

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

**Программный модуль
«Виртуальная физическая
лаборатория» для обучения
студентов в технических вузах**

Daineiko Y.A., Ipalakova M.T.,
Dmitriyev V.G.,
Rakhimzhanova N.K.

**Software Module “Virtual Physics
Laboratory” for training students
in technical universities**

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

**Техникалық ЖОО
студенттеріне арналған
«Виртуалды физикалық
лаборатория бағдарламалық
модулі**

Представлен программный модуль «Виртуальная физическая лаборатория» для обучения студентов в технических вузах. Отмечены основные преимущества ее использования при изучении физики. Описаны структура, технологическая основа, описание виртуальной физической лаборатории. Данный модуль разработан на базе фреймворка Microsoft .NET XNA с использованием элементов 3D компьютерного моделирования.

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

The software Module “Virtual Physics Laboratory” for training students in technical universities is presented. The main advantages of its use at the studying physics are given. The structure, technological basis and description of the virtual physics laboratory are described. The given module is developed on the Microsoft .NET XNA framework with the use of the elements of 3D computer modeling.

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

Техникалық жоғарғы оқу орындарындағы студенттерді оқытуға арналған «Виртуалды физикалық зертхана» бағдарламалық модулі келтірілген. Физиканы оқып-білу үрдісіндегі оның негізгі артықшылықтары айтылған. Виртуалды физикалық зертхананың құрылысы, технологиялық негізі және сипаттамасы келтірілген. Берілген модуль 3D компьютерлік модельдеу элементтерін қолдана отырып Microsoft .NET XNA фреймвор негізінде жасалған.

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

**ПРОГРАММНЫЙ
МОДУЛЬ
«ВИРТУАЛЬНАЯ
ФИЗИЧЕСКАЯ
ЛАБОРАТОРИЯ» ДЛЯ
ОБУЧЕНИЯ
СТУДЕНТОВ В
ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ**

Введение

Использование виртуальных моделей в учебном процессе обусловлено задачей повышения наглядности и теоретического уровня изложения материала [1]. При использовании виртуальных моделей студент получает больше возможностей для исследовательской и творческой деятельности, что приводит к гораздо более глубокому усваиванию полученного материала. Одним из таких примеров является разработка виртуальных лабораторий. Виртуальная лаборатория представляет собой компьютерную программу или связанный комплекс программ, осуществляющий компьютерное моделирование некоторых процессов [2]. Особую роль играет применение таких программных разработок при изучении естественнонаучных и технических дисциплин, например физике [3]. В современной программе по физике существует огромное количество непростых для понимания вопросов. Самым убедительным способом для изучения таких вопросов является демонстрация физических явлений на реальном физическом оборудовании. Однако очень часто не предоставляется возможным использование реальных физических установок. Зачастую, это связано с отсутствием финансирования некоторых учебных заведений.

По сравнению с реальными лабораторными работами виртуальные лабораторные работы имеют ряд преимуществ. Во-первых, для детального изучения физических процессов нет необходимости покупать дорогостоящее оборудование и опасные радиоактивные материалы. Например, для лабораторных работ по квантовой, атомной или ядерной физике требуются специально оборудованные лаборатории.

Во-вторых, появляется возможность моделирования процессов, протекание которых недоступно в лабораторных условиях. В частности, большинство классических лабораторных работ по молекулярной физике и термодинамике представляют собой закрытые системы, на выходе которых измеряется некоторый набор электрических величин, из которых затем с помощью уравнений электродинамики и термодинамики рассчитываются искомые величины. Все молекулярно-ки-

нетические и термодинамические процессы, происходящие в опыте, при этом остаются недоступными для наблюдения. В ходе выполнения виртуальных лабораторных работ по этим разделам физики студенты могут с помощью анимированных моделей наблюдать динамические иллюстрации изучаемых физических явлений и процессов, недоступных для наблюдения в реальном эксперименте. Кроме того, появляется возможность одновременно с ходом эксперимента наблюдать графическое построение соответствующих зависимостей физических величин.

