

## МОБИЛЬНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ КАК СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТНОГО ПОДХОДА ПРИ ОСВОЕНИИ ЭЛЕКТРОСТАТИКИ

**Корнев Юрий Алексеевич,**

SPIN-код: 3706-2930

аспирант, ассистент кафедры физики и дидактики физики имени профессора В. В. Майера, Глазовский государственный инженерно-педагогический университет имени В. Г. Короленко, Российская Федерация, г. Глазов, x10lineage@bk.ru

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** высшие учебные заведения; студенты; образовательный процесс; методы обучения; физика; методика преподавания физики; электростатика; мобильная исследовательская физическая лаборатория; системно-деятельностный подход; экспериментальная деятельность; учебный физический эксперимент; педагогический эксперимент

**АННОТАЦИЯ.** Приведены результаты констатирующего педагогического эксперимента, свидетельствующего о существовании образовательной проблемы системной экспериментальной деятельности при освоении электростатики обучающимися. Сделано предположение, что для реализации деятельностного подхода при изучении электростатики целесообразно использовать форму работы с обучающимися, созданную и применяемую более 10 лет на кафедре физики и дидактики физики имени профессора В. В. Майера в Глазове – Мобильную исследовательскую физическую лабораторию. Разработаны содержание и методика Мобильной исследовательской физической лаборатории по электростатике, включающей пять двухчасовых аудиторных занятий, на которых реализуется коллективная, групповая и индивидуальная экспериментальная деятельность и применяются результаты самостоятельно выполненных обучающимися учебных проектов. Представлены условия и результаты формирующего педагогического эксперимента в форме Мобильной исследовательской физической лаборатории, проводимого в течение двух лет и охватывающего 53-х студентов. Методами тестирования и наблюдения выявлен положительный дидактический эффект, достигаемый благодаря предлагаемому содержанию и методике организации экспериментальной деятельности по электростатике. Новизной обладают содержание и методика проведения Мобильной исследовательской физической лаборатории по электростатике, обеспечивающие организацию разных видов деятельности обучающихся. Теоретическая значимость заключается в уточнении понятия деятельностного подхода применительно к освоению электростатики. Практическая значимость определяется использованием новых и усовершенствованных экспериментов по электростатике, которые могут быть рекомендованы для школы и педагогического вуза. Исследование выполнено на базе Федеральной инновационной площадки «Школа учебного физического эксперимента».

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Корнев, Ю. А. Мобильная исследовательская физическая лаборатория как средство реализации деятельностного подхода при освоении электростатики / Ю. А. Корнев // Педагогическое образование в России. – 2026. – № 1. – С. 97–106.

## MOBILE RESEARCH PHYSICS LABORATORY AS A MEANS OF IMPLEMENTING AN ACTIVITY-BASED APPROACH IN MASTERING ELECTROSTATICS

**Kornev Yuri Alekseevich,**

Postgraduate Student, Assistant of Department of Physics and Didactics of Physics named after Professor V. V. Mayer, Glazov State Engineering and Pedagogical University named after V. G. Korolenko, Russian Federation, Glazov

**KEYWORDS:** higher education institutions; students; educational process; teaching methods; physics; methods of teaching physics; electrostatics; mobile research physics laboratory; system-activity approach; experimental activity; educational physical experiment; pedagogical experiment

**ABSTRACT.** The results of an ascertaining pedagogical experiment are presented, indicating the existence of an educational problem of systemic experimental activity in the development of electrostatics by students. It is suggested that in order to implement an activity-based approach to the study of electrostatics, it is advisable to use a form of work with students created and used for more than 10 years at the Department of Physics and Didactics of Physics named after Professor V. V. Mayer in Glazov – the Mobile Research Physics Laboratory. The content and methodology of the Mobile Research Physics Laboratory in electrostatics have been developed, which includes five two-hour classroom sessions in which collective, group and individual experimental activities are carried out and the results of self-completed educational projects are applied. The conditions and results of a formative pedagogical experiment in the form of Mobile Research Physics Laboratory, conducted over two years and involving 53 students, are presented. The methods of testing and observation revealed a positive didactic effect, achieved due to the proposed content and methodology of organizing experimental activities in electrostatics. The content and methodology of the Mobile Research Physics Laboratory in electrostatics, which ensure the organization of various types of students' activities, are new. The theoretical significance lies in clarifying the concept of an activity-based approach in relation to the development of electrostatics. The practical significance is determined by the use of new and improved experiments in electrostatics, which can be recommended for schools and pedagogical universities. The research was carried out on the basis of the Federal innovation platform "School of educational Physical Experiment".

**FOR CITATION:** Kornev, Yu. A. (2026). Mobile Research Physics Laboratory as a Means of Implementing an Activity-Based Approach in Mastering Electrostatics. In *Pedagogical Education in Russia*. No. 1, pp. 97–106.

## Введение

Президентом России В. В. Путиным поставлена задача повышения качества преподавания физики в школе<sup>1</sup>. Главная проблема на пути решения этой задачи – отсутствие системной экспериментальной деятельности обучающихся по физике. Построение содержания и методики организации экспериментальной деятельности в школе и педагогическом вузе является актуальным направлением исследований в дидактике физики [13]. Наибольшее значение для теории и практики имеет разработка содержания и методики экспериментальной деятельности при изучении конкретных разделов школьного курса физики [12]. В качестве такого раздела нами выбрана электростатика. Здесь учащиеся знакомятся с фундаментальными понятиями, явлениями и физическими величинами, от глубины усвоения которых зависит дальнейшее изучение всей электродинамики. Однако при изучении электростатики совершенно отсутствуют лабораторные работы; нет безопасных приборов для индивидуальной экспериментальной проектной деятельности; отсутствует основанная на доказательном эксперименте методика проведения уроков и внеурочных занятий. Решению указанных проблем посвящен ряд наших работ. Например, в [5] предложена лабораторная работа по электростатике, в [2] – модель проектной деятельности учащихся. В работе [7] мы рассмотрели школьные уроки, на каждом из которых применяются один или несколько простых опытов по электростатике.

В статье А. П. Усолицева, Т. Н. Шамало и Б. М. Игошева [15] обоснована необходимость построения *системы учебного эксперимента* с точки зрения формирования мышления школьников; приведены требования к этой системе и сказано, что «...их выполнение невозможно при использовании одного или нескольких отдельных, несвязанных между собой экспериментов. Необходимо построение и использование системы школьного физического эксперимента, поэтапно формирующей в сознании учеников систему знаний по той или иной теме школьного курса физики» [15, с. 68]. Необходимость построения систем экспериментов определяется также идеей *системно-деятельностного подхода*, который должен служить основой организации обучения согласно Федеральному государственному образовательному стандарту [1]. О. С. Тоистева раскрывает сущность системно-деятельностного подхода, предполагающего единство разных

видов деятельности: «системно-деятельностный подход <...> представляет собой специфический метод системной организации целостного образовательного процесса как единства разных видов деятельности студентов (учебной, учебно-профессиональной, научно-исследовательской, внеучебной, социокультурной)»<sup>2</sup>.

Опираясь на указанные исследования, мы предположили: *если* разработать серии доказательных опытов на основе современных безопасных бытовых приборов, электронных компонентов и материалов (пьезогенератор высокого напряжения, электронный высоковольтный источник, электрофор и др.), *повысить* доказательность традиционных экспериментов и учебных приборов по электростатике, а затем построить основанную на новых и усовершенствованных опытах методику организации урочной и внеурочной, коллективной<sup>3</sup>, групповой и индивидуальной экспериментальной деятельности обучающихся, *то* деятельностный подход при изучении электростатики в школе и педагогическом вузе будет реализован: повысится уровень знаний и умений учащихся по электростатике, они освоят элементы логики научного познания, приобретут экспериментальные умения и навыки проектной деятельности.

Такая системная всесторонняя экспериментальная деятельность на обычных уроках по электростатике затруднительна. Раздел насыщен теорией [9], учащиеся должны научиться решать сложные задачи, не подлежащие экспериментальной проверке. Наблюдения и собственный опыт преподавания показывают, что учитель не успевает на уроке изложить всю запланированную теорию, и на опыты времени не остается. В связи с этим целью нашего исследования стали поиск и апробация формы организации изучения электростатики, в наибольшей степени охватывающей все перечисленные выше виды деятельности. Мы предположили, что системную экспериментальную деятельность по электростатике можно организовать в рамках *Мобильной исследовательской физической лаборатории* (далее – МИФЛ) [6]. Такая форма организации деятельности школьников и студентов разработана и много лет успешно реализуется на кафедре физики и дидактики физики имени профессора В. В. Майера в Глазове, поэтому целесообразна проверка ее эффективности при организации экспериментальной деятельности по электростатике.

<sup>2</sup> Тоистева О.С. Системно-деятельностный подход в профессиональной подготовке социально-педагогических кадров в вузе: автореф дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08. Екатеринбург, 2015. С. 18.

<sup>3</sup> Мы опираемся на понятие коллективной экспериментальной деятельности и представления о ее взаимосвязи с индивидуальной деятельностью, сформулированные К. А. Кохановым в работе [4].

<sup>1</sup> Перечень поручений по итогам заседания Совета по науке и образованию и встречи с получателями мегагрантов и ведущими учеными (30.07.2024) Пр-1435, п. 16. URL: <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/74689> (дата обращения: 14.11.2025).

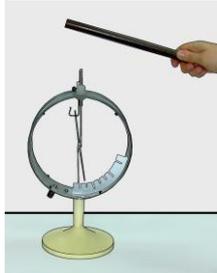
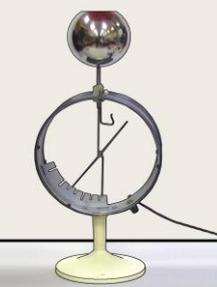
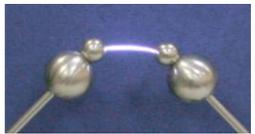
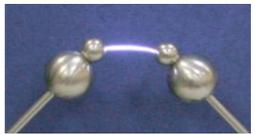
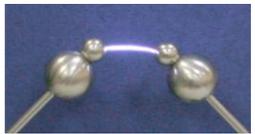
Целью МИФЛ является не системное введение и формирование физических понятий, а освоение обучающимися метода научного познания [6] при учебном исследовании конкретного физического объекта или явления.

Разработанная нами МИФЛ «Учебное исследование явлений электростатики» прошла апробацию в условиях педагогического вуза (17 студентов в 2024–2025 уч. г., 36 студентов в 2025–2026 уч. г.). Она составила содержание раздела «Научный метод познания» дисциплины «Естественнонаучная картина мира». В педагогическом вузе студенты должны понимать суть метода научного познания и быть уверенными, что эти знания пригодятся им при проведении собственной исследовательской работы. МИФЛ проходила в форме педагогического эксперимента, о чем на первом же занятии было сообщено студентам.

### Образовательная проблема

Перед началом проведения занятий МИФЛ «Учебное исследование явлений электростатики» студентам был предложен тест (табл. 1). С одной стороны, он выявил начальный уровень знаний и умений студентов по электростатике, а с другой – доказал наличие образовательной проблемы. В тестировании принял участие 141 студент, из них 17 затем стали участниками МИФЛ. Подробно образовательная проблема проанализирована нами в очном докладе на пятом международном научно-образовательном форуме «Современный учитель – взгляд в будущее» в Екатеринбурге (20–21 ноября 2025 г.). В этом докладе рассмотрены некоторые факты, выявленные в констатирующем педагогическом эксперименте. Здесь целесообразно более развернуто представить результаты (табл. 1).

Таблица 1. Факты, доказывающие наличие образовательной проблемы экспериментальной деятельности по электростатике (141 респондент)

№	Вопрос и характеристика ответов	Рисунок к вопросу
1	<p>Эбонитовую палочку наэлектризовали трением о мех. Чему равен ее потенциал относительно земли?</p> <p>– Почти половина студентов (43 %) считают, что потенциал эбонитовой палочки 10 В. Каждый пятый студент выбрал 1 В.</p> <p>– Только один из пяти студентов выбирает правильный ответ 1 000 В.</p> <p>Отсутствует чувственный образ [17, с. 6] потенциала</p>	
2	<p>Как называется прибор, показанный на рисунке?</p> <p>– Менее половины респондентов (43 %) выбрали «электрометр».</p> <p>– Примерно каждый четвертый студент выбирает варианты ответа «амперметр» или «динамометр».</p> <p>– Третья часть студентов (35 %) выбрала «электроскоп»</p>	
3	<p>Какое значение имеет потенциал металлического шара относительно корпуса прибора?</p> <p>– Почти половина студентов (45 %) выбрали вариант ответа 20 В; примерно треть выбрали 200 В.</p> <p>– Всего 3 студента из 20 выбрали верный вариант ответа 2 000 В.</p> <p>– Отсутствует чувственный образ [17, с. 6] потенциала в электростатике</p>	
4	<p>Чему равен заряд металлического шара (см. рисунок справа)?</p> <p>– Более четверти студентов (28 %) выбрали ответ 2 Кл. Примерно треть (32 %) выбрали 2 мкКл.</p> <p>– Выбор студентами вариантов ответа похож на случайный выбор из 4 вариантов. Отсутствует чувственный образ [17, с. 6] заряда в электростатике</p>	
5	<p>Укажите основное явление, на котором основан принцип работы прибора, изображенного на рисунке.</p> <p>Почти половина студентов (47 %) выбрали верный вариант ответа (электростатическая индукция). Полагаем, это связано с названием всего теста «Естественнонаучная грамотность: электричество»: почти столько же студентов (40 %) считают причиной работы электрофорной машины электромагнитную индукцию</p>	
6	<p>По длине искры между шариками определите напряжение, развиваемое прибором, изображенным на верхнем рисунке.</p> <p>– Треть студентов (33 %) считают, что длине искры порядка 1 см соответствует напряжение 50 В, еще примерно треть выбрали 500 В, еще примерно треть выбрали 5 000 В.</p> <p>– Верный вариант ответа 50 000 В вызвал наименьшее доверие студентов (14 %). Отсутствует чувственный образ [17, с. 6] напряжения в электростатике</p>	
7	<p>Какое значение имеет напряженность электрического поля между шариками, изображенными на рисунке?</p> <p>Распределение студентов по вариантам ответа говорит о случайном характере выбора. Последующие беседы подтвердили, что они не владеют физическим смыслом понятия напряженности</p>	

Окончание таблицы 1

1	2	3
8	<p>Чему равна емкость конденсатора, изображенного на рисунке?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Треть студентов (35 %) выбрали 100 Ф, еще треть (38 %) – 100 мкФ.</li> <li>– Каждый четвертый студент выбрал верный ответ 100 пФ (похоже на случайный выбор из 4 вариантов).</li> <li>– Отсутствует чувственный образ [17, с. 6] величины емкости конденсатора</li> </ul>	
9	<p>Между пластин плоского конденсатора, изображенного на рисунке, вносят стекло. Как при этом изменятся показания прибора?</p> <p>Только треть респондентов (34 %) выбрали верный ответ</p>	
10	<p>Чему равна сила взаимодействия эбонитовой палочки и заряженной ею легкой гильзы?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Почти половина студентов (46 %) считают, что эбонитовая палочка действует на гильзу с силой 10 Н.</li> <li>– Лишь каждый четвертый студент (23 %) выбрал 1 мН, что похоже на случайный выбор из 4 ответов.</li> <li>– Полагаем, что многие студенты не видели опытов по электростатическому взаимодействию.</li> <li>– Отсутствует чувственный образ [17, с. 6] величины силы: возможно, не измеряли силу даже в механике</li> </ul>	

Заметим, что для сжатого представления фактов в форме таблицы мы переставили некоторые вопросы теста местами, в оригинале последовательность вопросов таблицы следующая: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 7, 9.

Из таблицы 1 видно, что выпускники школы не владеют простейшими представлениями об основных понятиях, физических величинах и приборах, изучаемых в школьной электростатике. Обучающиеся не знают о возможности использования электрометра в качестве измерителя потенциала и заряда; не представляют значения потенциала и заряда, наиболее часто встречаемого в явлениях электростатики; не все узнают название основного измерительного прибора электростатики – электрометра; не знают основного явления, обеспечивающего работу электрофорной машины; не могут сопоставить длину искрового разряда с напряжением; не представляют значений емкости конденсаторов; не могут верно выбрать порядок величины силы электростатического взаимодействия; не знакомы с порядком величины напряженности электрического поля; неспособны прогнозировать результаты эксперимента с плоским конденсатором. О недостаточном уровне экспериментальной деятельности и соответствующих образовательных результатов при изучении электростатики в школе говорит несформированность чувственных образов [16, с. 56–62; 17] изучаемых физических величин, способов их измерения и учебных физических приборов [14, с. 110–111].

### Содержание экспериментальной деятельности

Содержание МИФЛ «Учебное исследование явлений электростатики» построено в соответствии с гипотезой: используются серии доказательных опытов на основе современных безопасных бытовых приборов, электронных компонентов и материалов (пьезогенератор высокого напряжения, электрофор и др.). Применяются усовершенствованные традиционные эксперименты и учебные приборы по электростатике: отремонтированная по оригинальной методике электрофорная машина и отградуированный по напряжению и заряду электрометр. Серии опытов построены так, чтобы раскрыть суть метода научного познания при исследовании: 1) электрометра, 2) электрофора, 3) прямого пьезоэффекта, 4) электрофорной машины, 5) закона Кулона. Для четырех занятий разработаны дидактические ресурсы проектной деятельности.

Наблюдения и предварительное тестирование (см. выше) показывают полное отсутствие знаний и умений по электростатике у студентов, которые обучаются на педагогическом направлении. Первое занятие МИФЛ включает серию классических простых экспериментов, предлагаемых в пособиях для учителей физики под ред. А. А. Покровского [3, с. 22–46] и Н. М. Шахмаева [18, с. 53–86]. В таблице 2 даны названия и цели занятий, а также названия опытов и оборудование, позволяющее читателям представить их суть.

Таблица 2. Занятия МИФЛ «Учебное исследование явлений электростатики»

Название и цель занятия	Серия опытов
1	2
<p><b>Занятие 1. Устройство электрометра и электризация трением.</b> Повторение основных, исходных понятий электростатики, их применение для объяснения устройства и принципа действия электрометра; развитие умения определять знак электрического заряда тела с помощью электрометра</p>	<p><b>1. Взаимодействие заряженных тел.</b> Гильза из фольги на нити, эбонитовая палочка и мех, стеклянная палочка и бумага.  <b>2. Устройство и принцип действия электрометра.</b> Электрометр, эбонитовая палочка и мех.  <b>3. Знак заряда наэлектризованного тела.</b> Электрометр, эбонитовая палочка и мех, стеклянная палочка и бумага.  <b>4. Электризация влиянием.</b> Электрометр, эбонитовая палочка и мех, стеклянная палочка и бумага.  <b>5. Электризация воздушного шара.</b> Учебный проект. Материалы и оборудование студенты подбирают самостоятельно к следующему занятию</p>
<p><b>Занятие 2. Электрометр в качестве измерительного прибора.</b> Исследование демонстрационного электрометра в качестве прибора, позволяющего измерять электрическое напряжение и электрический заряд, оценка предела измерения и цены деления по напряжению и по заряду. Определение емкости электрометра. Демонстрация применения электрометра для оценки напряжения и электрического заряда в простых опытах по электростатике. Оценка заряда лейденской банки</p>	<p><b>1. Удвоитель напряжения.</b> Розетка электроосветительной сети, мультиметр, удвоитель сетевого напряжения безопасной конструкции.  <b>2. Конденсаторный трансформатор.</b> Батарея из десяти конденсаторов, соединенных последовательно.  <b>3. Градуировка электрометра по напряжению.</b> Электрометр, удвоитель, мультиметр, розетка 220 В.  <b>4. Разрядка электрометра и батареи.</b> Заряженный до 5 кВ электрометр, заряженная до 5 кВ батарея конденсаторов, проводник в изоляции.  <b>5. Емкость шара.</b> Электрометры с большим и малым кондукторами, электрофорная машина, стальной шарик на диэлектрической ручке.  <b>6. Емкость электрометра.</b> Электрометр, мультиметр в режиме измерения емкости.  <b>7. Градуировка электрометра по заряду, измерение заряда.</b> Электрометр, эбонитовая палочка и мех.  <b>8. Оценка заряда лейденской банки.</b> Электрофорная машина, электрометр с большим кондуктором, стальной шарик на диэлектрической ручке</p>
<p><b>Занятие 3. Пьезоэлектрический источник высокого напряжения.</b> Исследование физической сущности и практического применения явления прямого пьезоэффекта посредством пьезогенератора высокого напряжения, изготовленного из бытовой пьезозажигалки для газовых плит. Организация деятельности обучающихся по исследованию прямого пьезоэлектрического эффекта согласно логике научного познания [11, с. 14]. Применение пьезогенератора в качестве безопасного источника высокого напряжения в простых учебных экспериментах по электростатике и постоянному току, току в различных средах</p>	<p><b>1. Бытовая пьезозажигалка.</b> Пьезозажигалка, дающая непрерывную серию разрядов, наблюдаемую в затемненном помещении при плавном нажатии на ее клавишу.  <b>2. Пьезогенератор из бытовой пьезозажигалки.</b> Пьезозажигалка, электроды которой снабжены длинными гибкими проводами с крокодилами.  <b>3. Знаки заряда на выводах пьезогенератора.</b> Пьезогенератор, два электрометра с большими шаровыми кондукторами, эбонитовая палочка и мех, стеклянная палочка и бумага.  <b>4. Напряжение на выходе пьезогенератора.</b> Пьезогенератор, два электрометра, соединительные провода.  <b>5. Применение пьезогенератора для демонстрации колеса Франклина.</b> Учебный проект. