

Рахимжанова Н.К.,
Дайнеко Е.А., Ипалакова М.Т.,
Дмитриев В.Г., Гиенко А.Д.

**Виртуальная лаборатория
«Изучение законов кинематики
и динамики на машине
Атвуда» с элементами
3D-компьютерного
моделирования**

Rakhimzhanova N.K.,
Daineko Y.A., Ipalakova M.T.,
Dmitriyev V.G., Giyenko A.D.

**Virtual laboratory «Study of
kinematics and dynamics on the
Atwood's machine» with the ele-
ments of 3D computer modelling**

Рахимжанова Н.К.,
Дайнеко Е.А., Ипалакова М.Т.,
Дмитриев В.Г., Гиенко А.Д.

**3D компьютерлік модельдеу
элементтері бар «Атвуд
машинасында кинематика
және динамика заңдарын
зерттеу» виртуалды зертхана**

В статье представлена разработка виртуальной лабораторной работы по физике «Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда». Описаны технологическая основа, структура и реализация виртуальной физической лаборатории. Изучено взаимодействие лабораторной работы с пользователем.

Ключевые слова: Виртуальная физическая лаборатория, высшее образование, 3D моделирование, Microsoft.NET XNA, C#.

The development of the virtual laboratory work «Study of kinematics and dynamics on the Atwood's machine» is given. The technological base, structure and realization of the virtual laboratory are described. The interaction of the laboratory work with the user is examined.

Key words: Virtual Physics Laboratory, High Education, 3D modelling, Microsoft .NET XNA, C#.

Мақалада «Атвуд машинасында кинематика және динамика заңдарын зерттеу» зертханалық жұмыстың жасалуы туралы айтылған. Технологиялық негіздеме, құрылысы және жүзеге асыру барысы сипатталған. Зертханалық жұмыстың қолданушымен қарым-қатынас жолдары талданған.

Түйін сөздер: виртуалды физикалық зертхана, жоғарғы оқу, 3D моделдеу, Microsoft .NET XNA, C#.

**ВИРТУАЛЬНАЯ
ЛАБОРАТОРИЯ
«ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ
КИНЕМАТИКИ
И ДИНАМИКИ
НА МАШИНЕ АТВУДА»
С ЭЛЕМЕНТАМИ
3D-КОМПЬЮТЕРНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Введение

В настоящее время в системе высшего образования наблюдается активный рост в области разработки и внедрения компьютерных обучающих систем, в большей степени за рубежом и в меньшей – в нашей стране. Наиболее необходимой и востребованной является разработка виртуальных средств нижнего уровня, а именно лабораторных работ или стендов.

В качестве успешного примера создания подобных продуктов можно привести виртуальную лабораторию «TechNet Virtual Labs», разработанную и поддерживаемую Microsoft Corporation. Она позволяет удаленно, через браузер, ознакомиться с той или иной технологией Microsoft без установки продукта к себе на компьютер. Другими удачными примерами виртуальных решений являются, например, DNA Extraction Virtual Labs, Polymerase Chain Reaction (PCR) [1]. Из российских ресурсов в качестве примера можно привести интерактивный программный модуль «ВиртуЛаб», представляющий виртуальный лабораторный практикум по физике, химии, биологии и экологии [2].

Подобные виртуальные системы в настоящее время чаще всего реализуются при помощи технологий Macromedia FLASH, HTML и среды разработки 2D и 3D игр.

В целом отрасль электронного обучения в мире активно развивается в соответствии с темпом технического прогресса [3]. В Казахстане же рынок электронного обучения на сегодняшний день находится лишь на стадии развития.

Авторами ведется разработка виртуальной физической лаборатории, которая будет применяться при преподавании курса общей физики для студентов технических специальностей. В данной статье приводится одна из виртуальных лабораторных работ, а именно «Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда».

Структура виртуальной лабораторной работы «Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда»

Физическая основа

Целью лабораторной работы «Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда» является исследование кинематических уравнений прямолинейного равномерного и равноус-

коренного движения, а также изучение основного уравнения динамики материальной точки и поступательного движения твердого тела.

