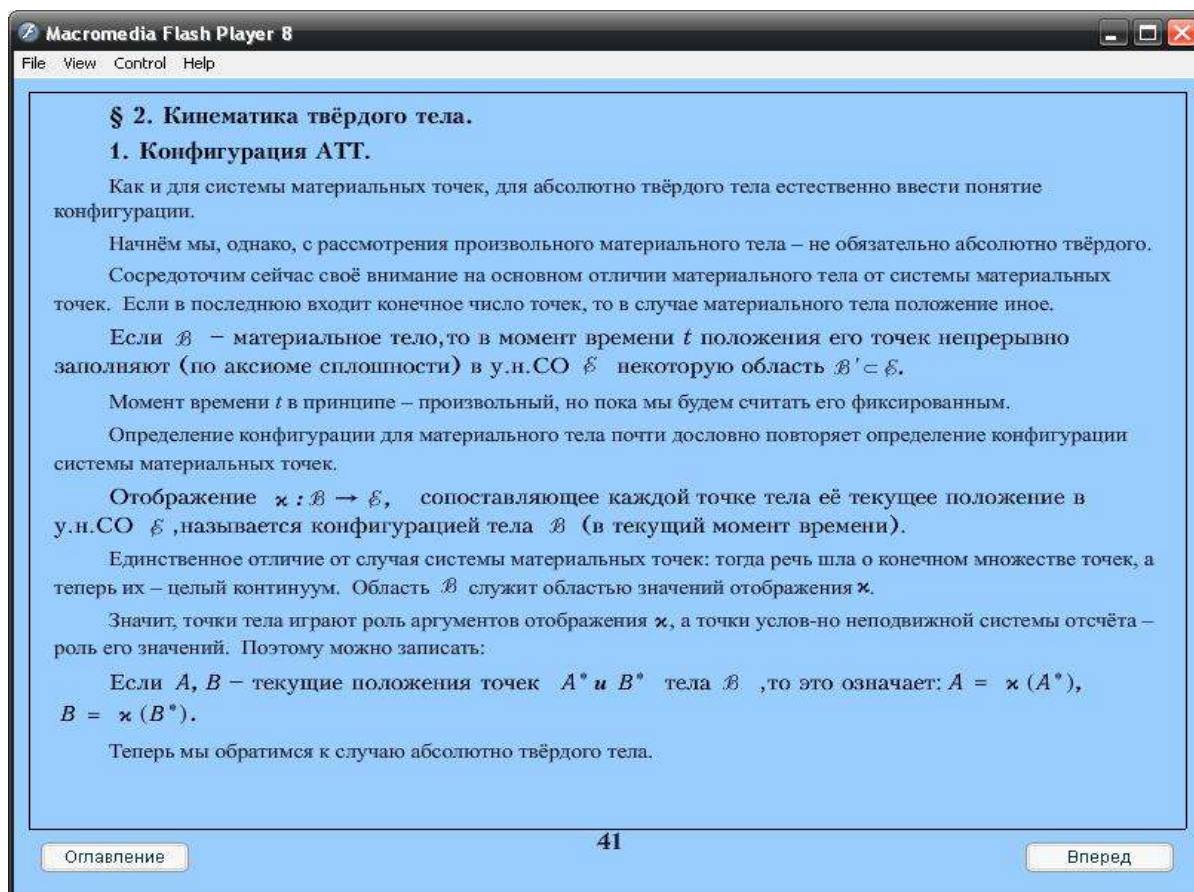


Рис. 3.4. Кадр лекционного блока, содержащий текст

Macromedia Flash Player 8

File View Control Help

Линейность:

$$\bar{\Lambda}(\bar{u} + \bar{v}) = [\bar{a}, \bar{u} + \bar{v}] = [\bar{a}, \bar{u}] + [\bar{a}, \bar{v}] = \bar{\Lambda}\bar{u} + \bar{\Lambda}\bar{v},$$

$$\bar{\Lambda}(k\bar{u}) = [\bar{a}, k\bar{u}] = k[\bar{a}, \bar{u}] = k\bar{\Lambda}\bar{u}.$$

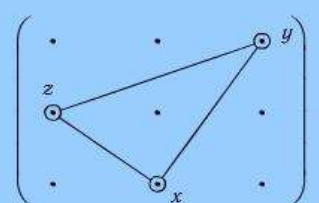
Антисимметричность: если базис  $\{\bar{e}_i\}$  – правый ортонормированный, то

$$\bar{v} = \frac{[\bar{a}, \bar{u}]}{\bar{\Lambda}\bar{u}} \Rightarrow \bar{v} = \begin{pmatrix} \bar{e}_1 & \bar{e}_2 & \bar{e}_3 \\ a_x & a_y & a_z \\ u_x & u_y & u_z \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{cases} v_x = a_y u_z - a_z u_y \\ v_y = a_z u_x - a_x u_z \\ v_z = a_x u_y - a_y u_x \end{cases} \Rightarrow A = \begin{pmatrix} 0 & -a_z & a_y \\ a_z & 0 & -a_x \\ -a_y & a_x & 0 \end{pmatrix},$$

Только что мы получили выражение для матрицы антисимметричного оператора, который ставится в соответствие вектору  $\bar{a}$ .

Построить эту матрицу по известным компонентам вектора  $\bar{a}$  совсем нетрудно. Вот – соответствующая рекомендация.

