

УДК 530.1, 681.3.06

Б.С. Омаров, М.Т. Ипалакова, В.Г. Дмитриев, Е.А. Дайнеко*
(Международный университет информационных технологий,
Алматы, Республика Казахстан, *E-mail: yevgeniyadaineko@gmail.com)

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ С ПОМОЩЬЮ МАШИНЫ АТВУДА»

Аннотация. Описаны основные принципы построения интерфейса программного модуля. Представлены результаты реализации пользовательского интерфейса виртуальной физической лаборатории на примере лабораторной работы «Изучение законов кинематики и динамики с помощью машины Атвуда».

Ключевые слова: Виртуальная физическая лаборатория, высшее образование, интерфейс пользователя, 3D моделирование.

Введение

Развитие информационных и коммуникационных технологий позволяет использовать компьютеры во всех областях социально-экономической жизни, включая образовательную отрасль (в частности, высшее образование). В этом контексте в университетах происходит значительный сдвиг от традиционных обучающих систем к обучающим системам, основанным на новых информационных и коммуникационных технологиях [1]. Подобные приложения способны охватить все обучающие этапы, а именно: обмен знаниями, усвоение знаний, проверка и оценка, а так же предоставить преподавателям новые возможности и пути обучения.

Исследования показали, что обучение происходит гораздо эффективнее и быстрее, если вести курс в развлекательном формате [2]. Такой подход подразумевает учебно-развлекательный тип обучения, что немало важно в наше время. Усвоение так называемой «сухой теории» не является популярной методикой обучения в настоящее время. В связи с этим авторами предлагается вариант виртуальной физической лаборатории, которая полностью имитирует рабочее пространство «классической лаборатории» и при этом отвечает основным принципам обучения в игровом формате.

Виртуальным физическим лабораториям можно дать следующее определение – это программное обеспечение (или программный комплекс), осуществляющее математическое моделирование реальных физических процессов. Это идеальный выход для учебных учреждений, так как использование виртуальных лабораторных работ не несет за собой больших затрат в виде специализированного оборудования. При использовании виртуальных лабораторий обучение может осуществляться на обычных компьютерах, которыми на данный момент оснащено большинство учебных заведений.

При работе с виртуальными лабораториями, кроме расчетов математической модели, описывающей реальные физические процессы, осуществляемые программным обеспечением, стоит также отметить абсолютно другой подход к обучающему процессу. На данном этапе развития обучающих систем так называемое «Игровое обучение» является одним из самых популярных и широко применяемых подходов. Данная форма является эффективным способом обучения, который используют все больше педагогов во всем мире [3]. Игровое обучение – это вид учебного процесса, который позволяет усваивать учебный материал в игровой форме и действует также на эмоциональную составляющую студента, что, в свою очередь, повышает вероятность усваивания материала.

Основные характеристики игрового обучения:

– обучение идет по собственному желанию студента/ученика. Мотивация в данном случае вызвана самим процессом обучения, а не поощрением/оценкой;

– алгоритм работы с изучаемым материалом представлен в виде свода правил, которым следуют студенты/ученики;

– элемент конкуренции. Соревнования также позволяют повысить усваиваемость материала самими учениками/студентами, при этом, не снижая интереса во время работы над материалом;

– использование эмуляторов определенной среды (физического, химического и других процессов), которые позволяют сохранить ощущение работы с реальными процессами.

Однако реализация принципа игрового обучения в компьютерных обучающих системах не может быть осуществлена без ряда условий, одним из которых является построение четкого и понятно-

го пользовательского интерфейса, также называемого «дружественный». Подобный интерфейс пользователя должен обеспечивать максимально удобное взаимодействие с программной средой, а также простоту быстрого и относительно легкого приобретения необходимых навыков работы с ней.

В данной статье дается обзор основных принципов дизайна дружественного пользовательского интерфейса, которые были использованы при разработке виртуальной физической лаборатории. Реализация предлагаемых принципов показана на примере одной из виртуальных лабораторных работ, входящих в состав физической лаборатории, а именно «Изучение законов кинематики и динамики с помощью машины Атвуда».

Теоретическая основа лабораторной работы «Изучение законов кинематики и динамики с помощью машины Атвуда»

В настоящей работе определяется зависимость пути от времени для равноускоренного движения при помощи машины Атвуда.

Машина Атвуда (рисунок 1) состоит из легкого блока в виде сплошного диска, способного вращаться вокруг неподвижной горизонтальной оси, расположенной в верхней части вертикальной стойки. На правой стороне стойки нанесена шкала с сантиметровыми отметками. Через блок перекинута легкая капроновая нить, на концах которой закреплены грузики в виде цилиндров разной массы m_1 и m_2 .