Машина Атвуда состоит из вертикальной колонны с масштабной линейкой, на которой закреплены три кронштейна (верхний с постоянной фиксацией не показан на рисунке 1). На колонне установлен легкий блок, способный вращаться с незначительным трением, и электромагнит. Через блок перекинула легкая нить с прикрепленными на концах грузами одинаковой массы. Электромагнит удерживает блок с грузами в состоянии покоя. Средний кронштейн снабжен кольцом для снятия перегрузка. В момент прохождения груза через кольцо включается секундомер, измеряющий время t равномерного движения грузов на пути h . Измеряя расстояния, пройденные грузом соответственно при равноускоренном S и равномерном h движении, а также время t , можно проверить основные законы кинематики и динамики поступательного движения, а также вычислить ускорение свободного падения.

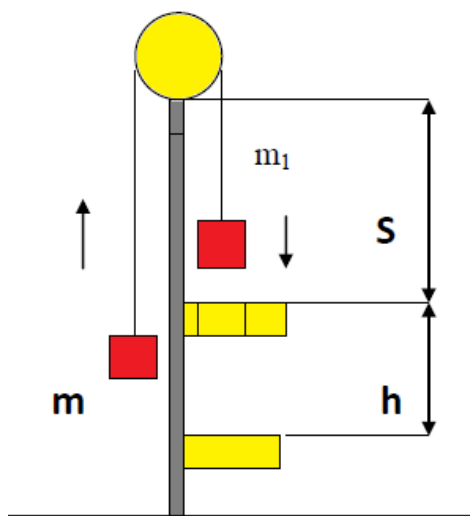


Рисунок 1 – Машина Атвуда

Для определения скорости равномерного движения груза на машине Атвуда применяется уравнение:

$$v = \frac{h_1}{t_1} = \frac{h_2}{t_2} = \dots = const.$$

Ускорение при равноускоренном движении груза определяется из выражения:

$$a = \frac{h^2}{2St^2}.$$

Одним из способов проверки второго закона Ньютона является проверка соотношения

$$a = \frac{m_1 g}{(2m + m_1)} = \frac{m_1 g}{M},$$

где M общая масса системы и m_1 масса перегрузка. Для этого полная масса системы M должна быть постоянной, а величина действующей силы – изменяться:

$$\frac{a_1}{m_1} = \frac{a_2}{m_2} = \dots = const,$$

где $m_1, m_2 \dots$ массы перегрузка.

Технологическая основа

При выборе среды разработки виртуальной лаборатории основным критерием авторами была определена быстрота создания проектов. Так как виртуальные лабораторные работы призваны заменить собой целый ряд экспериментальных установок, то их количество может быть неограниченным, что является одним из главных преимуществ виртуальных лабораторных работ в целом. При выборе платформы разработки был проведен обзор существующих решений, таких как XNA Framework, Unity 3D Engine и Unreal Development Kit. В терминах синтаксиса кода самым простым для использования оказался XNA API. К тому же XNA Framework базируется на DirectX SDK – это профессиональный набор, разработанный для решения задач, связанных с программированием под Microsoft Windows, и отвечающий за реализацию и отрисовку графики в играх.

В целом XNA Game Studio – это среда для разработки компьютерных игр, которые могут работать на платформах Windows и игровых платформах Xbox 360. Необходимые библиотеки для создания игры содержатся в XNA Framework, который входит в состав XNA Game Studio. Весь необходимый инструментарий и документацию можно загрузить с официального сайта Microsoft Corporation.

Программирование ведется на языке C# или в среде Visual C#. Данная среда разработки совместима с Visual Studio либо Visual C# Express. Язык программирования C# располагает к быстрому современному программированию. Еще одним преимуществом C# является то, что студентам, усвоившим программирования на таких языках как C++ и Java, переход на C# не вызывает трудностей. Тем самым, упрощенный процесс разработки проекта дает возможность больше сконцентрировать внимание на самом решении [4].

