

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В.И.Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. Продолжается развитие цикл виртуальных лабораторных работ курса общей физики, моделирующих реальные лабораторные установки, используемые в практикуме физики Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Виртуальные модели размещены на сайте кафедры физики СПбГЭТУ и позволяют студентам выполнить лабораторные работы дистанционно. Виртуальные установки отражают как ключевые законы, так и нюансы физических явлений, возникающие при проведении эксперимента и исследовании на реальных приборах. Практически полное соответствие между реальными и виртуальными физическими установками, достигнутое в компьютерных моделях, позволяет проводить дистанционное обучение вместо очного обучения без потери качества.

Ключевые слова: виртуальные лабораторные работы; лабораторный практикум по физике; онлайн образование; дистанционные образовательные технологии

Виртуальный физический лабораторный практикум представляет собой один из наиболее специфических и трудно реализуемых разделов дистанционного обучения [1-4].

Окончание в 2022 г. карантина по коронавирусу ознаменовало возвращение очного обучения в стены университета. В то же время за период 2020-21 годов были разработаны и внедрены высокоэффективные технологии дистанционного и удалённого обучения, позволившие обеспечить продолжение обучения студентов, несмотря на отсутствие личного контакта между обучающимися и преподавателями. Одной из таких технологий явился виртуальный физический лабораторный практикум [4-6].

Ключевыми особенностями практикума являются:

1. Каждая виртуальная лабораторная установка реализована на базе реального физического эксперимента.
2. Обеспечено соответствие симулированных в виртуальном эксперименте и реальных экспериментальных значений.
3. При этом имитируются практически все существенные особенности физического эксперимента.
4. Виртуальные лабораторные работы являются кроссплатформенными, отображаются и могут выполняться через Интернет в любом браузере (Chrome, Internet Explorer, Microsoft Edge и т. д.) и мобильных устройствах, таких как смартфоны и планшеты [7].
5. Обеспечена возможность записи результатов измерений на основе выведенных на экран показаний индикаторов.

Для реализации технических требований были построены многоуровневые уточненные физические и математические модели, описывающие поведение систем на детальном уровне с учетом всех нюансов движения моделируемых объектов – реальных установок лабораторного физического практикума по механике, термодинамике, электромагнетизму и оптике СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Спектр виртуальных лабораторных работ продолжает расширяться благодаря продолжающимся разработкам [8-10].

Апробация виртуального лабораторного практикума прошла на студентах 1 и 2 курсов всех факультетов СПбГЭТУ «ЛЭТИ» и показала его высокую эффективность. Разработанный виртуальный лабораторный комплекс позволил продолжить обучение студентов в период карантина по коронавирусу в дистанционном формате без потери качества обучения по сравнению с очным форматом.

Возвращение к очному обучению привело к уменьшению количества выполняемых студентами виртуальных лабораторных работ. При этом виртуальный лабораторный комплекс сохранил востре-

бованность в качестве резервного ресурса при вынужденной отмене занятий, а также с разрешения преподавателей для наверстывания долгов при пропуске занятий по уважительной причине.

В то же время, расширение образовательных контактов СПбГЭТУ в рамках Международного образовательного сотрудничества вузов России в направлении подготовки специалистов для государств Африки открывает новые возможности для использования виртуального лабораторного практикума по физике. Комплекс может быть включен в систему дистанционного обучения, проводимого в настоящее время и планирующегося к проведению в дальнейшем силами СПбГЭТУ.

Список литературы:

1. Feisel, L. D., & Rosa, A. J. (2005). The role of the laboratory in undergraduate engineering education. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 121–130.
2. Grober, S., Eckert, B., & Jodl, H.-J. (2013). A new medium for physics teaching: results of a worldwide study of remotely controlled laboratories (RCLs). *European Journal of Physics*, 35, 1-4. <https://doi.org/10.1088/0143-0807/35/1/018001>.
3. Using Remote Labs in Education: Two Little Ducks in Remote Experimentation. Editors: Javier Garcia-Zubia (Universidad de Deusto) and Gustavo R. Alves (Polytechnic of Porto). Universidad de Deusto, Bilbao, 2011. 22 chapters. 465 pp. ISBN 978-84-9830-335-3.
4. И. Л. Шейнман. Виртуальный лабораторный практикум по физике. Материалы XXVI международной научно-методической конференции «Современное образование: содержание, технологии, качество». СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2020. С. 274–276.
5. И. Л. Шейнман. Развитие и апробация виртуального лабораторного практикума по физике. Материалы XXVII Международной научно-методической конференции «Современное образование: содержание, технологии, качество». СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 21 апреля, 2021.
6. I. Sheinman, N. Kuzmina. Virtual laboratory workshop in physics. 2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). Conference proceeding 1403. IEEE Xplore. 2022. P. 1401–1404.
7. Javier Garcia-Zubia, Diego Lopez-de-Ipina, Pablo Orduna, and Gustavo R. Alves, “Addressing Software Impact in the Design of Remote Labs”, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Special Issue on E-Learning and Remote Laboratories within Engineering Education. Vol. 56, Issue 12, December 2009, pp. 4757–4767, ISSN 0278-0046. <https://doi.org/10.1109/TIE.2009.2026368>.
8. Веженков С. Д., Шейнман И. Л. Оптимизация параметров численной модели нестационарной теплопроводности в виртуальном лабораторном практикуме. 77-я Научно-техническая конференция Санкт-Петербургского НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященная Дню радио: сб. докладов [Электронный ресурс] / СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Санкт-Петербург. 2022. – 330 с. С. 322-324. –URL: <https://conf-ntores.etu.ru/2022/ru/>
9. Басыров В. А., Павлов Д. Р., Поршнева Р. А., И. Л. Шейнман. Виртуализация лабораторной работы по проверке теоремы Гюйгенса – Штейнера методом вращательных колебаний. Материалы X Научно-практической конференции «Наука настоящего и будущего» 19-20(21) мая 2022 года. / СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Санкт-Петербург. 2022.
10. Басыров В. А., Павлов Д. Р., Поршнева Р. А., И. Л. Шейнман. Виртуализация лабораторной установки по исследованию термодинамических циклов. Материалы X Научно-практической конференции «Наука настоящего и будущего» 19-20(21) мая 2022 года. / СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Санкт-Петербург. 2022.

I. L. Sheinman

Virtual labs for distance learning physics

Saint Petersburg Electrotechnical University, Russia

Abstract. *The cycle of virtual laboratory works of the course of general physics continues to be developed, simulating real laboratory facilities used in the physics workshop of the St. Petersburg State Electrotechnical University of St. Petersburg Electrotechnical University "LETI". Virtual models are posted on the website of the Department of Physics of St. Petersburg Electrotechnical University and allow students to perform laboratory work remotely. Virtual installations reflect both the key laws and the nuances of physical phenomena that arise during the experiment and research on real devices. The almost complete correspondence between real and virtual physical installations, achieved in computer models, allows distance learning instead of face-to-face training without loss of quality.*

Keywords: virtual laboratory work; laboratory workshop in physics; online education; distance learning technologies