Построение матрицы оператора  $\bar{a}$  начинают с размещения компонент вектора  $\bar{a}$  в вершинах *основного треугольника*:



Оглавление 72 Назад Вперед

Рис. 3.5. Кадр лекционного блока, содержащий формулы

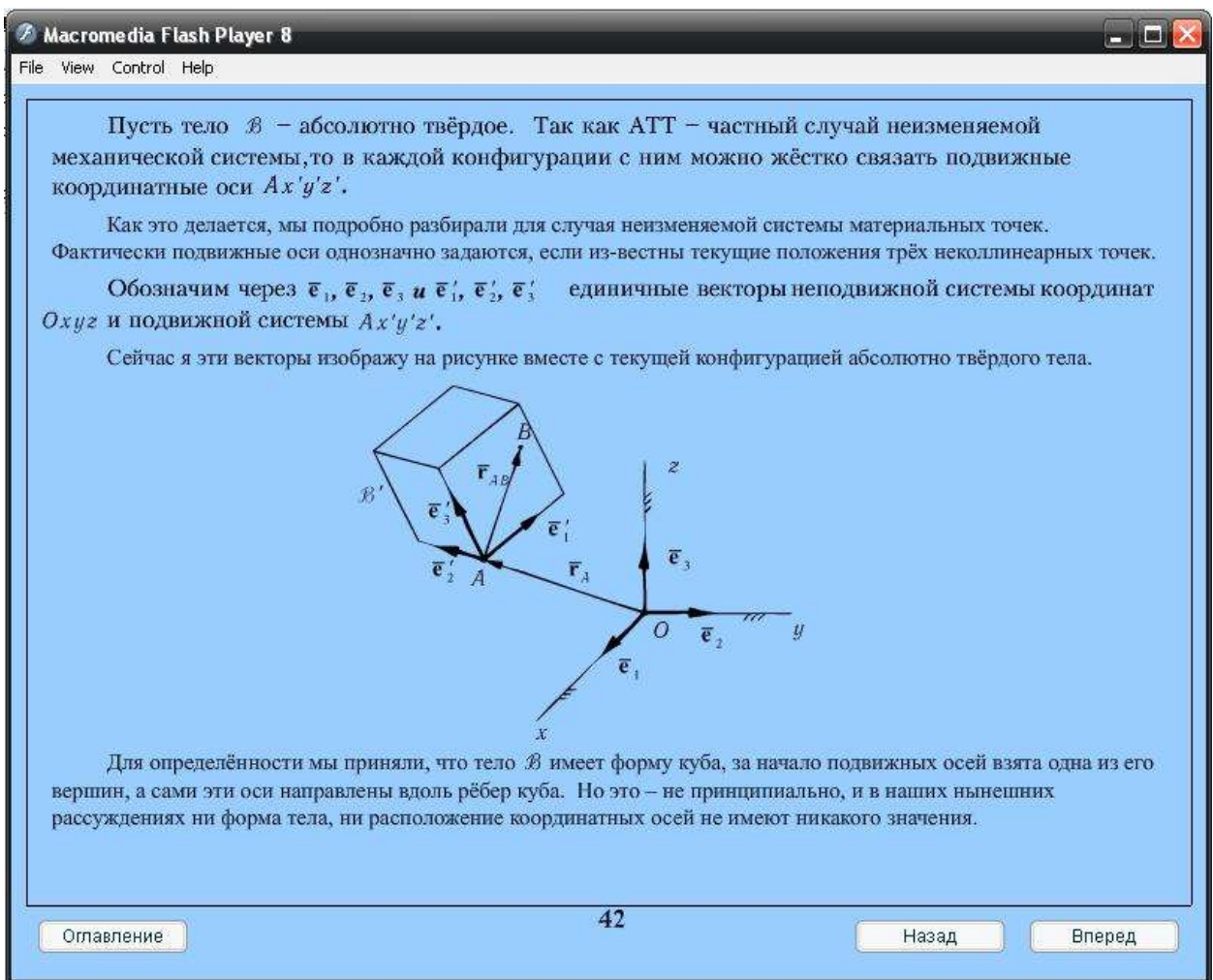


Рис. 3.6. Кадр лекционного блока, содержащий графику

На каждом кадре присутствуют навигационные кнопки “Вперед”, “Назад” и “Оглавление”. Нажатием кнопки “Вперед” осуществляется переход к следующему кадру, нажатием кнопки “Назад” – к предыдущему, нажатием кнопки “Оглавление” осуществляется переход к оглавлению.

Вся графика и текст в программе – векторные, т.е. не теряют качества при масштабировании, занимая при этом небольшой объём памяти на жёстком диске. Фон всех кадров – светло-синий: этот цвет нейтрален для глаз и не вызывает раздражения и утомляемости при длительной работе.

Рассмотрим теперь *блок контрольных вопросов*. Всего таких блоков в программе три. Все они функционально и внешне абсолютно идентичны и отличаются только числом и формулировкой вопросов. Ответы на вопросы



каждого блока предполагают знание обучающимся материала, изложенного в предшествующих данному блоку пунктах.

Работа с таким блоком организована в форме интерактивного теста. Обучающемуся последовательно задается ряд вопросов, на каждый из которых необходимо дать правильный ответ; для этого необходимо выбрать один или несколько вариантов из предложенных системой (рис.3.7). После выбора одного из вариантов (или нескольких вариантов, если требуется комплексный ответ) обучающийся должен нажать на кнопку **“Проверить ответ”**.

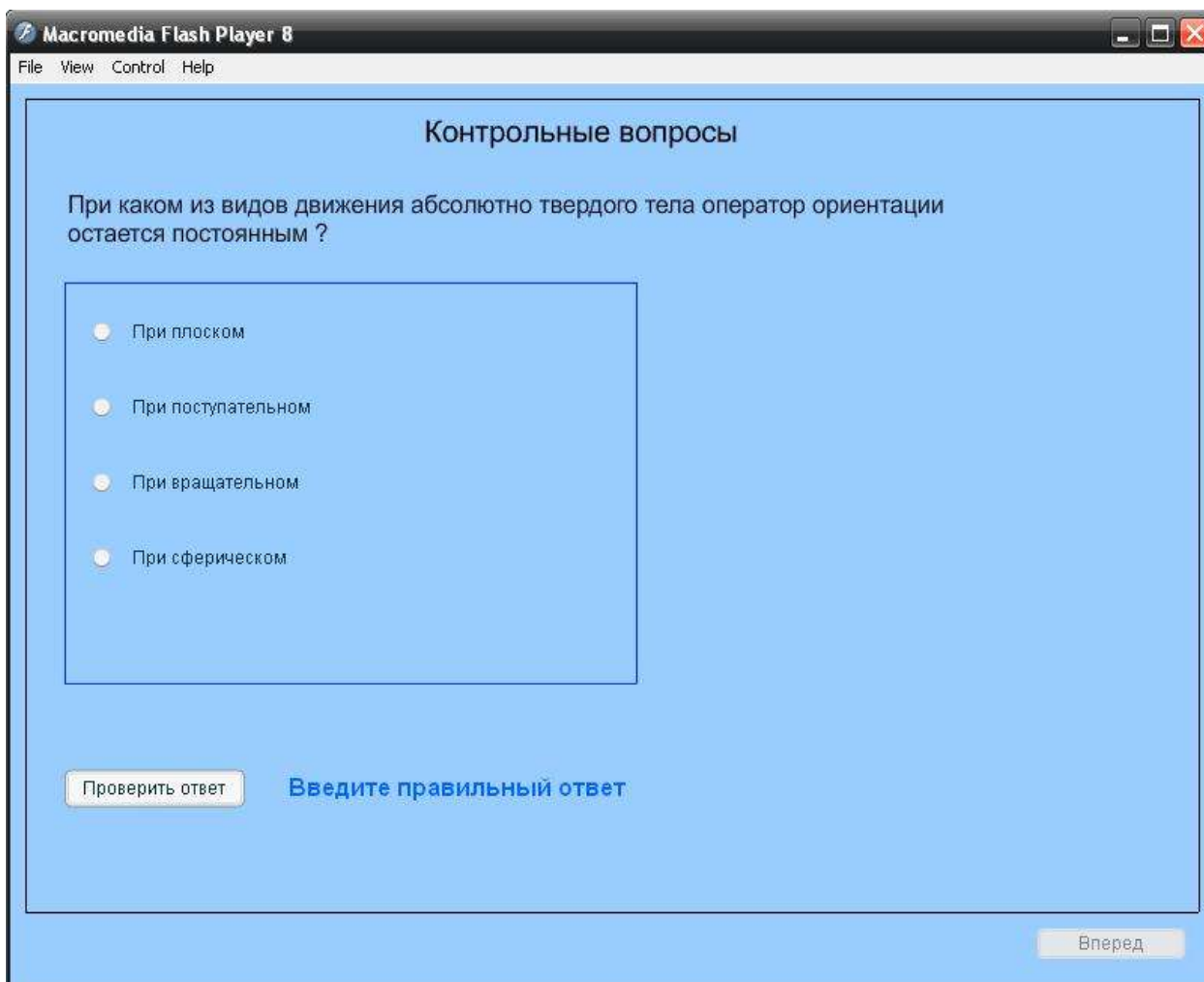


Рис. 3.7. Внешний вид кадра блока контрольных вопросов

Как видно из приведенного рисунка, в блоке контрольных вопросов кнопки **“Назад”** и **“Оглавление”** отсутствуют, а кнопка **“Вперед”** недоступна. Это означает, что обучающийся не сможет перейти к лекционному блоку, не ответив на все вопросы текущего блока вопросов.

В случае верного ответа на экран вместо текста **“Введите правильный ответ”** будет выведено сообщение **“Ответ правильный”** (рис.3.8) и система, немного помедлив, перейдет к следующему вопросу. В случае неправильного ответа на экран вместо текста **“Введите правильный ответ”** будет выведено сообщение **“Ответ неверный”** (рис.3.9), после чего система также перейдет к следующему вопросу.