В-третьих, виртуальные лабораторные работы обладают более наглядной визуализацией физических или химических процессов по сравнению с традиционными лабораторными работами. Например, появляется возможность более подробно и наглядно изучать такие физические процессы, как движение заряженных частиц, создающих электрический ток или принцип работы *p-n*-перехода. Кроме того, компьютерное моделирование физических явлений позволяет проникнуть в процессы, происходящие за доли секунды или длящихся в течение нескольких лет, например, изучение движения планет в поле тяготения центрального тела.

Важный фактор заключается в безопасности. По сравнению с применением реального лабораторного оборудования использование виртуальной лаборатории для изучения процессов является, несомненно, более безопасным способом обучения. В частности, использование виртуальных лабораторных работ более чем оправдано в случаях, где идет работа с высоким напряжением или опасными химическими реактивами.

Кроме того, программные продукты, моделирующие физические процессы, могут быть написаны на разных языках программирования и с использованием различных инструментальных средств разработки. При этом сами студенты могут принимать непосредственное участие при их разработке.

При выполнении виртуальных лабораторных работ по физике студент может исследовать различные явления, меняя параметры, получать результаты, сравнивать и анализировать их, делать выводы. Например, меняя массы груза и перегруза в «Машине Атвуда» можно следить за типом движения и рассчитать ускорение свободного падения. А при изменении высоты в лабораторной работе «Маятник Максвелла» можно изучать динамику вращательного движения.

Структура, описание и технологическая основа модуля «Виртуальная физическая лаборатория»

Программный модуль «Виртуальная физическая лаборатория» реализован с использованием 3D-сцен, позволяя наблюдать за экспериментом в пространстве. Они предусматривают возможность пользователю самому управлять экспериментом путем моделирования различных условий его проведения.

Общая структура программного модуля «Виртуальная физическая лаборатория» показана на рисунке 1. Структура представлена с использованием Unified Modelling Language (UML) [4].

Центральный компонент модуля является основной точкой входа программного продукта. Несмотря на это, все виртуальные лаборатории реализованы в виде отдельных компонентов и могут быть использованы независимо от центрального модуля, имея аналогичную структуру внутри. Каждый физический эксперимент содержит следующие подпрограммы: а) сцена с экспериментом, б) инструкции для проведения эксперимента, в) теоретическую часть и г) тестовый опрос. Некоторые физические эксперименты также разделяют тот же основной шаблон для 3D сцены (**Basic 3D Template Scene**). Это означает, что сцена, которая описывает конкретный эксперимент, например Машину Атвуда и Маятник Максвелла, является одинаковой для обоих экспериментов и получена от одного базового шаблона программного обеспечения.

Центральный компонентный модуль «Виртуальной физической лаборатории» реализован в виде отдельного экрана с кнопками, которые указывают на 6 лабораторных работ (рисунок 2). Нажимая на одну из них можно получить краткую информацию о предстоящем эксперименте. Также данный модуль содержит инструкции и описание проведения самого физического эксперимента. Все эксперименты были созданы с использованием одного шаблона, что позволяет сократить время, необходимое для работы с новыми программными пакетами.

Разработанный модуль (рисунок 2) содержит 6 лабораторных работ. Это «Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда», «Изучение момента инерции с помощью маятника Максвелла», «Определение постоянно адиабаты методом Клермана-Дезорма», «Измерение горизонтальной составляющей магнитной индукции Земли», «Определение постоянной Стефана-Больцмана», «Изучения явления фотопроводимости».

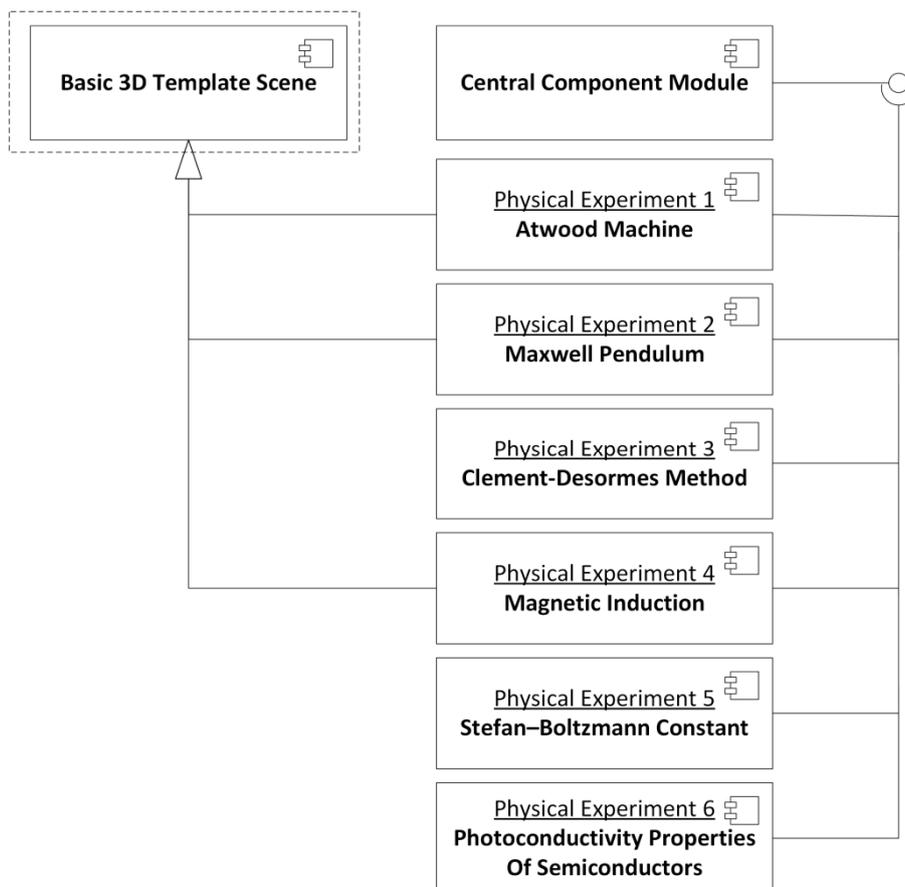


Рисунок 1 – Компонентная диаграмма программного модуля «Виртуальная физическая лаборатория»

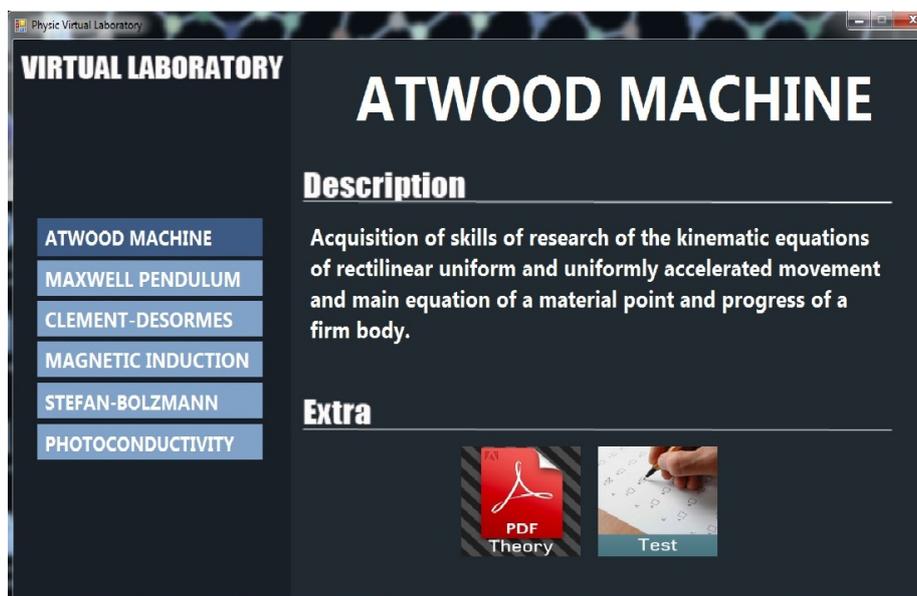


Рисунок 2 – Общий вид программного модуля «Виртуальная физическая лаборатория»

