

УДК: 6 58.512.5

EDN: [ROJIFE](https://www.edn.ru/ROJIFE)



Разработка голографического проектора для изучения электрических машин при очно-дистанционном формате обучения

Д.П. Трофимчук¹, А.В. Гуляев², А.А. Холодилов², К.В. Киприянов^{1,*}

¹Университет ИТМО, пр. Кронверкский, 49, Санкт-Петербург, 197101, Россия

²Дальневосточный государственный университет путей сообщения, ул. Серышева, 47, Хабаровск, 680021, Россия

*E-mail: fizikrokza@mail.ru

Аннотация. В статье повествуется о проблеме, заключающейся в недостатке визуальной информации для инженерных специальностей, например, по дисциплинам, связанным с изучением электрических машин, что выяснилось после социального опроса, проведенного в Дальневосточном государственном университете путей сообщений среди 30 студентов 4 курса Электроэнергетического института. В подтверждении актуальности данной проблемы был проведен анализ существующих научных публикаций по схожей тематике. После подтверждения актуальности проблемы была поставлена цель в разработке устройства, что смогло бы использоваться в будущем студентами для демонстрации необходимой визуальной информации, которая смогла бы лучше закрепить теоретические полученные знания, например, о тех же электрических машинах. В результате было реализовано 3 голографических проектора, основанных на создании мнимых изображений с помощью отражения света, основными двумя задачами которых являлись демонстрация визуальной информации по электрическим машинам в виде 3D-анимаций и повышение мотивации обучающихся в изучении учебного материала, вызванной интересной подачей. Крайнюю версию голографического проектора возможно было бы применять не только при очном формате обучения, но и частично при дистанционном формате.

Ключевые слова: голографический проектор, образование, пирамида, голосовое управление, 3D-дисплей

Development of an interactive 3D-display with voice control

D.P. Trofimchuk¹, A.V. Gulyaev², A.A. Kholodilov², K.V. Kipriyanov^{1,*}

¹ITMO University, Ave. Kronverksky, 49, St. Petersburg, 197101, Russia

²Far Eastern State Transport University, St. Serysheva, 47, Khabarovsk, 680021, Russia

*E-mail: fizikrokza@mail.ru

Abstract. The article tells about the problem of the lack of visual information for engineering specialties, for example, in the disciplines related to the study of electrical machines, which became clear after a social survey conducted at the Far Eastern State Transport University among 30 4th year students of the Electric Power Institute. To confirm the relevance of this problem, an analysis of existing scientific publications on similar topics was carried out. After confirming the relevance of the problem, the goal was set to develop a device that could be used in the future by students to demonstrate the necessary visual information that could better consolidate the theoretical knowledge gained, for example, about the same electrical machines. As a result, 3 holographic projectors based on the creation of imaginary images using light reflection were implemented, the main two tasks of which were to demonstrate visual information on electric machines in the form of 3D animations and increase the motivation of students in studying educational material, caused by an interesting presentation. The extreme version of the holographic projector could be used not only for face-to-face training, but also partially for distance learning.

Keywords: holographic projector, education, pyramid, voice control, 3D-display

1. Введение

В Дальневосточном государственном университете путей сообщения было проведено анкетирование среди 30 учащихся 4 курса Электроэнергетического института по направлению «Электроэнергетика и электротехника» на тему того, как студенты справляются с изучением дисциплин, связанными с электрическими машинами, во время очно-дистанционного обучения. В итоге выяснилось следующее:

- Большинству обучающихся не хватает времени, чтобы освоить нужный материал по предметам, связанными с электрическими машинами;
- Около 30 % из числа опрошенных студентов имели задолженности и пересдачи по предметам, связанным с электрическими машинами;
- Многие отметили, как им не хватало визуальной информации, которая могла быть нормальное представление о конструкциях и принципах работ электродвигателей, трансформаторов и генераторов;
- 80 % указали, что для полного понимания и закрепления учебного материала смотрели различные видео в Интернете, в которых на примере 3D-моделей электрических машин рассказывалось о их принципе работ, о конструкции и о физических явлениях, что в них происходили.

