

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демин, А. В. Определение постоянной Стефана-Больцмана. Методические указания по выполнению лабораторной работы / А. В. Демин [и др.]. – Екатеринбург : УрФУ, 2019. – 21 с.
2. Киров, С. А. Измерение удельного заряда электрона / С. А. Киров [и др.]. // Учебное пособие – М. : ООП Физ. фак-та МГУ, 2010. – 20 с.
3. Гольдин, Л. Л. Лабораторные занятия по физике (Работа 35) / Л. Л. Гольдин [и др.]. – М. : Наука, 1983. – 704 с.
4. Ворсин, Н. Н. О современном физическом практикуме / Н. Н. Ворсин // Оптика неоднородных структур : сб. материалов IV Международной науч.-практич. конф., Могилев, 29–30 октября 2015 г. / Могилевский гос. ун-т им. А. А. Кулешова. – Могилев : МогГУ, 2015. – С. 125–128.
5. Ворсин, Н. Н. Компьютеризация лабораторного практикума по физике: цифровые лаборатории или лабораторные установки / Н. Н. Ворсин, Т. Л. Кушнер, К. М. Маркевич // Высшее техническое образование: проблемы и пути развития : материалы X Междунар. науч.-метод. конф., Минск, 26 ноября 2020 г. / БГУИР. – Минск, 2020. – С. 77–80.
6. Величко, Л. А. Принципы построения аппаратуры для учебных лабораторных опытов физического практикума / Л. А. Величко, Н. Н. Ворсин, Т. Л. Кушнер // Высшее техническое образование: проблемы и пути развития = Engineering education: challenges and developments : материалы VIII Междунар. науч.-методической конф., Минск, 17–18 ноября 2016 г. : в 2 ч. / БГУИР ; редкол.: Е. Н. Живицкая [и др.]. – Минск, 2016. – Ч. 1. – С. 60–62.
7. Кушнер, Т. Л. Модернизации учебного лабораторного практикума по физике / Т. Л. Кушнер, Н. Н. Ворсин // Информационные и инновационные технологии в науке и образовании : сб. материалов V Всероссийской науч.-практич. конф., посвящ. 65-летию Таганрогского института им. А. П. Чехова, Таганрог, 28–29 октября 2020 г. / Таганрогский ин-т им. А. П. Чехова. – Таганрог : ТГИ, 2020. – С. 35–39.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТИ КОНДЕНСАТОРА НА ОСНОВЕ  
ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

***Н. Н. Ворсин, К. М. Маркевич***

*Учреждение образования «Брестский государственный  
технический университет», г. Брест, Республика Беларусь*

Конденсатор как физический объект исследований в современной науке и технике не потерял свою актуальность и поныне. Более того, развитие техники сделало его одним из трех компонентов ( $R$ ,  $L$ ,  $C$ ), на которых базируется современная электротехника, радиотехника, радиоэлектроника и т. д. Основы работы конденсатора в физике изучаются в школе, вузовский курс физики расширяет и углубляет познания об этом элементе на качественно новом научно-техническом уровне. Этому призвана способствовать и лабораторная работа: «Определение емкости конденсатора на основе переходных процессов в элек-

трической цепи» [1, с. 11]. «Глубинные знания» работы конденсатора в электротехнике кроются в законах коммутации; которые, в явном виде, не изучаются в школе и в вузовской физике для «неэлектрических» специальностей. Для инженерных специальностей, связанных с электротехникой, их изучают обычно студенты 2–3 курсов. Использование законов коммутации как основы изучения свойств конденсатора влечет за собой использования математического аппарата, который студенты младших курсов еще осваивают. В этом контексте физика может стать помощником в изучении математики.

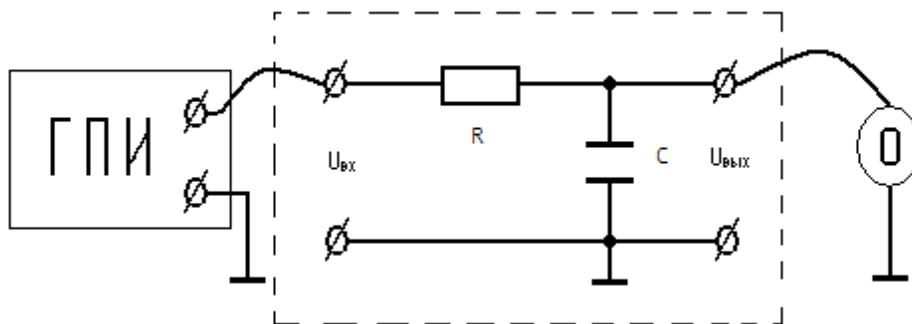
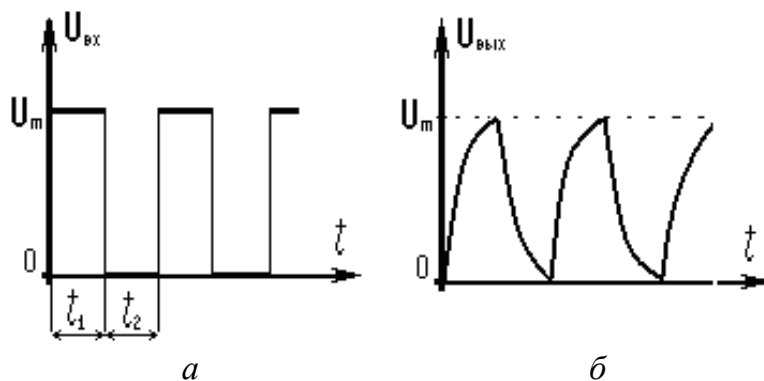


Рисунок 1 – Стенд для определения емкости конденсатора



а – сигнал генератора прямоугольных импульсов (ГПИ);  
б – процесс заряда/разряда конденсатора, наблюдаемый на осциллографе (O)

Рисунок 2 – графические зависимости

Физическая модель лабораторной работы отражена на рисунке 1; некоторые аспекты математической модели представлены на рисунке 2 в виде графиков. Теоретическая часть лабораторной работы сводится к выводу уравнений заряда (1) и разряда (2) конденсатора на основе решения дифференциального уравнения первого порядка. Дифференциальные уравнения заряда и разряда конденсатора и их решения составляют основу математической модели исследования. С точки зрения физики – это задача на переходные процессы в электрической цепи.

$$U_C = E - Ee^{-\frac{t}{RC}} = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}}), \quad (1)$$

$$U_C = E e^{-\frac{t}{RC}}. \quad (2)$$

Одна из основных целей физических исследований сводится к тому, что студенту необходимо получить осциллограмму заряда/разряда конденсатора и далее «оцифровать» зависимость  $U_C = f(t)$ . Это позволяет рассчитать «неизвестную» емкость  $C$  исследуемой  $RC$  цепи при условии, что сопротивление  $R$  известно. Некоторые педагогические аспекты лабораторной работы:

- студент получает новые (для себя) знания о функционировании конденсатора в электрических цепях, которые базируются на законах коммутации;
- для обучаемого появляется возможность наблюдать как физические процессы и явления, связанные с конденсатором, описываются математическими средствами, как математика позволяет глубже понять физику и наоборот;
- лабораторная работа выполняется на основе использования прямоугольных импульсных сигналов, что дает возможность студенту наблюдать некоторые особенности работы цифровой техники;
- математический аппарат лабораторной работы позволяет студенту углубить познания в решении дифференциальных уравнений первого порядка на основе конкретных физических процессов, в частности, в определении математических постоянных дифференциального уравнения;
- обучаемый имеет возможность приобретать навыки работы с современными измерительными приборами физики и радиоэлектроники: генератором электрических колебаний и осциллографом;
- преподаватель имеет возможность организовать множество вариантов лабораторных заданий, что индивидуализирует деятельность студентов на лабораторной работе.

Недостатком выполнения лабораторной работы является то, что работа с генератором и осциллографом требует опыта исследователя, которого у большинства студентов младших курсов нет. Как правило, студенту необходима помощь преподавателя при работе с такими приборами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Величко, Л. А. Электричество : методические указания к выполнению лабораторных работ по физике для студентов технических специальностей дневной и заочной форм обучения : в 2 ч. / Л. А. Величко, Н. Н. Ворсин, К. М. Маркевич. – Брест : БрГТУ, 2018. – Ч. 2. – 23 с.

### СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНЫХ ОПЫТОВ И ИХ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ

*Н. Н. Ворсин, К. М. Маркевич*

*Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь*

Весьма часто при выполнении лабораторной работы от студента требуют статистическую обработку результатов измерений, которая обычно сводится к определению доверительного интервала для найденного значения измеряемой