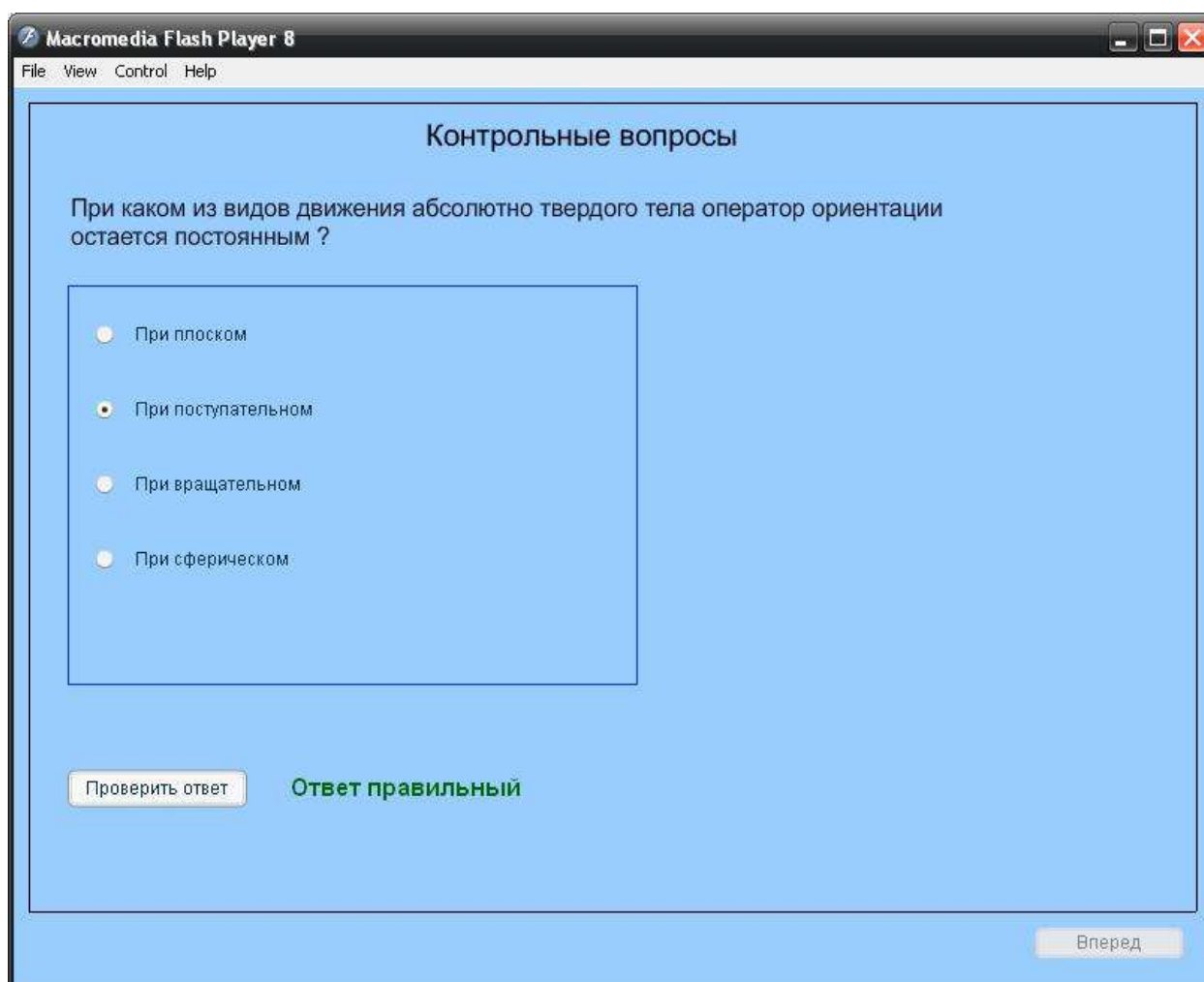


Рис. 3.8. Внешний вид кадра блока контрольных вопросов в случае правильного ответа

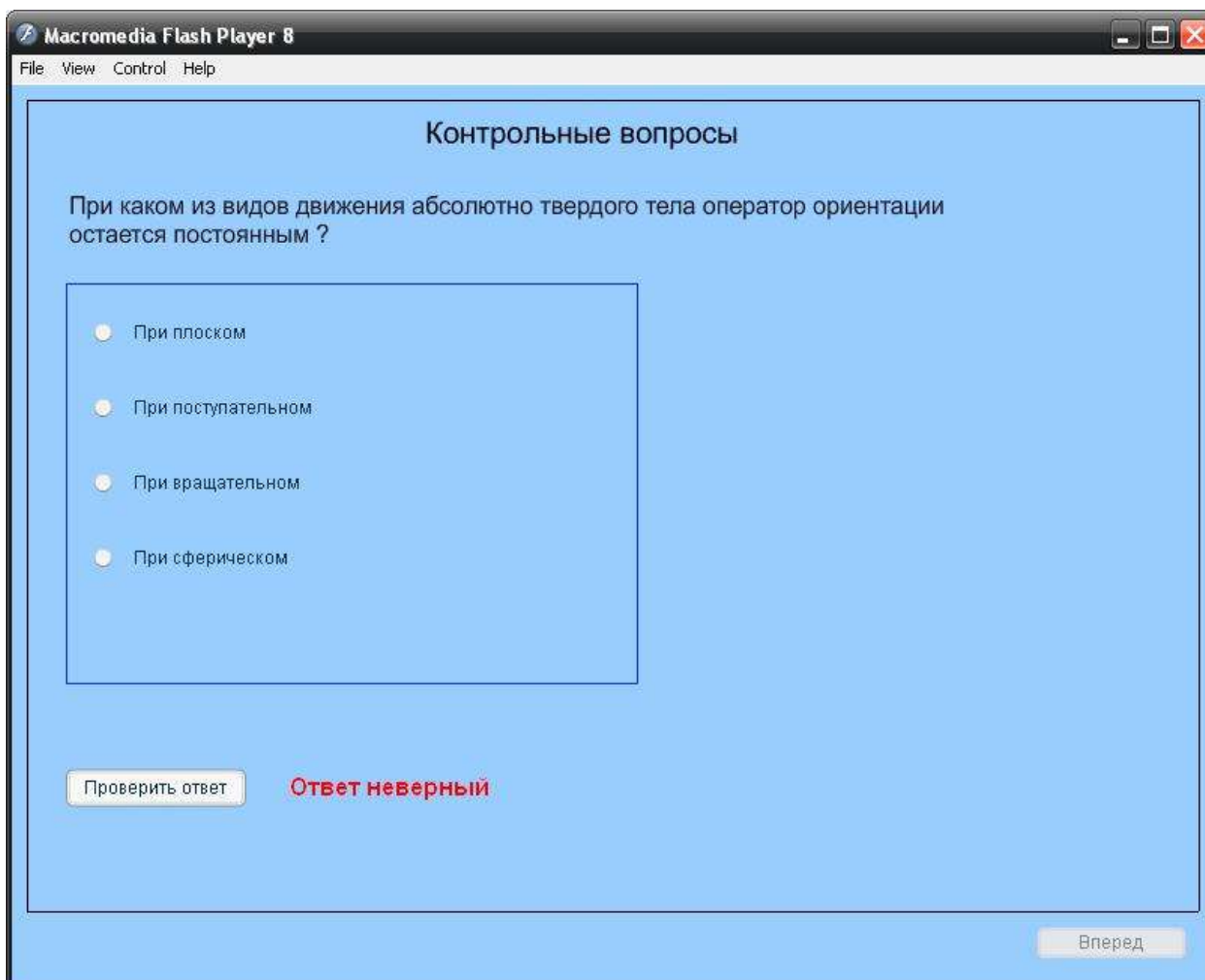


Рис. 3.9. Внешний вид кадра блока контрольных вопросов в случае неправильного ответа

После того как обучающийся ответит на все вопросы, на экран будет выведен кадр оценки результатов (рис.3.10). На него система выводит число неправильных ответов в текущем блоке контрольных вопросов. При этом на экране появляется сообщение **“Уважаемый коллега, Вы ответили неправильно N раз”**, где  $N$  – число неверных ответов. Кроме того, выводится также *оценочное сообщение*, в котором на основании результативности ответов на вопросы даётся оценка степени усвоения обучающимся пройденного материала.



