

Проблемы образования и подготовки специалистов в области РТС

DOI 10.24412/2221-2574-2022-3-76-83

УДК 004.85

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПРИ ОСВОЕНИИ КУРСА ФИЗИКИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Рыжкова Мария Николаевна

кандидат технических наук, доцент кафедры физики и прикладной математики Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

Титаренко Дмитрий Юрьевич

студент факультета информационных технологий и радиоэлектроники Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

E-mail: masmash@mail.ru

Адрес: 602264, Российская Федерация, Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д. 23.

Аннотация: В статье рассмотрена возможность использования виртуальных лабораторных работ в процессе обучения. Целью данной работы стало исследование возможности и особенностей использования специализированного программного обеспечения – виртуальных лабораторных работ в курсе физики. В ходе исследования было определено понятие виртуальной лабораторной работы, определены задачи, выполняемые данным программным обеспечением, сформулированы требования к программным комплексам, реализующим выполнение лабораторной работы. В качестве примера была разработана виртуальная лабораторная работа по теме «Исследование колебательных процессов на примере математического маятника», которая удовлетворяет всем выдвинутым требованиям, решает поставленные перед ней задачи и может быть использована в процессе подготовки студентов радиотехнического направления подготовки в рамках раздела «Колебания и волны» курса общей физики в вузе.

Ключевые слова: информационные технологии в образовании, виртуальная лабораторная работа, математическая модель, курс физики, колебательный процесс.

Введение

Курс физики для специальностей радиотехнического профиля является основополагающим теоретическим курсом. Особенностью курса физики в высшей школе является структура курса, включающая в себя лекционные, практические и лабораторные занятия. Особая роль в процессе обучения отводится именно лабораторным занятиям, на которых студент изучает особенности различных физических процессов, закономерности поведения физических систем и их моделей.

Однако, в последние несколько лет все чаще возникает потребность в проведении дистанционных занятий, что практически к нулю

сводит возможность проведения исследований на реальных лабораторных установках. В таких случаях возникает необходимость замены реальных установок на виртуальные лабораторные комплексы.

Целью данной работы стало исследование возможностей применения виртуальных лабораторных работ по физике при обучении студентов радиотехнического профиля, для чего необходимо:

- 1) определить понятие виртуальной лабораторной работы;
- 2) задать цели использования виртуальной лабораторной работы;
- 3) сформулировать особенности и требова-

ния к программным комплексам, реализующим выполнение лабораторной работы.

В рамках исследования была разработана виртуальная лабораторная работа «Исследование колебательных процессов на примере математического маятника».

Цели использования виртуальных лабораторных работ в обучении

Большинство исследователей области информационных технологий в образовании под виртуальными лабораторными работами понимают компьютерные программы, которые позволяют выполнять различные физические эксперименты и получать результаты без непосредственного использования реальных лабораторных установок и приборов.

В последние несколько лет все чаще возникает потребность в проведении дистанционных занятий, что практически сводит к нулю возможность проведения исследований на реальных лабораторных установках. В таких случаях возникает необходимость замены реальных установок на их компьютерные аналоги. Реализованные в виде компьютерных программ модели лабораторных установок или физических процессов могут быть использованы в учебном процессе в рамках самостоятельного или дистанционного обучения. Благодаря этому сформировалась основная цель использования виртуальных лабораторных работ — переход от недоступной реальной лабораторной установки к её модели, реализованной в виде программного продукта для обеспечения непрерывности и полноты учебного процесса.

Однако, необходимо понимать, что программное обеспечение, имитирующее поведение реальной лабораторной установки, по сути, представляет гораздо больше возможностей для исследования физических закономерностей. Особенности компьютерных аналогов реальных лабораторных работ являются:

- более широкий диапазон изменений реальных физических величин. Так, например в реальной лабораторной работе могут быть ограничения на массу исследуемых грузов, эти

ограничения накладывают, например, нити, на которые могут быть подвешены грузы. В компьютерном варианте работы такие ограничения могут быть сняты;

- большее многообразие измеряемых величин, могут быть задействованы модели приборов, использование которых в реальных условиях затруднено или невозможно;

- возможность исследования процессов, недоступных для реализации в рамках реальных физических условий, например, исследование поведения молекул идеального газа или законов радиоактивного распада;

- возможность автоматизированной визуализации процессов или закономерностей, например, графики колебательных процессов или траектории движения молекул идеального газа.