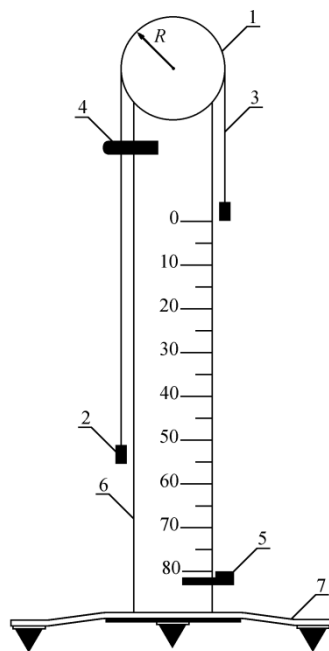


Рис. 1. Машина Атвуда

1 – блок, 2 – грузики, 3 – нить, 4 – электромагнит,
5 – неподвижная платформа с контактным устройством, 6 – стойка со шкалой, 7 – подставка.

В левой верхней части стойки установлено электромагнитное пусковое устройство, позволяющее фиксировать положение грузиков, зажимая нить между двумя дисками, один из которых связан с электромагнитом. При освобождении нити грузики приходят в движение, одновременно включается электронный секундомер.

Пройдя путь S , правый цилиндр попадает своим нижним основанием на горизонтальную неподвижную платформу и замыкает контакты, останавливающие секундомер.

Величина пути S , пройденного телом с начальной нулевой скоростью за время t , определяется (из кинематики) уравнением:

$$S = \frac{at^2}{2}. \tag{1}$$

Однако ряд причин случайного характера (например, неточность начального расположения правого грузика на заданном расстоянии S от неподвижной платформы, инерционность пускового устройства и срабатывания контактов, застойные явления в подшипниках оси блока и т.п.) усложняют эту зависимость.

Введем параметр τ – случайную величину, характеризующую неопределенность моментов начала и конца движения. Тогда,

$$S(t, \tau) = \frac{a(t + \tau)^2}{2}. \quad (2)$$

Преобразовав это выражение, получим:

$$S(t, \tau) = \frac{a\tau^2}{2} + at\tau + \frac{at^2}{2}. \quad (3)$$

Усредняя эту зависимость по случайным значениям параметра τ , находим:

$$S(t, \bar{\tau}) = \frac{a\bar{\tau}^2}{2} + at\bar{\tau} + \frac{at^2}{2}. \quad (4)$$

Если распределение случайной величины τ симметрично относительно значения $\bar{\tau}$ (то есть положительные и отрицательные значения τ равновероятны), то $\bar{\tau} = 0$, $\bar{\tau}^2 \neq 0$, следовательно,

введя обозначения $B \equiv \frac{a}{2}$ и $S_0 \equiv \frac{a\bar{\tau}^2}{2}$, можно записать:

$$S(t) = S_0 + Bt^2. \quad (5)$$

Этот закон содержит два параметра: S_0 – начальное смещение и B – величину, равную половине ускорения. Эти параметры определяются по измеренным значениям пройденного пути S_i и сериям значений промежутков времени $t_{i,j}$ методом наименьших квадратов.

Основная концепция дизайна пользовательского интерфейса

В процессе разработки пользовательского интерфейса для игр основными характеристиками являются эстетическая привлекательность и увлекательность. Как правило, эти характеристики определяются качеством предлагаемой графики и детализации предлагаемой анимации. Данные характеристики также являются ключевыми в построении игр, направленных на обучение. В контексте виртуальных физических лабораторий эффективность определяется, прежде всего, скоростью обучения новому материалу и закреплению теоретических основ уже освоенного материала. Для обеспечения визуальной согласованности, задолго до непосредственной разработки интерфейса, определяются стратегии и особенности общего стиля разрабатываемого приложения. В итоге стиль приложения определятся дизайном его элементов управления, размерами шрифтов, согласованностью цветовой гаммы, группировкой близких по смыслу элементов, использованием общепринятого лексикона и т.д.

Во избежание перезагрузки при использовании элементов управления, как правило, выбирают подмножество элементов управления, которые наиболее соответствуют специфике предметной области. Использование нестандартных элементов снижает восприятие учащегося и заставляет больше думать и фокусироваться на визуальной составляющей виртуальной физической лаборатории, что продиктовано сверхсложным пользовательским интерфейсом, нежели на физических свойствах выполняемого эксперимента. К примеру, для представления информации, которая хорошо группируется в списки, существует множество элементов управления, таких как список (list box), выпадающий список (combo box), сетка (grid), дерево элементов (tree) и т.д. Хотя у каждого элемента есть свои преимущества в использовании, оптимальный минималистический дизайн предполагает использование элементов, облегчающих навигацию и управление, а также выдержанных в едином стиле.