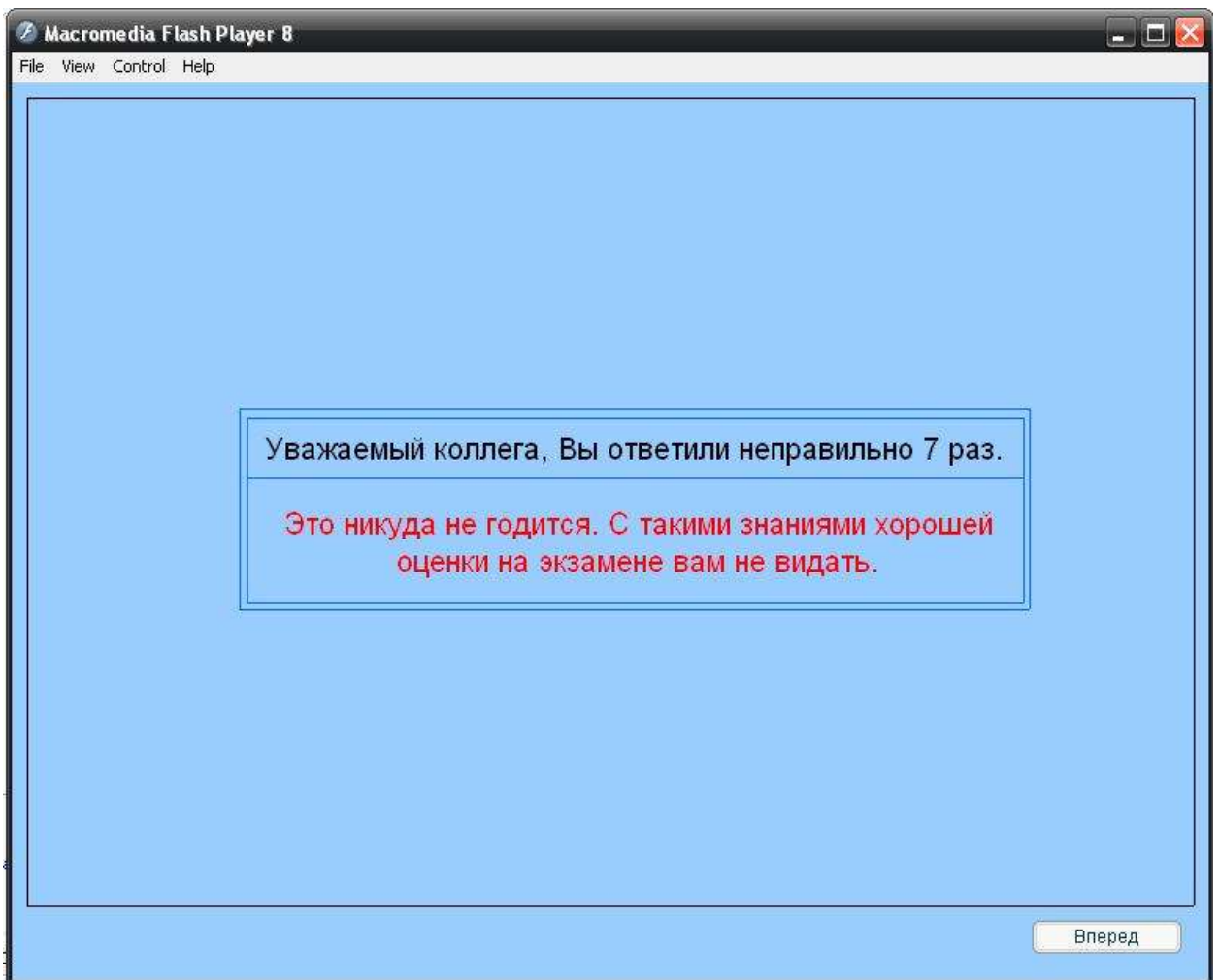


Рис. 3.10. Внешний вид кадра оценки результатов

Критерии оценки таковы:

- в случае, если пользователь ответил на все вопросы правильно, оценочное сообщение будет следующим: **“Отлично! Вы хорошо усвоили материал.”**;
- в случае, если пользователь ответил неверно на один вопрос, оценочное сообщение будет следующим: **“Хороший результат. Вы неплохо усвоили материал.”**;
- в случае, если пользователь ответил неверно на два вопроса, оценочное сообщение будет следующим: **“Удовлетворительно. Но может быть и лучше.”**;

- в случае, если пользователь ответил неверно на три вопроса, оценочное сообщение будет следующим: **“Плохо. Вы не разобрались в материале, рекомендую пройти его еще раз.”**;
- в случае, если пользователь ответил неверно на четыре и более вопросов, оценочное сообщение будет следующим: **“Это никуда не годится. С такими знаниями хорошей оценки на экзамене вам не видать.”**.

Цвет текста оценочных сообщений меняется от зеленого в первом случае до красного в последнем. Используемая система оценки – достаточно строгая; это сделано намеренно – для того чтобы студент максимально строго относился к уровню своих знаний и на экзамене был готов ответить правильно на максимальное число поставленных вопросов (не следует забывать, что полученная обучающимся оценка остаётся известной лишь ему лично).

После вывода кадра оценки результатов кнопка **“Вперед”** становится доступной. Нажав ее, обучающийся переходит к следующей части лекционного блока, откуда он (если требуется) может вернуться к пройденному материалу, чтобы лучше изучить его и ответить на вопросы еще раз.

После того как обучающийся ответит на все вопросы последнего (третьего) блока контрольных вопросов, ему будет показан первый кадр блока тестовых задач (рис.3.11). Обучающийся по своему желанию может или перейти к решению типовой задачи, или вернуться в оглавление.

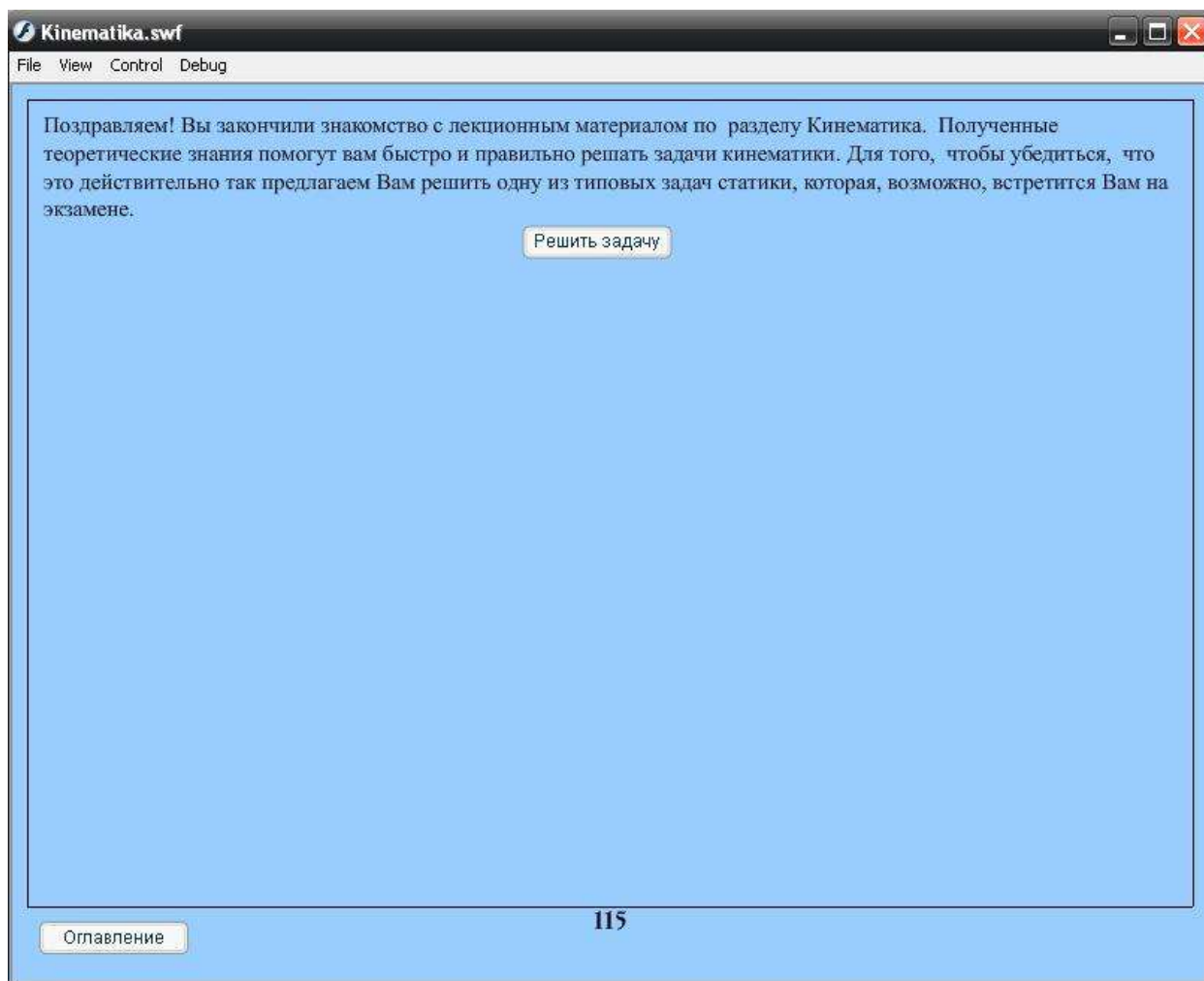


Рис. 3.11. Первый кадр блока тестовых задач

В случае нажатия обучающимся на кнопку “**Решить задачу**” на экран выводится выбранная случайным образом типовая задача (используется функция **Math.random()** языка **Action Script**).

Тестовые задачи, как и блоки контрольных вопросов, организованы в виде интерактивного теста. Для каждой задачи заданы исходные данные, иллюстрированные соответствующими рисунками. Обучающемуся последовательно задаётся ряд вопросов, на каждый из которых он должен дать правильный ответ, выбрав его из предложенных вариантов ответа.

Вопросы составлены таким образом, что для ответа на них пользователю придётся самостоятельно – в уме или на бумаге – проделать необходимые вычисления (найти положения мгновенных центров скоростей

звеньев, получить выражения соответствующих расстояний через исходные данные и найти значение нужной линейной или угловой скорости).

После того, как обучающийся ответит на все вопросы текущей задачи, на экран будет выведен *кадр оценки результатов*. Теперь нажатием кнопки **“Вперед”** обучающийся может перейти (рис.3.12) к последнему кадру курса.

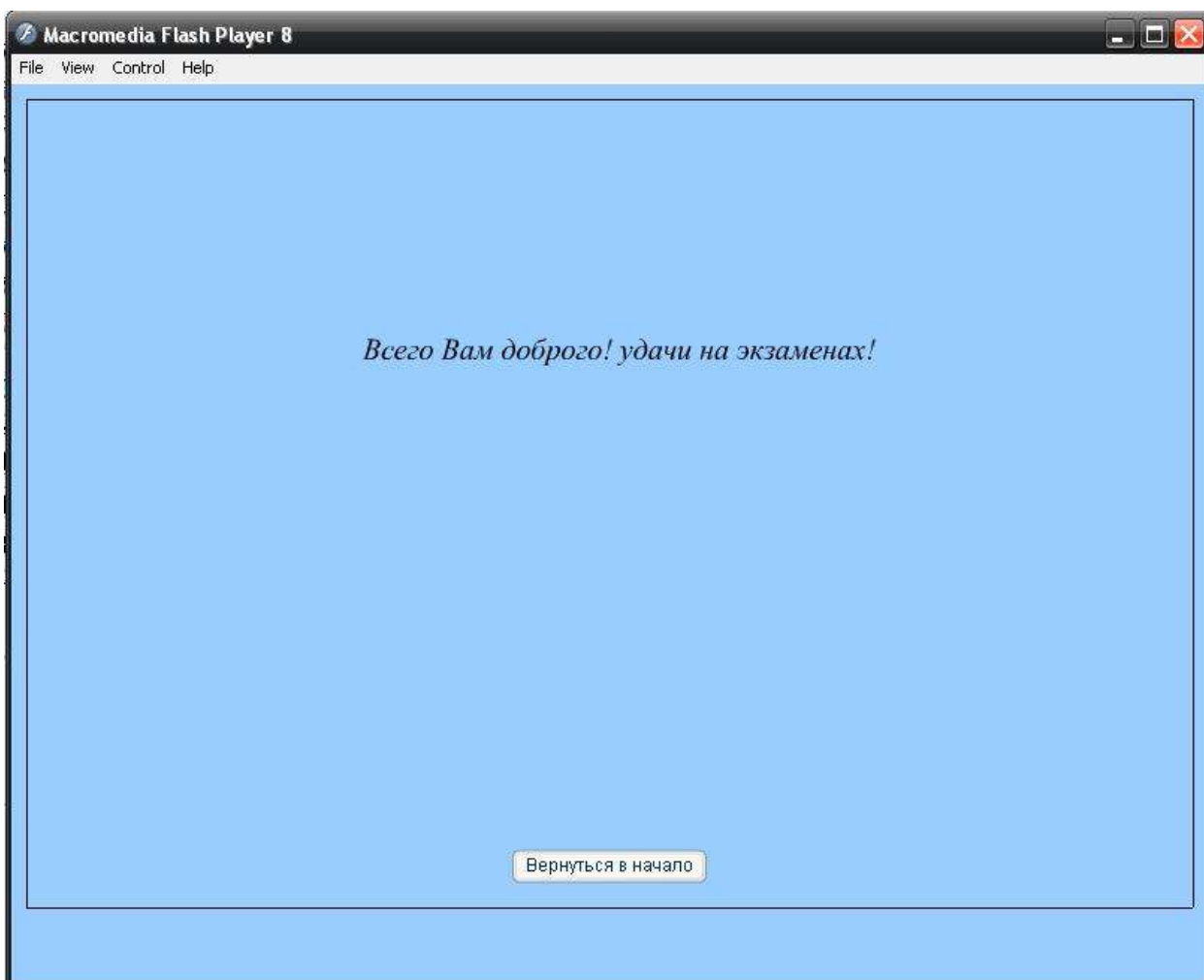


Рис. 3.12. Последний кадр курса

Завершить работу с Курсом обучающийся может, закрыв используемый им flash-проигрыватель. С другой стороны, он может вернуться к оглавлению, нажав на кнопку **“Вернуться в начало”**, и тогда он может продолжить работу с курсом.

## ГЛАВА 4. Эргономический анализ интерфейса программного продукта

Перед тем как провести анализ эргономики интерфейса конкретной программы, необходимо сказать несколько слов об эргономике интерфейса вообще.

Эргономика включается в процессы разработки и тестирования программного продукта как часть системы качества. Разработка пользовательского интерфейса ведется параллельно дизайну программного продукта. Приложение разрабатывается для обеспечения работы пользователя, т.е. для того, чтобы он с помощью компьютерной программы быстрее и качественнее решал свои производственные задачи.

С точки зрения эргономики, самое важное в программе – создать такой пользовательский интерфейс, который сделает работу эффективной и производительной, а также обеспечит удовлетворённость пользователя от работы с программой.

*Эффективность работы* означает обеспечение точности, функциональной полноты и завершённости при выполнении производственных заданий на рабочем месте пользователя.

*Производительность работы* отражает объём затраченных ресурсов при выполнении задачи, как вычислительных, так и психофизиологических.

*Удовлетворённость пользователя* от работы тесно связана с комфортностью его взаимодействия с приложением и способствует сохранению профессиональных кадров на предприятии заказчика за счёт привлекательности работы на данном рабочем месте.

Для обеспечения выполнения этих требований сформулирован ряд принципов, которых стоит придерживаться при разработке пользовательского интерфейса:

- стилевая гибкость;
- совместное наращивание функциональности;

- масштабируемость;
- адаптивность к действиям пользователя;
- независимость в ресурсах;
- переносимость.

Кроме того, помимо требований предъявляемых к удобству и функциональности, существуют общие эргономические требования и требования безопасности, которые также необходимо учитывать в процессе разработки. Эти требования регламентированы нормативным документом ГОСТ Р 50948-2001, действующим с 25 декабря 2001 г.

Далее попробуем провести анализ разрабатываемого мною в рамках данного дипломного проекта интерактивного курса лекций по Кинематике на удовлетворение требований указанного ГОСТа, а так же на общее удобство использования программного продукта.

Требования к параметрам монитора мы опускаем, поскольку предполагается, что эти требования выполнены разработчиками и производителями мониторов и конечный пользователь использует сертифицированный соответствующими надзорными органами монитор. Наиболее распространенными и покупаемыми сейчас и в ближайшем будущем являются LCD мониторы с диагональю 17-20 дюймов и следующими характеристиками матрицы экрана: разрешение 1024\*768 -1280\*1024(1440\*900 для широкоэкранных LCD) точек, яркость 300 кд/м<sup>2</sup>, контрастность 800:1, углы обзора 170°/170°. Соответственно разрабатываемый интерфейс программы будет рассчитан именно на такой тип дисплеев. Проектное расстояние наблюдения примем равным 75 см, что соответствует экранам с диагональю 17"-20".

Итак, посмотрим, соответствует ли программа требованиям ГОСТа. Соответствующий анализ представлен в следующем пункте; рассмотрению каждого из требований ГОСТа при этом посвящён отдельный подпункт.

## 4.2. Эргономические требования к цветовым параметрам

4.2.1. При необходимости распознавания или идентификации цветовых параметров прикладная программа должна предлагать устанавливаемый по умолчанию набор цветов (см. 3.2.9 – 3.2.11), который соответствует требованиям стандарта. Если цвет может быть изменён пользователем, то должна быть предусмотрена возможность восстановления назначенного по умолчанию набора цветов.

Соответствие установленного набора цветов требованиям стандарта будет рассмотрено далее. Возможность смены цвета пользователем не предусмотрена. Соответственно данный пункт требований *выполняется*.

4. 2.2. При необходимости точной идентификации цвета в рядах буквенно-цифровых знаков и полях ввода данных высота символа должна быть не менее 20' при проектном расстоянии наблюдения.

$$\text{Вычислим угловой размер знака: } \alpha = 2 \arctg \frac{h}{2l},$$

где  $h$  – высота знака,  $l$  – расстояние от знака до глаза наблюдателя.

Вычисляем:

$$\alpha = 2 \arctg \frac{3}{2 \cdot 750} = 0,004 \text{ рад} = 0,23^\circ = 13,8'.$$

Полученное значение меньше требуемого; однако перед пользователем не стоит необходимость точной идентификации цвета. Кроме того, такой размер шрифта выбран, исходя из необходимости разместить достаточное количество информации в пределах одной страницы, и рассчитан на пользователей, не страдающих серьёзными нарушениями зрительного восприятия. При этом в программе предусмотрена возможность масштабируемости, так что в случае необходимости пользователь может увеличить масштаб изображения.