Исходя из вышеперечисленного получилось выяснить, что многим студентам давались сложно предметы, связанные с электрическими машинами, из-за нехватки визуальной информации и поэтому различные видео в Интернете с 3D-анимацией электрических машин пользовались популярностью, несмотря на получаемую по учебной программе о них теоретическую составляющую. Если не брать дистанционный формат, а анализировать только по очной форме обучения, то даже при выполнении лабораторных работ, учащиеся не могли должным образом разглядеть со всех сторон электродвигатели, генераторы и трансформаторы или связывающую электронику, и все из-за того, что все учебные стенды в целях безопасности были в закрытом виде. Отсюда можно сделать вывод о том, что недостаток визуальной информации о электрических машинах был действительно актуальной проблемой, поскольку из-за этого часть студентов не могли достаточно освоить учебный материал по данной тематике.

В научной статье [1] повествуется о том, как при дистанционном обучении в Малайзии для визуализации учебного материала применялись голографические дисплеи на основе Мультиач. Подобная технология позволяла обучающимся не только рассматривать детально необходимую информацию, но и сильнее привлекать внимания,

а также мотивировать школьников к познанию чего-то нового. Кроме этого, при изучении проблемы были найдены иностранные публикации [2], [3], в которых повествовалось о положительных результатах использования технологий цифровых двойников в инженерных специальностях в качестве лабораторных работ как в дистанционном формате, так и в очном, где обучающиеся в полной мере могли получить всю необходимую визуальную информацию.

2. Постановка задачи (Цель исследования)

Исходя из этого, цель работы стала следующей: реализовать технологию демонстрации всей необходимой визуальной информации об электрических машинах, которую возможно будет внедрить в образовательный процесс, чтобы студентам при его использовании удавалось легче освоить необходимый учебный материал, а также повысить мотивацию к его изучению. Для этого была поставлена задача создать видео о электродвигателях, в которых раскрывались принцип работы данных устройств, их конструкции, физические явления и т.д. Но существовал риск о том, что двухмерная анимация не сможет передать достаточно информации об объемных технических устройствах. Также стоило подумать о том, как необходимо было преподнести видео о электродвигателях, чтобы студентов оно могло вовлечь сильнее в учебный процесс. Именно из-за таких рассуждений и на основании просмотренных публикаций [1-3] появилась идея реализовать оригинальный голографический проектор, где у любого пользователя будет возможность взаимодействовать с псевдо-голограммами электрических машин, представляющих собой визуальную информацию, необходимую для лучшего закрепления учебного материала.

3. Основная часть

Голографический проектор или 3D-дисплей – это устройство, создающее псевдо-голограмму, то есть объемное в пространстве изображение, не являющимся реальным объектом. Оно может быть основано как на голографии, так и на технологии дополненной реальности (AR) или на других методах. Голография – это такой интерференционный метод записи волнового фронта с его последующим восстановлением за счет явления дифракции. Из этого можно получить объемное изображение исследуемого объекта, обладающего всеми свойствами предмета, испускающего, отражающего или пропускающего световую волну, что уже называется

голограммой. На сегодня самыми популярными реализациями голографических проекторов являются следующие условные виды:

- На основе стереоизображения;
- На основе быстро перемещающихся светодиодов;
- На основе отражения света;
- На основе технологий AR.

Для реализации собственного устройства был выбран ориентир на создание голографического проектора, построенного на основе отражения света. Принцип работы заключался в следующем: из экрана, показывающего двухмерное изображение, источник света отражался под углом в 45 градусов от полупрозрачной пластиковой пирамиды, в результате чего на гранях данной конструкции возникли мнимые картинки, которые в совокупности представляли псевдо-голограмму. Далее в ходе реализации голографического проектора было реализовано 3 прототипа. Реализация первого прототипа показана на рисунке 1.

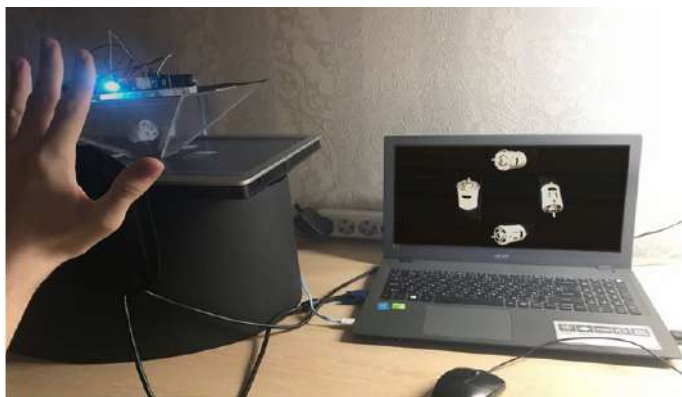


Рисунок 1. Первый прототип голографического проектора.