Помимо этого, XNA Framework обеспечивает следующие преимущества:

- обеспечение высокого качества графического представления информации;
- наличие лицензии для свободного использования в некоммерческих целях;
- поддержка большого количества типов изображений;
- комбинация графических моделей;
- меньший расход памяти для игр, основанных на изображениях;
- больше встроенного GPU-ускорения;
- превосходная поддержка шейдеров;
- наличие множества библиотек нижнего уровня для работы с оборудованием и контентом.

Структура и реализация лабораторной работы

С программной точки зрения виртуальная лабораторная работа – это проект, собранный на языке C#, который запускается в первую очередь. Проект состоит из множества частей, но обобщённо их можно разбить на две группы. В первую очередь – это игровые ресурсы и во вторую – программный код. Под игровыми ре-

сурсами проекта подразумеваются графические, музыкальные либо другие ресурсы, необходимые для оформления проекта, то есть придания сцене реалистичности. К программным ресурсам относятся классы и процедуры, написанные на языке C# и отвечающие за взаимодействие между собой других ресурсов. Под понятием класса имеется в виду некая программная единица, где строго определены данные, их структура и возможные функции с этими данными. Классы объединяются в программные библиотеки. В случае работы с XNA Framework есть возможность подключить сторонние библиотеки, а также запрограммировать и использовать в дальнейшем свою библиотеку [5].

Основу проекта составляют сцены. Сцена обрабатывает и включает в себя все ресурсы проекта. При создании проекта в двумерном пространстве 3D реалистичность достигается за счет применения художественных средств.

Проект «Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда» включает в себя четыре пользовательских класса, структура и взаимосвязь между классами приведена на рис. 2.

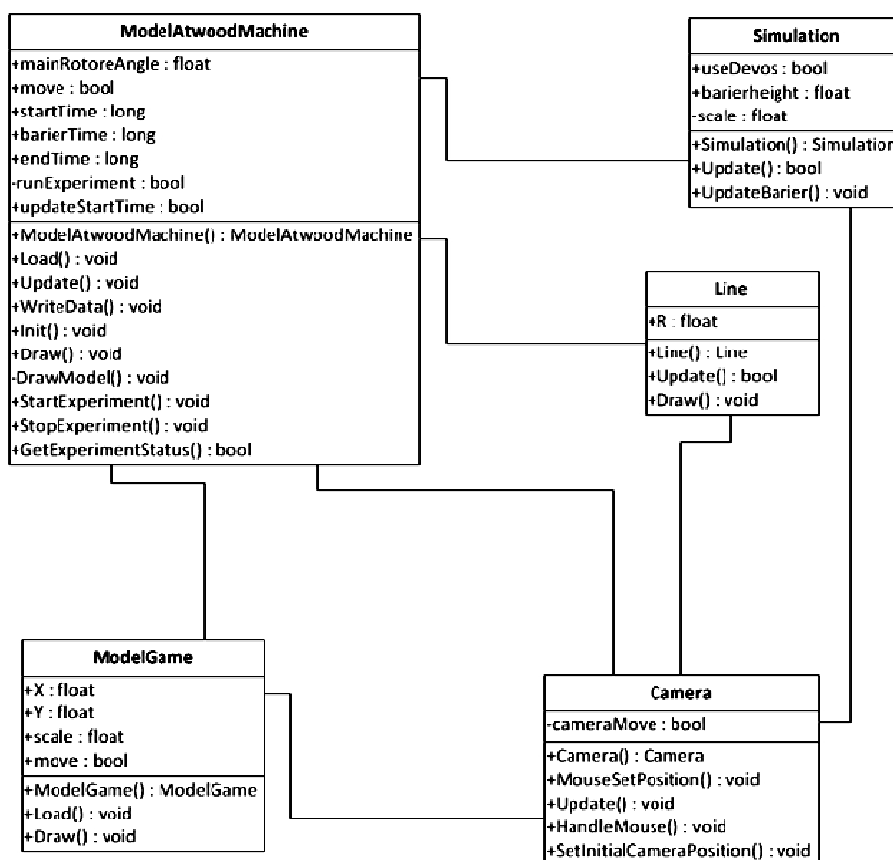


Рисунок 2 – Программные классы лабораторной работы «Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда»