Исходя из вышеперечисленного, считаем, что данный пункт требований *выполняется*.

4.2.3. При необходимости точной идентификации цвета обособленного изображения (например, знака или символа) угловой размер данного изображения должен быть не менее 30' при проектном расстоянии наблюдения (предпочтительно – 40').

Данный пункт *выполняется*.

4.2.4. Следует избегать применения насыщенного синего цвета для изображений, имеющих угловой размер менее 2°.

Этот пункт *выполняется*, хотя в оформлении присутствует близкий к синему голубой цвет. Такой цвет выбран для создания достаточного, но не чрезмерного, контраста с фоном и не является чересчур насыщенным. Кроме того, этот цвет не является основным и используется лишь для выделения небольших фрагментов текста.

4.2.5. Для чтения текстов, буквенно-цифровых знаков и символов при отрицательной полярности изображения не следует применять синий и красный цвета спектра на темном фоне и красный цвет спектра на синем фоне.

Данный пункт *выполняется*. Основной фон не является темным, а сочетание синего и красного цветов не используются.

4.2.6. Для чтения текстов, буквенно-цифровых знаков и символов при положительной полярности изображения не следует применять синий цвет спектра на красном фоне.

Данный пункт *выполняется*. Сочетание синего цвета на красном фоне не используется.

4.2.7. Насыщенные крайние цвета видимого спектра приводят к нежелательным эффектам глубины изображаемого пространства и не должны применяться для изображений, которые требуют непрерывного просмотра или чтения.



Насыщенные крайние цвета видимого спектра в оформлении отсутствуют. Требование ГОСТа *выполнено*.

4.2.8. Для точного распознавания и идентификации цветов должны применяться цветное изображение переднего плана на ахроматическом фоне или ахроматическое изображение переднего плана на цветном фоне.

Как уже было сказано необходимости в точном распознавании и идентификации цветов нет, а используемые сочетания цветов позволяют легко различать и идентифицировать различные элементы оформления. Требование *выполнено*.

4.2.9 Число цветов, одновременно отображаемых на экране дисплея, должно быть минимальным. Для точной идентификации цвета каждый заданный по умолчанию набор цветов должен включать не более 11 цветов.

В оформлении присутствует всего шесть цветов разных оттенков. Требование *выполнено*.

4.2.10. При необходимости проведения быстрого поиска, основанного на распознавании цветов, следует применять не более 6 различных цветов.

В оформлении присутствует всего пять цветов разных оттенков. Требование *выполнено*.

4.2.11. При необходимости вызова параметров цвета из памяти ЭВМ следует применять не более 6 различных цветов.

В оформлении присутствует всего пять цветов разных оттенков. Требование *выполнено*.

Итак, можно сказать что все требования ГОСТа Р 50948-2001 к визуальному оформлению приложения удовлетворены. Также было проведено тестирование программы на удобство и информативность интерфейса. В ходе тестирования пять человек разного пола в возрасте от 18 до 25 лет работали с программой в течение полутора часов с перерывом в 5

минут. Тестирующим было предложено оценить насколько удобно им работать с программой и не вызывает ли у них раздражения выбранная цветовая гамма. Все пятеро указали что интерфейс достаточно удобен и информативен, текст и графика читается без затруднений, цвета не вызывают раздражения и сильной усталости при чтении. Общее качество исполнения программы было оценено как хорошее и отличное.

**Выводы:** Разработанный в рамках дипломного проекта интерактивный конспект лекций по “Кинематика” удовлетворяет требованиям нормативной документации, является удобным и безопасным для Пользователя приложением, соответствующим современным требованиям к программному обеспечению. Его можно рекомендовать студентам в качестве дополнительного учебного пособия при освоении курса Теоретической Механики.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе получены следующие результаты.

1. Реализован в виде **flash**-презентации интерактивный курс лекций по статике, содержащий лекционный материал, контрольные вопросы и примеры типовых задач статики.
2. Решены проблемы совместимости, защищенности и доступности проекта для конечного пользователя.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Корецкий А.В., Осадченко Н.В.** Решение задач кинематики на персональном компьютере: Методическое пособие. М.: Издательство МЭИ, 2004. 48 с.
2. **Зими́на О.В.** Печатные и электронные учебные издания в современном высшем образовании: Теория, методика, практика. М.: Издательство МЭИ, 2003. 336 с.
3. **Павловский В.Е., Нечаева Е.С., Ионова Ю.Н.** Методы тестирования знаний в компьютерной обучающей системе. М.: Препринт ИПМ им. М.В.Келдыша РАН
4. **Голубев Ю.Ф., Павловский В.Е., Голубева Е.Ю., Жаркова А.Ю., Нечаева Е.С., Павловский В.В.** Интегрированная мультимедиа обучающая среда по небесной механике // Математическое моделирование, № 5, 2000.
5. **Нечаева Е.С.** Комплекс обучающих и исследовательских программных средств по разделу “Теория колебаний” теоретической механики”: Автореферат канд. дисс. М.: МГУ, 2000. 14 с.
6. **Голубев Ю.Ф., Голубева Е.Ю., Жаркова А.Ю., Нечаева Е.С., Павловский В.Е., Павловский В.В.** Интегрированная мультимедиа среда обучающих компьютерных средств по теоретической механике // Тез. докл. X Юбилейной Международной конференции “Вычислительная механика и современные прикладные программные системы” (ВМСППС’99), Переславль-Залесский, Россия, 7-12 июня 1999. С. 356 – 357.
7. **Рейнхардт Р.** Macromedia Flash 8. Библия пользователя М.: Вильямс, 2006. 1344 с.
8. **Инглиш Д.** Macromedia Flash 8. Из первых рук. Москва.: ЭКОМ, 2007 448 с.

9. **Зубкова А.Г., Табачный Е.М., Пирадова Н.В.** Технико-экономический анализ при проектировании программных средств. М.: Издательство МЭИ, 1994. 100 с.
10. **Табачный Е.М., Златопольский А.Н., Калинина Е.И.** Технико-экономический анализ и обоснование решений при проектировании информационных технологий. М.: Издательство МЭИ, 1997. 51 с.