Немаловажным фактором качественного интерфейса является соответствие используемых элементов управления выполняемым функциям. К примеру, текстовое поле (text box) при перманентно установленном значении «только для чтения» может привести к непониманию у пользователя. Поль-

зователь будет ждать, что после определенных его действий поле станет активным, в то время как элемент несет в себе сугубо информативный характер. Таким образом, для отображения текста целесообразнее всего использовать элемент типа «этикетка» (label). Также при разработке интерфейсов должна выдерживаться определенная последовательность установки тех или иных свойств элементов управления. К примеру, поле для ввода текста или других параметров не должно быть в одном месте интерфейса на белом фоне, в то время как в другом месте элемент с похожим функционалом уже был расположен на голубом или любом другом фоне, отличным от белого. Удобство в использовании определяется согласованностью между формами. Таким образом, выбирается стиль и привязка к нему во всем приложении, даже если для этого необходимо перепроектировать некоторые особенности программы.

Эффективное использование незаполненного пространства экрана помогает подчеркнуть элементы и сделать дизайн нагляднее. Чрезмерное количество используемых элементов интерфейса создает впечатление беспорядочности, что усложняет поиск полей и элементов управления. В условиях рассматриваемой задачи, где студенту необходимо усвоить максимальное количество материала, излишне сложный интерфейс может помешать в процессе обучения. Таким образом, наличие пространства между различными блоками интерфейса является эффективным инструментом оптимизации дизайна. Согласованный интервал между элементами экрана и выравнивание элементов по горизонтали и вертикали создают благоприятный фон для дальнейшей работы. Так организованный дизайн помогает быстрее настроиться на изучение материала.

Реализация пользовательского интерфейса виртуальной лабораторной работы «Изучение законов кинематики и динамики с помощью машины Атвуда»

При первом входе в программу пользователю предоставляется простая и понятная форма, содержащая список реализованных виртуальных лабораторных работ. Данная форма является входной точкой во все имеющиеся виртуальные физические лабораторные работы. Хотя каждая лабораторная работа имеет свой интерфейс, каждая отдельно взятая лабораторная работа состоит из 3D макета реальной лабораторной комнаты 3D модели экспериментальной установки. В случае с лабораторной работой связанной с машиной Атвуда, модель выполнена в соответствии с эскизом, приведенным на рисунке 2. Сам же эскиз потенциальной виртуальной лабораторной работы приведен на рисунке 3.

Таким образом, реализуя стандартизованный пользовательский интерфейс в каждой из лабораторных работ, удастся сэкономить время понимания интерфейса, что в итоге ведет к более плодотворной работе. Для полноценного использования приложения студент должен обладать определенным рядом навыков, однако в процессе выполнения лабораторной работы он легко может ориентироваться в приложении.

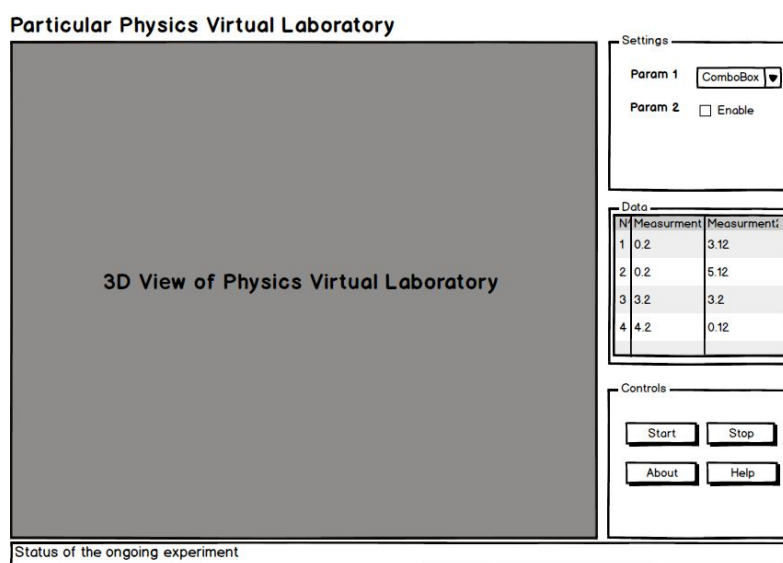


Рис. 2. Эскиз виртуальной физической лабораторной работы

На рисунке 3 показана «use case diagram», которая отображает общий алгоритм работы с виртуальными физическими лабораториями. Пользователь заходит в главное меню.