Это приводит ко второй цели использования виртуальных лабораторных работ в процессе обучения — расширение (по сравнению с реальными лабораторными установками) условий проведения экспериментальных исследований и реализация процессов, недоступных для изучения в лабораторных условиях.

Ещё одной особенностью виртуальных лабораторных работ является возможность её индивидуализации, что обусловлено неограниченными возможностями параметров исследуемых процессов и возможностью генерировать наборы входных данных исследуемого процесса. Эта особенность приводит к неизбежному увеличению объёма работ со стороны преподавателя по проверке правильности выполненного исследования и выявленных закономерностей. Поэтому одной из важнейших особенностей виртуальной лабораторной работы является возможность проверки промежуточных или окончательных расчётных данных, полученных студентами. Автоматизированная проверка правильности выполненных расчётов — это ещё одна цель использования виртуальных лабораторных работ в обучении.

Завершающий этап любой лабораторной работы в высшей школе — процедура защиты. Этот процесс обычно проводится преподавателем

лем в устной или письменной форме. Однако, в рамках дистанционной самостоятельной работы такой процесс также может быть автоматизирован в виде различных заданий для проверки знаний, например в виде тестирования. Таким образом, третья цель использования виртуальных лабораторных работ в процессе обучения – это выполнение автоматизированной проверки правильности промежуточных действий обучаемого и итоговая проверка знаний, усвоенных обучаемым в рамках лабораторной работы.

На основе сформулированных целей, можно несколько расширить понятие виртуальной лабораторной работы. Виртуальная лабораторная работа — это компьютерная программа, которая позволяет выполнять различные исследования физических процессов, получать результаты без непосредственного использования реальных лабораторных установок и приборов, проводить автоматизированную проверку выполненных исследований и оценку знаний обучающегося.

Виртуальная лабораторная работа по теме «Исследование колебательных процессов на примере математического маятника»

В соответствии с определёнными целями использования виртуальной лабораторной работы, разработаем такую программу, которая бы реализовывала все поставленные цели.

Одной из важнейших тем в курсе физики является тема «Колебания». Для студентов радиотехнического направления подготовки в первую очередь важны электромагнитные колебания. Однако для понимания сути и представления о физических закономерностях колебательных процессов изучение данного раздела необходимо начинать с механических колебаний.

Одним из вариантов, наиболее доступных для лабораторного исследования колебательных процессов, является математический маятник, колеблющийся в упругой среде. В зависимости от параметров среды такой маятник

позволит изучить как идеальный колебательный процесс и его закономерности, так и колебания в диссипативной системе с разным затуханием.

В рамках работы была разработана виртуальная лабораторная работа, основными требованиями к которой являлись:

1) необходимость графической реализации процесса колебаний маятника;

2) необходимость графической реализации временной зависимости координаты колеблющейся точки;

3) возможность работы программы в 2-х режимах: идеальные колебания и колебания с затуханием;

4) ряд параметров колебательной системы должен задаваться программно,

5) пользователь должен выполнять расчёт заданных программно параметров колебательной системы;

6) программа автоматически должна проверять расчёты пользователя, для этого необходимо, чтобы пользователь мог с клавиатуры вводить рассчитанные значения в программу.

Работа с программой предполагает следующую последовательность действий.

При изначально установленных колебаниях без затуханий (коэффициент затухания $\gamma = 0$) пользователь вводит значение массы и после начала моделирования благодаря встроенному таймеру и визуализации колебаний маятника определяет период колебаний.

После автоматической проверки расчётов на правильность система задаёт коэффициент затухания, а по завершению моделирования строит график, по которому пользователь и определяет логарифмический декремент затухания.

На этом лабораторная работа заканчивается.