Программный модуль «Виртуальная физическая лаборатория» выполнен на английском языке и содержит инструкции и методические указания к выполнению работ, построенных единообразно по следующей форме: цель работы, теоретический материал, экспериментальная установка, порядок выполнения работы, отчет. Кроме того, в каждой лабораторной работе содержится тест, который включает в себя оценку базовых знаний, необходимых для успешного

выполнения работы, и итоговый тест, который направлен на контроль остаточных знаний по результатам выполнения лабораторной работы.

При выборе программного обеспечения для разработки трехмерных сцен с предоставлением интерактива и возможности наиболее качественно эмулировать физический мир, были выделены 3 платформы, такие как OpenGL, Direct3D и XNA. Результаты анализа платформ по минимальным критериям приведены в таблице 1 [5, 6].

Таблица 1 – Результаты анализа платформ для разработки виртуальных лабораторий

Критерии	XNA	OpenGL	Direct3D
Сложность освоения	Низкая	Высокая	Высокая
Поддерживаемые языки	.NET	Большинство языков	Большинство языков
Популярность	Средняя	Высокая	Высокая
Поддержка	Microsoft	Сообщество	Сообщество
Перспективность	Высокая	Хорошая	Нормальная

На основе данного анализа был сделан вывод, что наиболее приемлемой платформой является Microsoft XNA.

Основными требованиями при разработке виртуальных физических лабораторий будут следующие:

качество разработки;

скорость разработки;

использование передовых наработок в сфере разработки ПО (система контроля версий, agile методологии, проектирование, bug-tracking, автоматическое тестирование и т.д.);

гибкость к меняющимся требованиям;

удобное использование конечного продукта (обновление, добавление новых лабораторных работ, исправление ошибок);

преемственность поколений.

Для каждого эксперимента была разработана отдельная 3D модель и реализован физический движок просчитывающий взаимодействие объектов модели. Модели были созданы при использовании Blender и Maya 3D, а основной функционал был написан на C#(.NET) с использованием фреймворка XNA 4.0.

Вывод

Таким образом, современной мировой тенденцией в системе высшего образования является широкое использование виртуальных компьютерных технологий. Смоделированные на экране компьютера виртуальные эксперименты по физике позволяют привлечь внимание студентов для изучения трудных вопросов и становятся хорошей методической поддержкой при организации учебного процесса.

References

1. Nizhegorodov V.V., Bychkova D.D. Modeliruyushiy virtualny eksperiment. Materialy 77-y mezhdunarodnoy nauchno-technicheskoy konferencii AAI. – 2012. – S. 81-85.
2. Knyazeva E.M. Laboratornye raboty novogo pokoleniya. – Fundamentalnye issledovaniya. – 2012. – №6. – S. 587-590.
3. Daineko Ye.A., Ipalakova M.T., Dmitriyev V.G. Using the information technologies for the Development of Virtual Physical Laboratory. The 12th international conference information technologies and management 2014, April 16-17, Riga, Latvia. – 2014. - P.105-106.
5. J. Rumbaugh, I. Jacobson, and G. Booch. Unified Modeling Language Reference Manual, The, Pearson Higher Education. - 2004.
6. The C# Programming Language, 4th edition by Anders Hejlsberg, Mads Torgersen, Scott Wiltamuth and Peter Golde. Addison-Wesley. - 2010.
7. <http://www.blender.org/>