Принцип работы первого прототипа заключался в следующем: рука наблюдающего приближалась к псевдо-голограмме, созданной за счет отражения света из монитора в четырехгранной пирамиде, в результате чего попадала в рабочую область одного из двух ультразвуковых датчиков, а затем микроконтроллер эмулировал клавишу влево или вправо на ноутбуке. И это приводило к перемотке видео с моторами вперед или назад, тем самым происходило изменение самого мнимого изображения. Со стороны же казалось, что наблюдающий, поднеся руку к псевдо-голограмме, мог взаимодействовать с ней напрямую, управляя ей. При реализации первого прототипа присутствовали такие проблемы, как малая функциональность, так и малая площадь отображения мнимого изображения электродвигателя на каждой из четырех трапеций

при сравнении с самым монитором, поэтому это необходимо было исправить в следующей версии.

На рисунке 2 представлен второй прототип.



Рисунок 2. Второй прототип голографического проектора.

Теперь в доработанной версии размеры мнимых изображений были увеличены за счет использования линз Френеля, тогда как само периферийное устройство стало надежнее из-за того, что теперь электроника находилась в распечатанном на 3D-принтере корпусе. Однако вся конструкция казалась громоздкой.

На рисунке 3 представлен третий прототип.

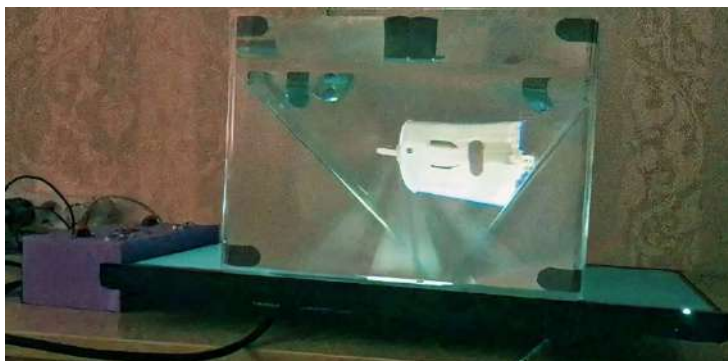


Рисунок 3. Третий прототип голографического проектора.

В третьем прототипе поменялся корпус, а также ноутбук был заменен на Raspberry Pi 4, тем самым проект стал более автономным и презентабельным.

4. Выводы

В итоге получилось на основании анализа актуальности проблем и исследования научных статей по данной тематике поставить цель по реализации технологии, что сможет демонстрировать необходимую визуальную информацию о электрических машинах, в ходе достижения которой было реализовано три прототипа голографического проектора, где крайнюю версию можно уже тестировать в образовательном процессе, давая попользоваться ей студентами. Подобное применение

такого устройства возможно сделать гибким, поскольку его можно использовать как в очном формате, в виде лабораторного стенда, так и в дистанционном, разослав видеоматериалы из голографического проектора на почту каждому обучающемуся. В дальнейшем при доработке прототипа и создания новых видеофайлов как по электродвигателям, так и по генераторам, и по трансформаторам, используя эту технологию, студенты закроют недостаток в визуальной информации при изучении электрических машин. Более того за счет интересной подачи учебного материала мотивация учащихся в обучении должна повыситься.

Список литературы

1. Visual Learning Application in Mathematics Using Holographic Display Based on Multi-touch Technology [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-90235-3_9 (Дата обращения: 21.01.2022).
2. Online (Remote) Teaching for Laboratory Based Courses Using “Digital Twins” of the Experiments [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://asmedigitalcollection.asme.org/gasturbinespower/article-abstract/144/5/051016/1130858/Online-Remote-Teaching-for-Laboratory-Based> (Дата обращения: 23.01.2022).
3. Using Digital Twin Technology in Engineering Education – Course Concept to Explore Benefits and Barriers [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/eng-2020-0040/html> (Дата обращения: 25.01.2022).
4. Голографический проектор с возможностью управления движения рук для образовательной сферы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43143205> (Дата обращения: 19.04.2022).
5. Хронология, как развивалась голография [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://лазер.рф/2018/09/07/9163/> (Дата обращения: 20.04.2022).
6. Оптика [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/40636/1/978-5-7996-1666-3_2016.pdf (Дата обращения: 21.04.2022).