Рис. 3. Последовательность выполнения действий для загрузки эксперимента при работе с виртуальной лабораторией

Перед ним появляется окно «Выбрать эксперимент». При его выборе выходит новое окно с тремя кнопками: «Загрузить эксперимент», «Прочитать теорию» и «Сдать тест». При нажатии на кнопку «Загрузить эксперимент» начинает непосредственно загружаться модуль с выбранным экспериментом в новом окне. При нажатии на кнопку «Начать эксперимент» начинается выполнение эксперимента, то есть при наличии математической модели описывающей определенный физический процесс начинается непосредственно вычисления результата при заданных параметрах эксперимента, которые в дальнейшем подвергаются анализу со стороны обучаемого. Непосредственно до запуска эксперимента, пользователь имеет возможность указывает нужные значения и остальные параметры подающиеся на «вход» виртуального эксперимента.

На рисунке 4 показана последовательность действий (в виде соответствующей UML диаграммы) при осуществлении основных функций, которые предоставляет каждая виртуальная лабораторная работа.



Рис. 4. SequenceTest – последовательность выполнения симуляции эксперимента при работе с виртуальной лабораторией (sequence diagram)

На рисунке 5 представлен эскиз интерфейса виртуальной лабораторной работы «Изучение законов кинематики и динамики с помощью машины Атвуда»

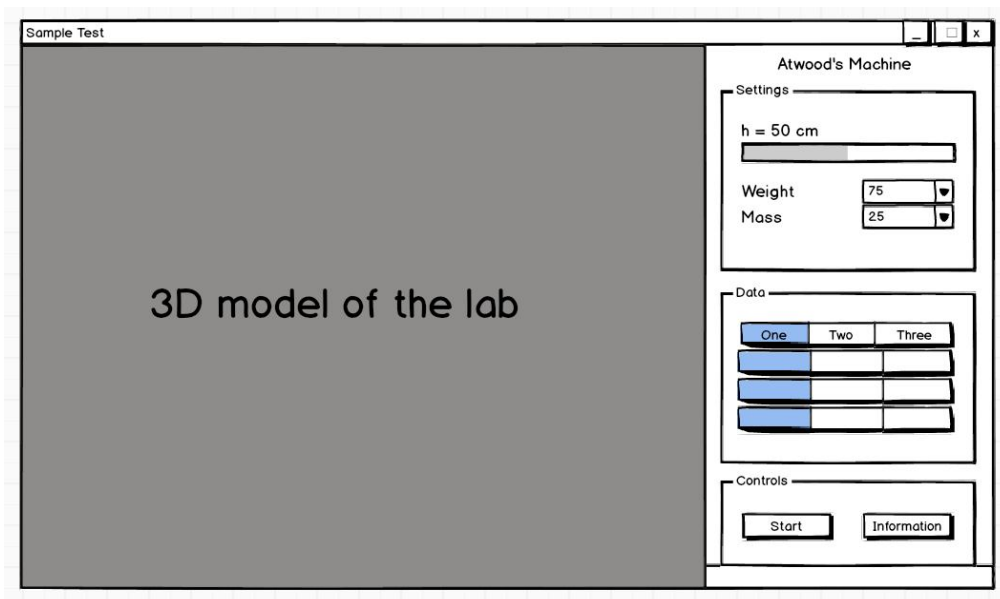


Рис. 5. Эскиз интерфейса виртуальной лабораторной работы «Изучение законов кинематики и динамики с помощью машины Атвуда»

Окно работы разделено на 3 части:

- 1) главное окно. В этом окне показана Машина Атвуда, аппарат, который будет использован во время лабораторной работы;
- 2) окно для параметров. В этом окне пользователь может изменять параметры лабораторной работы, такие как: высота, вес груза, масса нагрузки;
- 3) окно результатов. В этом окне показаны результаты лабораторной работы в виде таблиц; в первой таблице показаны атрибуты для лабораторной работы по изучению равномерного движения; во второй таблице показаны атрибуты для лабораторной работы по изучению равномерно ускоренного движения; и в третьей таблице показаны атрибуты для лабораторной работы по проверке второго закона Ньютона.