Исходя из требований и специфики работы, программу необходимо реализовывать с использованием графического интерфейса (рис. 1). В качестве такового была выбрана библиотека Microsoft Foundation Classes с использованием языка программирования C++.

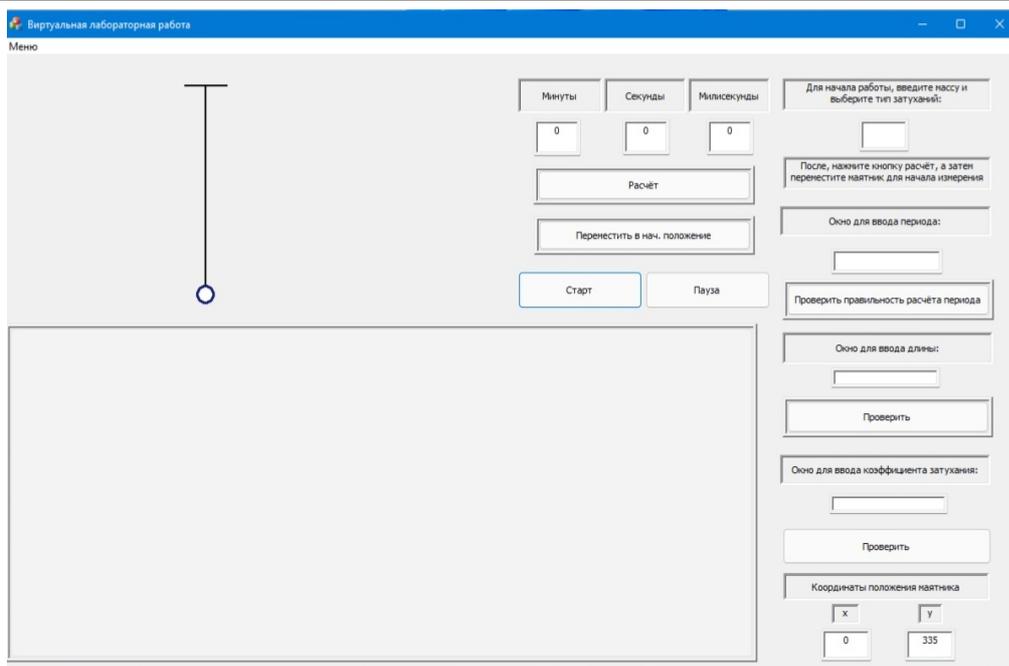


Рис. 1. Интерфейс виртуальной лабораторной работы

Работа программы начинается с исследования идеальных колебаний. Пользователь задаёт отклонение маятника от положения равновесия и запускает колебательный процесс (рис. 2). Затем отсчитывает 10 полных колебаний и

определяет период колебаний, а также по формуле

$$L = T^2 / (4\pi^2 g)$$

высчитывает длину маятника и вводит значения периода и длины в окна ввода. Далее, в

