

# Аппаратно-программный комплекс управления лабораторным практикумом с удаленным доступом как средство индивидуализации образовательного процесса в вузе

Р. С. Смирнов<sup>1</sup>, И. М. Проценко<sup>2</sup>, А. И. Мамыкин<sup>3</sup>, М. Н. Шишкина<sup>4</sup>

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

<sup>1</sup> ethankorr@yandex.ru, <sup>2</sup> i-probel@mail.ru, <sup>3</sup> alexmamyn@yandex.ru, <sup>4</sup> marinash06@mail.ru

**Аннотация.** We consider a hardware and software package supporting a laboratory workshop in physics for students of technical universities. This package shell allow a variable and multi-level approach to choose an individual educational route for a student. The proposed complex has the ability to organize remote access to the laboratory installation, which will allow students to carry out the process of preparing the laboratory work on a virtual model. In this regard, the purpose of the study is to develop a methodological, hardware and software package that will most effectively organize the modern educational process in the universities.

**Keywords:** hardware and software complex; physics laboratory workshop; individual educational trajectory; variable edukational route; distance learting; automation

В учебных лабораториях кафедры физики при активном участии студентов проводится разработка аппаратно-программного комплекса, поддерживающего лабораторный практикум по физике с вариативным многоуровневым подходом к выбору индивидуальной образовательной траектории, в котором создаются и предлагаются каждому студенту варианты образовательного маршрута в соответствии с динамикой его возможностей и потребностей.

Аппаратно-программный комплекс позволяет осуществить эффективное управление вариативным образовательным процессом на уровне лабораторного практикума по физике, реализуя концепцию разнообразия содержательных, целевых и контрольно-измерительных блоков, которые образуют единую структуру на этапах подготовки и выполнения лабораторной работы.

В настоящее время проводится разработка методического, аппаратного и программного обеспечения комплекса лабораторных работ по исследованию электростатического поля методом моделирования в проводящей среде.

Этап подготовки к лабораторной работе включает изучение методики эксперимента и предлагает несколько экспериментальных действий различного уровня сложности. Подготовка к лабораторной работе выполняется обучающимся на виртуальной модели

электрического поля, позволяя ему, тем самым, осознанно и самостоятельно выбрать траекторию экспериментальной работы, которая будет реализована в процессе выполнения на реальном лабораторном макете.

В настоящем докладе остановимся более подробно на рассмотрении аппаратной части комплекса.

Аппаратная часть комплекса представлена, разработанной нами автоматизированной установкой с числовым программным управлением. Управляющим элементом является микроконтроллер на базе отладочной платы. Для реализации функционала лабораторного комплекса был выбран 8-ми битный микроконтроллер с необходимой периферией. Наличие встроенного цифроаналогового преобразователя, позволяет без модификации схемы производить измерение потенциала в различных точках на рабочей поверхности. При алгоритме работы аналогово-цифрового преобразователя с последовательным приближением точность измерения вольтметра составляет 3,9 мВ. Наличие достаточного количества портов ввода-вывода позволяет, без использования мультиплексирования, подключить сигнальные провода, для управления драйверами шаговых двигателей, интерфейса ввода-вывода, концевых переключателей.

Посредством выбора режима работы, студент имеет возможность исследовать модель электрического поля в ручном и автоматизированном режимах. Ввод информации, навигация по меню, выбор программы, а так же задание траектории движения от точки к точке измерения, производятся посредством кнопочной мембранной матрицы. Данный вид устройства ввода был выбран из-за надежности работы в условиях непрерывной эксплуатации в лабораториях кафедры физики, простоты и интуитивной ясности способов навигации в меню лабораторного комплекса.

Обучающийся имеет возможность отслеживать введенную им информацию на жидкокристаллическом экране. На экран выводятся пункты меню, координаты рабочего инструмента, а так же координаты точки, в которой будет измеряться значение напряженности

электростатического поля. Управляющая программа позволяет акцентировать внимание на важной информации или пределах измерения вводимых величин. Для привлечения внимания студента к измеренному значению потенциала в данной точке, его значение на жидкокристаллическом экране попеременно мигает, чтобы сфокусировать внимание обучающегося на новой информации, которая появилась на дисплее лабораторного комплекса.