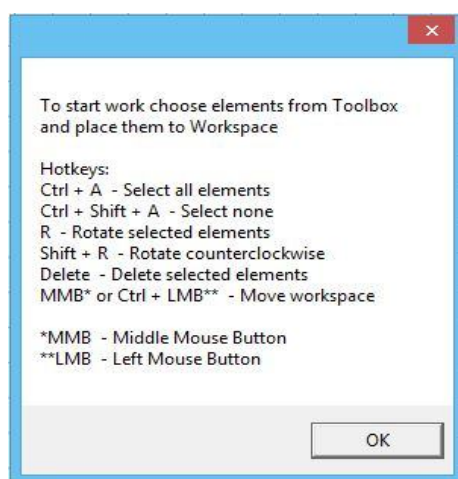


Рис. 5. «Горячие клавиши» приложения

Как только пользователь задал нужные параметры для эксперимента, он должен нажать кнопку «Start» для того чтобы запустить устройство.

Кроме того, в окне работы присутствует кнопка «Information», которая открывает краткий справочник для пользователя. В нем описана инструкция по использованию данной программы.

Для быстрой манипуляции над элементами в приложении были добавлены так называемые «Горячие клавиши». Для этого необходимо нажать кнопку «?» (рисунки 5).

Заключение

Использование виртуальных компьютерных лабораторий в обучении физике приводит к появлению определенных требований к их алгоритму построения. В частности материал должен быть логически скомпонован и методически грамотно изложен, должны использоваться современные анимационные средства, справочные данные, которые позволяют расширить возможности студента при ответах на вопросы [4]. Вместе с тем интерфейсы виртуальных лабораторий, как и любых других приложений, должны соответствовать принципам юзабилити. В данной статье приводится пример построения пользовательского интерфейса виртуальной физической лаборатории в соответствии с общепринятыми стандартами проектирования дружественного интерфейса пользователя.

Работа выполнена при финансовой поддержке КН МОН РК по программе грантового финансирования научных исследований на 2015 г, грант 2622/ГФ4, рег.№ 20150115PK01145.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Daineko Y., Ipalakova M., Dmitriyev V., Giyenko A., Rakhimzhanova N. 3D Physics Virtual Laboratory as a Teaching Platform // Proceedings. Second International Conference, AVR 2015. – Lecce, Italy, 2015. – P. 458-466.
- [2] Trenholme D., Smith S.P. Computer game engines for developing first-person virtual environments // Virtual Reality – 2008. – Т. 12 № 3. – P. 181-187.
- [3] Oblinger D.G. Game Changers: Education and Information Technologies // EDUCAUSE. – 2012.
- [4] Дайнеко Е.А., Дмитриев В.Г., Чайко Е.В., Ипалакова М.Т., Маратов М.М. Использование компьютерных моделей в курсе физики // Гумилев атындағы ЕҰУ Хабаршысы – Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. – 2012. – № 6. – С. 87-90.

REFERENCES

- [1] Daineko Y., Ipalakova M., Dmitriyev V., Giyenko A., Rakhimzhanova N. 3D Physics Virtual Laboratory as a Teaching Platform // Proceedings. Second International Conference, AVR 2015. – Lecce, Italy, 2015. – P. 458-466.
- [2] Trenholme D., Smith S.P. Computer game engines for developing first-person virtual environments // Virtual Reality – 2008. – Т. 12 № 3. – P. 181-187.
- [3] Oblinger D.G. Game Changers: Education and Information Technologies // EDUCAUSE. – 2012.
- [4] Daineko Ye.A., Dmitriyev V.G., Chaiko Ye.V., Ipalakova M.T., Maratov M.M. Ispolzovanie komputernyh modeley v kurse fiziki // Gumilyev atyndagy YUU Khabarshysy – Vestnik YNU im. L.N. Gumilyeva. – 2012. – № 6. – S. 87-90.

Омаров Б.С., Ипалакова М.Т., Дмитриев В.Г., Дайнеко Е.А.

Реализация пользовательского интерфейса виртуальной лабораторной работы «изучение законов кинематики и динамики с помощью машины атвуда»

Резюме. Мақалада программалық модуль интерфейсінің құрудың негізгі принциптері сипатталады. «Атвуд машинасы көмегімен кинематика және динамика заңдарын үйрету» лабораториялық жұмысы мысалында виртуалды физика лабораториясының қолданушы интерфейсінің реализациялау нәтижелері ұсынылды.

Кілтті сөздер: виртуалды физикалық лаборатория, жоғары білім, қолданушы интерфейсі, 3D модельдеу

Omarov B., Ipalakova M., Dmitriyev V., Dayineko E.

Developing of the user interface in the base of “The study of the laws of kinematics and dynamics using the Atwood Machine” laboratory work.

Abstract. The description of the basic principles of interface software module are proposed. The results of the implementation of the user interface a virtual physics laboratory on the example of laboratory work "The study of the laws of kinematics and dynamics using the Atwood Machine."

Key words: virtual physics laboratory, higher education, the user interface, 3D modeling.