



## ПОДХОДЫ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНАМ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Журавлёв В.И., Стешенко П.П.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Беларусь,  
vadzh@bsuir.by*

Abstract. The use of distance learning technologies for power electronics disciplines is considered. The best results are obtained with a competent combination of online education and offline interaction with a teacher.

Рост использования цифровых технологий в преподавании и обучении позволил активно развивать дистанционное образование через онлайн-обучение, что способствует снижению затрат и даёт возможность охватить большее количество студентов. Успех обучения во многом определяется эффективностью среды взаимодействия, создаваемой преподавателями с помощью технических и информационных средств. Дистанционные виртуальные лаборатории получили наибольшее распространение с целью охвата более широкой аудитории благодаря удобству для студентов выполнять задания в режиме онлайн. В дистанционном обучении хорошо зарекомендовали себя такие подходы к преподаванию как практическая направленность, интегративный подход, обучение на конкретных примерах, проектный и проблемный подходы, а также компетентно-ориентированный подход [1].

Учитывая важность дисциплин преобразовательной техники и силовой электроники в инженерном образовании, ранее уже были представлены репрезентативные инновационные методы обучения в этой области подготовки [2]. Для обучения силовой электронике широко применяются методики обучения на основе внедрения информационно-коммуникационных технологий. В силу специфики инженерных профессий обучение сложно вести полностью в режиме онлайн, так как требуется приобретение навыков работы с оборудованием для тестирования, измерения, наблюдения и т.д. По дисциплинам силовой электроники кроме знаний по использованию оборудования требуются навыки работы с повышенными напряжениями и токами. Можно выделить несколько различных подходов: мультимедийные методы для дистанционного обучения, интерактивные методы с использованием виртуальных экспериментов специально для дистанционного обучения, методы проектного обучения, методы проблемного обучения. Особую важность представляет использование виртуальных, вычислительных и удалённых экспериментов. Имеются многочисленные примеры успешного онлайн обучения для моделирования устройств с помощью различных систем автоматизированного проектирования (САПР) [3]. Типовые характеристики электронных ключей, задающих ШИМ генераторов, фильтров, интегральных схем и других силовых компонентов могут быть проанализированы студентами на обучающих онлайн платформах. Более того, динамическое поведение этих компонентов также может быть оценено для анализа режимов отказа или деградации.

В условиях пандемии COVID-2019 авторами использованы возможности указанных подходов для дис-

танционного обучения по дисциплине «Преобразовательная техника и силовая электроника» для студентов специальности «Промышленная электроника». Хорошо зарекомендовал подход, когда лекции читались в онлайн режиме, практические занятия и часть лабораторных работ по моделированию выполнялась в виртуальных лабораториях на основе облачных версий программного обеспечения. Виртуальная лаборатория состоит из набора моделирующих экспериментов с удобным графическим интерфейсом и интерактивными инструментами. Ведущими программами моделирования схем в области схемотехники силовой электроники являются продукты на основе SPICE моделей. В качестве инструментов компьютерного моделирования использовались облачные версии таких САПР как Multisim и OrCAD, которые широко применяются и в промышленном секторе при схемотехническом SPICE проектировании силовых цепей. Для получения знаний и навыков по использованию САПР предлагаются различные демонстрационные примеры и краткие видеопояснения. Все необходимые методические материалы были заранее предоставлены студентам перед рассмотрением соответствующих учебных тем для предварительного ознакомления и понимания сути выполнения дальнейшего задания. После выполнения всех заданий по текущей теме студенты далее уже в офлайн режиме закрепляли полученные результаты обучения на реальных учебных стендах.

Наилучшие результаты получены при грамотном сочетании онлайн обучения студентов и взаимодействия с преподавателем в офлайн режиме. В дальнейшем требуется разработка отдельных тематических виртуальных лабораторий для стимулирования интереса студентов и развития практического опыта проектирования на основе моделирования.

### Литература

1. M.G. Kanakana-Katumba, R. Maladzhi Online Learning Approaches for Science, Engineering and Technology in Distance Education // 2019 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2019. – P.930-934.
2. L. Rassudov, A. Korunets Virtual Labs: an Effective Engineering Education Tool for Remote Learning and not only // 29th International Workshop on Electric Drives: Advances in Power Electronics for Electric Drives (IWED), 2022. – P.1-4.
3. H. Wen Exploration of Virtual Laboratory in Power Engineering Courses // 2018 IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems (PEDES), 2018. – P.1-6.