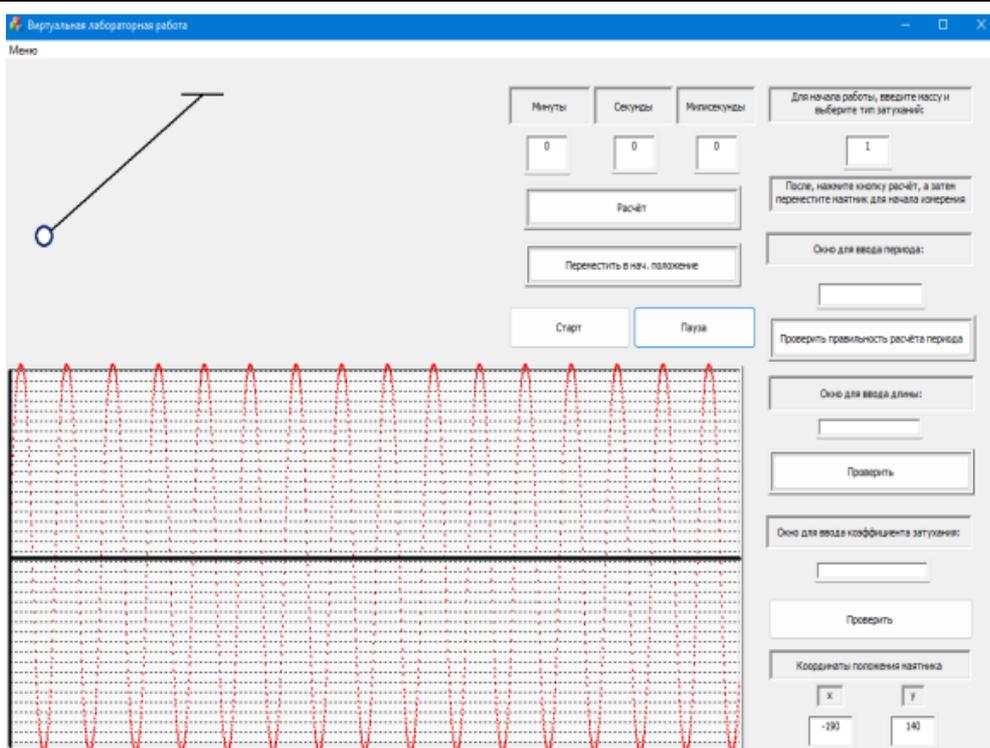


Рис. 2. Демонстрация колебательного процесса

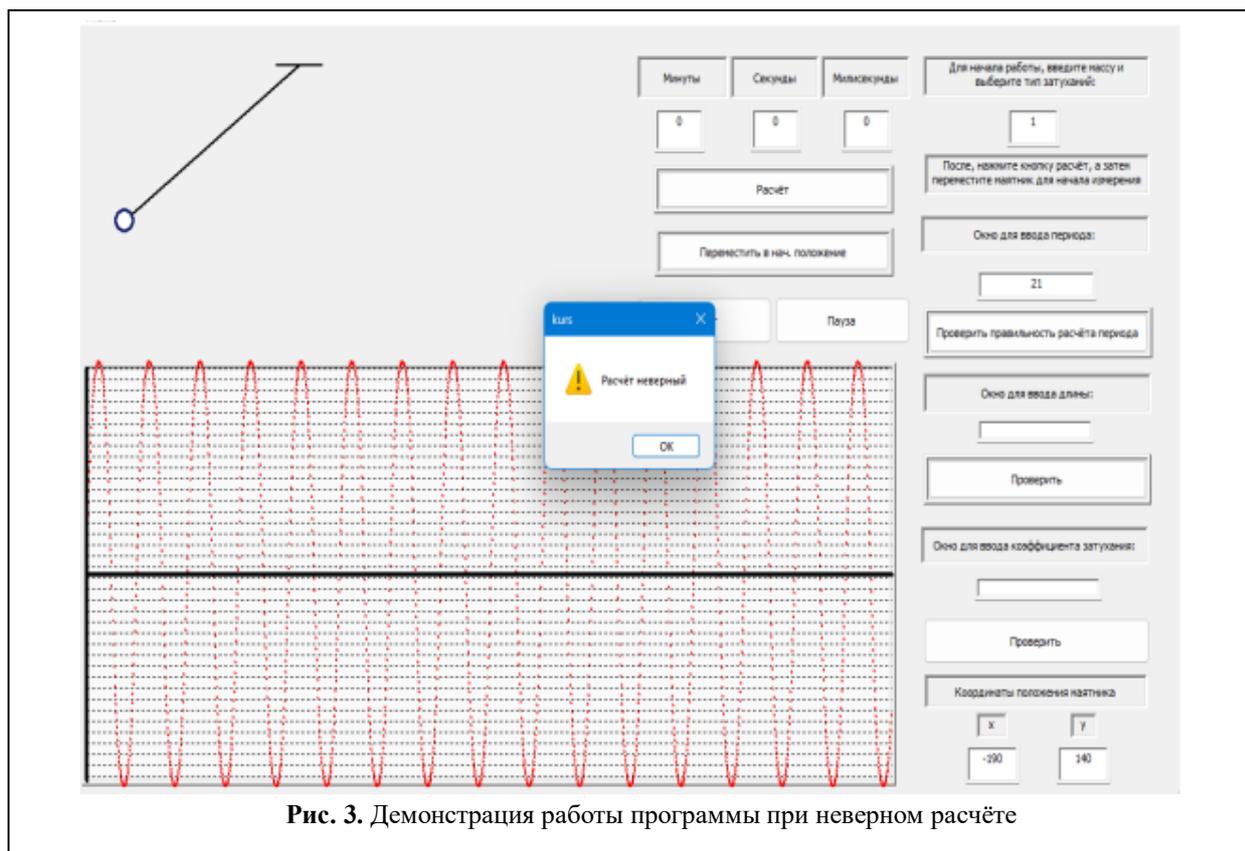


Рис. 3. Демонстрация работы программы при неверном расчёте

зависимости от ответа, система выдаёт пользователю сообщение о верности проведённых вычислений. Если выполненные расчёты неверны, программа выдаёт учащемуся соответствующее сообщение (рис. 3).

При колебаниях без затуханий, масса никак не влияет на период колебаний. Поэтому задание разных значений массы при колебаниях без затуханий не является целесообразным.

При колебаниях с затуханием будет происходить изменение амплитуды колебаний, что будет видно на графике. При увеличении массы колеблющейся точки амплитуда колебаний уменьшается быстрее, что видно из рис. 4–6.

Анализ полученных зависимостей показывает, что с увеличением массы колебания действительно затухают медленнее, что совпадает с теоретическими закономерностями.

Из графиков затухающих колебаний по величинам двух соседних амплитуд пользователь определяет коэффициент затухания, значение которого вводит в соответствующее окно. Система проверяет введённые данные

на верность.

Так как система сама генерирует различные длины маятника и коэффициенты затухания среды, количество комбинаций может быть значительно, а значит, при проведении лабораторной работы в пределах группы студентов совпадения вариантов исследования маловероятны. Результатом этого будет являться индивидуальность и самостоятельность выполнения работы студентом, что приведёт к более качественному освоению темы колебаний.

Сформулируем возможности данной виртуальной лабораторной работы по сравнению с реальным лабораторным стендом:

- исследование идеальных колебаний маятника при разных длинах нити. Виртуальная работа дает возможность исследования колебаний при длинах от 10 см до 10 м с шагом 10 см, в реальном лабораторном стенде размеры маятников ограничены размерами стенда;
- исследование затухающих колебаний при разных длинах нити и различных коэффициентах затухания среды. Коэффициенты затухания

варьируются в пределах от 0 до 5 с шагом 0,1, в отличие от реальной установки, где коэффициенты затухания могут изменяться только за счёт изменения физической среды, в которой происходят затухания;

- исследование затухающих колебаний при различных массах грузика на нити, которая может варьироваться от 100 г до 10 кг с шагом 0,1 кг. В реальной установке ограничения по массе определяются физическими особенностями установки;

- виртуальная лабораторная работа позволяет проверять правильность выполненных измерений и расчётов, что снижает нагрузку на преподавателя при рутинной проверке выполненных студентом расчётов при условии, что у каждого студента могут быть совершенно различные исходные данные к работе.

Ещё одна функция, которая была реализована в виртуальной лабораторной работе — проверка теоретических знаний. После выполнения всех заданий лабораторной работы студенту становится доступным окно с тестовыми заданиями.

Заключение

Исследование возможностей применения виртуальных лабораторных работ в процессе обучения показало, что наиболее оптимально использовать такие системы в процессе дистанционного обучения. Такие системы не являются заменой реального оборудования и не предполагают использования в лаборатории, за исключением принципиально важных исследований, которые должны быть выполнены, но неосуществимы по объективным причинам.