Как видно из рисунка, основным классом является ModelAtwoodMachine, который использует такие классы как Camera, Simulation, Line и ModelGame. Методы RunExperiment и StopExperiment отвечают соответственно за запуск и остановку эксперимента. Классы Camera, Simulation, Line и ModelGame дают возможность создать реалистичное окружение в проводимом эксперименте и используются основным классом ModelAtwoodMachine.

2.4 Взаимодействие с пользователем

Выполнение виртуальной лабораторной работы представляет собой реализацию определённой последовательности действий, которая включает в себя ввод начальных данных, запуск эксперимента и регистрирование результатов. Виртуальные лабораторные работы создаются преподавателем и содержат разное количество шагов. Эта информация прикреп-

ляется к соответствующей виртуальной лабораторной работе в виде методологии лабораторной работы [6]. На рисунке 3 представлен алгоритм взаимодействия с лабораторной работой «Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда». После запуска виртуальной физической лаборатории студенту предоставляется осуществить выбор лабораторной работы. После того, как лабораторная работа выбрана, в данном случае это «Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда», открывается основное окно, откуда есть доступ к разделам «Тестирование», «Теория» и «Лабораторная работа». Разделы «Тестирование» и «Теория» содержат тестовые задания для закрепления знаний и методологию для проводимого эксперимента. Раздел «Лабораторная работа» позволяет приступить непосредственно к реализации эксперимента.

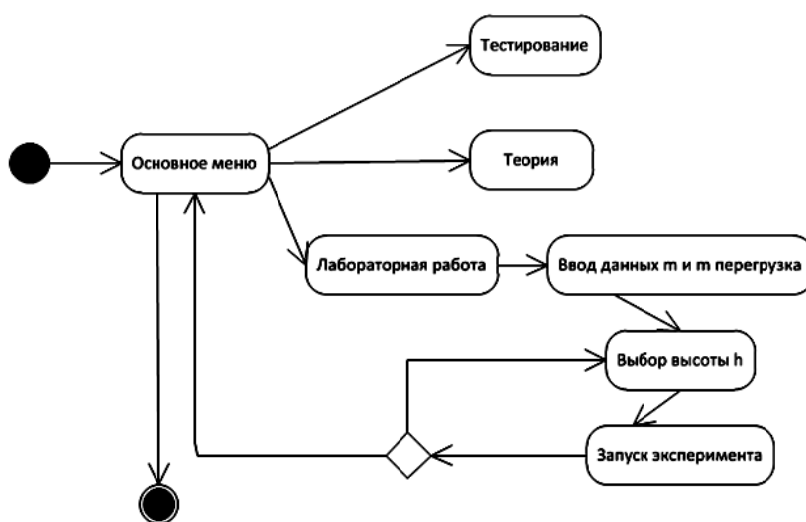


Рисунок 3 – Лабораторная работа «Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда»

Управление и инициирование функции виртуальной лабораторной работы осуществляется через пользовательский интерфейс. При создании интерфейса для данной виртуальной лабораторной работы были использованы элементы управления системы Windows. В целом, все студенты хорошо знакомы и легко управляются с операционной системой Microsoft Windows, и использование привычных элементов управления, таких как, кнопки, поля ввода, окна, полосы прокрутки и т.д. упрощает процесс понимания и реализации виртуальной лабораторной работы. Кроме того, студентам

доступна полноценная справка по конкретной работе. Макет интерфейса для лабораторной работы «Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда» приведен на рисунке 4.

В данном случае студенту требуется выбрать высоту h , а также ввести данные массы для груза и перегрузка. После ввода данных следует запустить эксперимент кнопкой StartExpirement и записать значения для того, чтобы провести вычисления самостоятельно. Данные действия требуется повторить для разных значений высоты h , согласно заданному варианту.