Студенту может быть предложен ряд экспериментов, в результате которых измеряется напряженность поля в ручном режиме, при различных алгоритмах работы. Например, одним из заданий, предлагаемых обучающимся, может явиться поиск эквипотенциала на рабочей поверхности планшета, как при заданных значениях координат, так и для известного значения потенциала. Входные данные при этом студент имеет возможность задать самостоятельно. Распознавание режима работы по введенным обучающимся данным заложено программно. Если значения координат точки измерения студентом не вводятся, то лабораторный комплекс произведет измерение напряженности на главной оси между полюсами на рабочей поверхности. После нахождения заданного значения напряжения, измерения прекратятся и на жидкокристаллическом дисплее будут отражены координаты искомой точки.

При вводе обучающимся координат, с помощью матричной клавиатуры, чтобы провести дальнейшие измерения напряжения, аппаратно-программный комплекс автоматически переведет измерительный инструмент на рабочей плоскости в точку, соответствующую значениям введенных координат, и начнет измерение. Данный метод взаимодействия с лабораторным комплексом позволяет: получить высокую точность позиционирования измерительного инструмента и измеряемых в ходе экспериментов величин, а также обеспечить наибольшую вариативность опытов.

Использование аппаратно-программного автоматизированного комплекса, позволяет обучающимся увеличить точность позиционирования измерительного инструмента в задачах, на вычисление напряженности поля при обходе замкнутого контура по заданным точкам. Внутренняя интерполяция шагов отрезков измерения, позволяет получить массивы данных, превосходящие по точности и размерности аналогичные параметры, полученные, при ручном измерении.

Теоретическая точность позиционирования измерительного инструмента составляет 4,8 мкм. Жесткость конструкции и люфт частей механики и

кинematики лабораторного комплекса не позволяют получить теоретическую точность. Достоверная точность позиционирования измерительного инструмента, при работе шаговых двигателей в режиме микрошага, составляет 16 мкм. Дальнейшие работы по увеличению точности позиционирования связаны с разработкой и применением демпфирующих устройств и алгоритмов компенсации вибраций.

Одним из преимуществ работы предлагаемого нами комплекса является, появившаяся у студента возможность, проводить все измерения удаленно, в полностью автоматизированном режиме. При этом измерения производятся обучающимся посредством коммуникации с аппаратно-программным комплексом, непосредственно через WEB-интерфейс. Получить доступ к WEB-странице управления комплексом можно как с мобильного устройства, так и с персонального компьютера, так как интернет-страница управления лабораторным комплексом является адаптивной. Интерфейс для удаленного доступа к лабораторному комплексу предполагает схожесть инструментов управления и ввода-вывода информации, с инструментами управления реального лабораторного комплекса, находящегося в лаборатории кафедры физики.

Нами предполагается удаленное подключение к лабораторному комплексу производить на основе TCP подключения через WEB-интерфейс, так как именно этот способ взаимодействия с комплексом позволяет оперативно вводить новые режимы работы, изменять интерфейс взаимодействия, а так же получить быструю скорость реакции лабораторного комплекса на входные данные.

Одним из недостатков предлагаемого комплекса, над методикой устранения которого ведутся работы в данный момент, является невозможность проведения удаленного эксперимента одновременно несколькими пользователями. Одновременный доступ резко увеличивает нагрузку на центральный процессор, а так же может привести к возникновению неточности получения выходных данных.

В качестве выходной информации на экране подключенного устройства, предполагается выводить как актуальную информацию о текущем измерении, так и измерения, произведенные в ходе сессии взаимодействия с аппаратно – программным комплексом.

В заключение отметим, что предлагаемая нами вариативность образовательных траекторий позволит создать максимальный комфорт и предоставить условия для развития, обучения и профессиональной подготовки студентов с учетом их индивидуальных способностей, интересов и мотивированности.