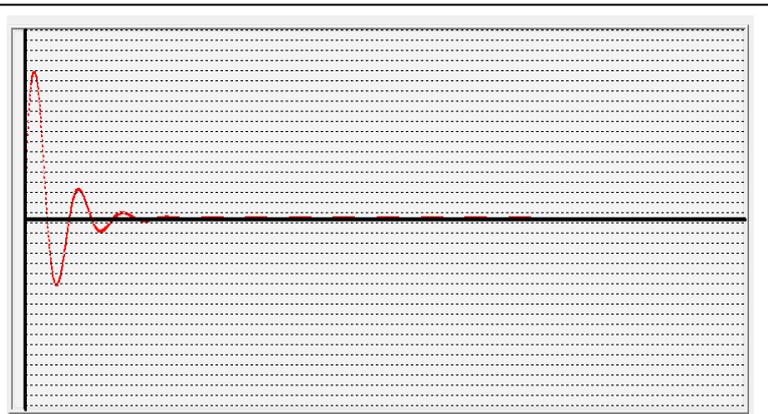


Рис. 4. График колебаний при массе 200 г

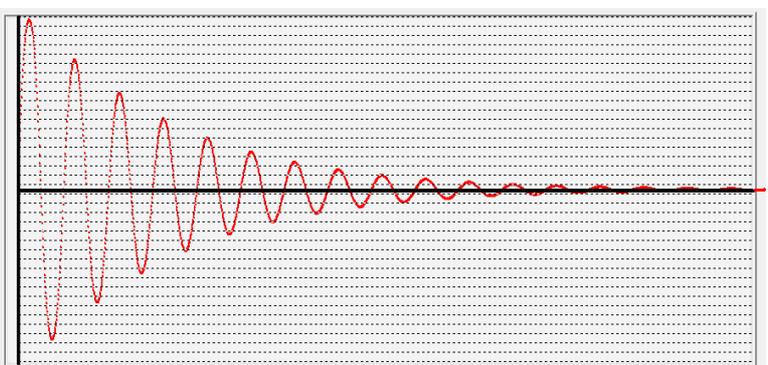


Рис. 5. График колебаний при массе 1 кг

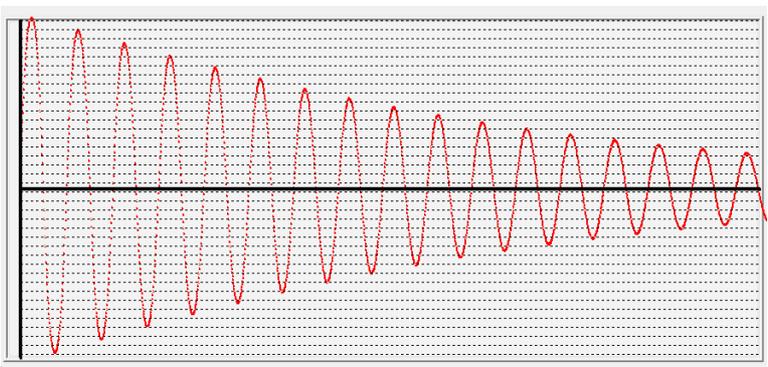


Рис. 6. График колебаний при массе 3 кг

Виртуальные лабораторные работы предоставляют обучаемым гораздо больше возможностей для исследования физических процессов, позволяют визуализировать физические процессы, варьировать параметры моделей лабораторных установок.

В ходе исследования была произведена попытка реализовать все сформулированные в работе требования к виртуальным лабораторным работам, что привело к разработке про-

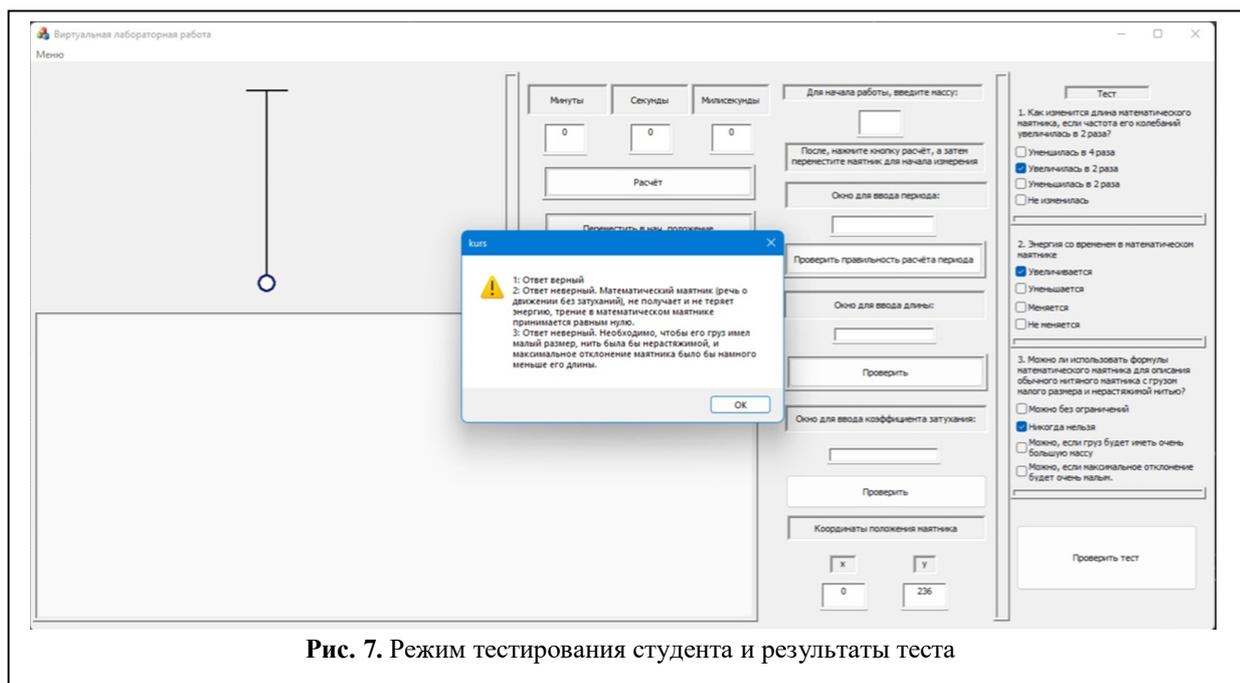


Рис. 7. Режим тестирования студента и результаты теста

граммы, позволяющей проводить исследования колебаний математического маятника в режиме идеальных и затухающих колебаний. Система предоставляет обучающемуся возможность проводить измерения и проверяет выполненные расчёты, а также позволяет провести первичную оценку теоретических знаний.

Система может быть использована в рамках лабораторных работ для студентов радиотехнического направления подготовки.

Литература

1. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. Учеб. пособие для вузов. 4-е изд., испр. М.: Высш. шк., 2002. 718 с.
2. Рыжкова М.Н., Кутарова Е.И. Когнитивное моделирование результатов образовательной деятельности студентов радиотехнического направления подготовки // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2016. №2. С. 79–86.
3. Рыжкова М.Н., Кутарова Е.И. Модель процесса обучения студентов радиотехнического направления подготовки дисциплинам естествен-

нонаучного цикла // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2017. №2. С. 68–73.

4. Волкова А.А. Виртуальные лабораторные работы в среде системы дистанционного обучения // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2006. №25. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnyye-laboratornyye-raboty-v-srede-sistemy-distantsionnogo-obucheniya> (дата обращения: 26.05.2022).

5. Гергова И.Ж., Коцева М.А., Ципинова А.Х., Шериева Э.Х., Азизов И.К. Виртуальные лабораторные работы как форма самостоятельной работы студентов // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 1. С. 94–98.

6. Троицкий Д.И., Дикова Е.Е. Виртуальные лабораторные работы в естественнонаучном образовании // Сборник научных статей XVIII Объединенной конференции «Интернет и современное общество» IMS-2015. Санкт-Петербург. 23–25 июня 2015 г. URL: <https://openbooks.itmo.ru/ru/file/2242/2242.pdf> (дата обращения: 26.05.2022).

7. Рыжкова М.Н., Смолина Н.В. Применение информационных технологий при моделировании адаптивной траектории обучения студентов радиотехнического профиля // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2020. №3. С. 56–62.

Поступила 26 мая 2022 г.

English

THE USE OF VIRTUAL LABORATORY WORKS IN MASTERING THE PHYSICS COURSE WHEN TRAINING RADIO ENGINEERING STUDENTS

Maria Nikolayevna Ryzhkova — PhD, Associate Professor, Associate Professor of Department of Physics and Applied Mathematics, Murom Institute (branch) “Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs”.

Dmitry Yuryevich Titarenko — Student of Department of Information Technologies and Radioelectronics, Murom Institute (branch) “Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs”.

E-mail: masmash@mail.ru

Address: 602264, Russian Federation, Vladimir region, Murom, Orlovskaya st., 23.

Abstract: The article examines applicability of dedicated software as part of the physics course in higher educational institution. The paper is aimed at feasibility study and usage features of dedicated software - virtual laboratory work in the physics course. The article describes major problems that can be solved via virtual laboratory works including: transition from an inaccessible real laboratory unit to its model, implemented as software product to ensure continuity and comprehensiveness of the training process; extension of terms for experimental research and implementation of processes that are unavailable for research in laboratory environment; implementation of automated verification for correctness of student’s intermediate actions and final assessment of knowledge mastered during laboratory work. With that said, the concept virtual laboratory work was specified as a computer program that enables to perform various studies of physical processes, obtain results without direct usage of real laboratory units and devices, and conduct an automated verification of performed studies and student’s knowledge assessment. Topic “Research of oscillatory processes by the example of mathematical pendulum” was chosen and software was developed to prove possibility of implementing all the requirements for virtual laboratory work. Thereto there were stated a few requirements for methods to conduct the experiment and to implement mathematical model of the system, which is equivalent to physical process under study. Virtual laboratory-based work was developed pursuant to stated requirements that enables to conduct research of mathematical pendulum oscillations in terms of perfect and dying oscillations. The system provides the student with opportunity to carry out measurements and verifies performed calculations, and it also enables to make an initial assessment of theoretical knowledge. Training radio engineering students using virtual laboratory work is possible within the framework of remote or self-guided learning.

Keywords: information technology in education, virtual laboratory work, mathematical model, physics course.

References

1. *Detlaf A.A., Yavorsky B.M.* Physics course. Proc. allowance for universities. 4th ed., rev. Moscow: Vyshaya Shkola, 2002. 718 p.
2. *Ryzhkova M.N., Kutarova E.I.* Cognitive modeling of the results of educational activities of students of the radio engineering direction of training. Radioengineering and telecommunication systems, No. 2, 2016, Pp. 79–86.
3. *Ryzhkova M.N., Kutarova E.I.* Model of the process of teaching students of the radio engineering direction of training disciplines of the natural science cycle. Radioengineering and telecommunication systems. 2017. No. 2. Pp. 68–73.
4. *Volkova A.A.* Virtual laboratory work in the environment of the distance learning system. Scientific and technical bulletin of information technologies, mechanics and optics. 2006. No. 25. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnye-laboratornye-raboty-v-srede-sistemy-distantionnogo-obucheniya> (access date: 26.05.2022).
5. *Gergova I.Zh., Kotseva M.A., Tsipinova A.Kh., Sherieva E.Kh., Azizov I.K.* Virtual laboratory work as a form of independent work of students. Modern high technologies. 2017. No. 1. Pp. 94–98.
6. *Troitsky D.I., Dikova E.E.* Virtual laboratory work in science education Collection of scientific articles of the XVIII Joint Conference "Internet and Modern Society" IMS-2015, St. Petersburg, June 23-25, 2015 URL: <https://openbooks.itmo.ru/ru/file/2242/2242.pdf> (access date: 26.05.2022).
7. *Ryzhkova M.N., Smolina N.V.* Application of information technologies in modeling the adaptive trajectory of education of students of the radio engineering profile. Radioengineering and telecommunication systems. 2020. No. 3. Pp. 56–62.