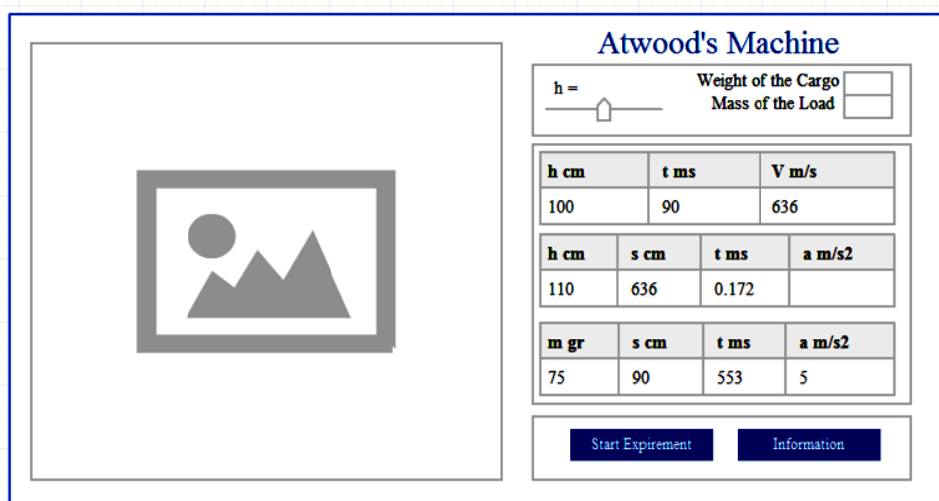


Рисунок 4 – Макет интерфейса раздела Лабораторной работы «Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда»

Заключение

Разработка и применение компьютерных обучающих систем в настоящее время является одним из главных трендов в области высшего образования. Виртуальные физические лаборатории представляют собой один из успешных примеров внедрения информационных технологий в обучающий процесс. Помимо явных преимуществ

использования виртуальных лабораторий, таких как простота эксплуатации, безопасность и недороговизна, можно отметить и такие плюсы разработки как почти неограниченное количество лабораторных работ в рамках лаборатории и возможность их модификации. Кроме того, использование среды разработки 3D игр дает возможность достичь необходимой реалистичности проводимого эксперимента.

Литература

- 1 TechNet Virtual Labs <https://technet.microsoft.com>
- 2 Виртуальная лаборатория ВиртуЛаб <http://www.virtulab.net>
- 3 Yevgeniya Daineko, Viktor Dmitriyev. Software Module «Virtual Physics Laboratory» in Higher Education. 8th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies - AICT2014, Kazakhstan, Astana, 15-17 October 2014. – P. 452-454.
- 4 Введение в XNA Framework http://www.netlib.narod.ru/library/book0052/ch01_01.htm
- 5 XNA Framework Class Library <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb203940.aspx>
- 6 М.А. Прилепко, Модель создания лабораторной работы при использовании системы автоматизации проектирования виртуальных тренажеров NETWORK LAB // Омский научный вестник. – №2(130). – 2014. – С. 223-227.

References

- 1 TechNet Virtual Labs <https://technet.microsoft.com>
- 2 Virtual'naja laboratorija VirtuLab <http://www.virtulab.net>
- 3 Yevgeniya Daineko, Viktor Dmitriyev. Software Module «Virtual Physics Laboratory» in Higher Education. 8th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies - AICT2014, Kazakhstan, Astana, 15-17 October 2014. – P. 452-454.
- 4 Vvedenie v XNA Framework http://www.netlib.narod.ru/library/book0052/ch01_01.htm
- 5 XNA Framework Class Library <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb203940.aspx>
- 6 M.A. Prilepko, Model' sozdaniya laboratornoj raboty pri ispol'zovanii sistemy avtomatizacii proektirovaniya virtual'nyh trenazherov NETWORK LAB, Omskij nauchnyj vestnik. – №2(130). – 2014. – S. 223-227.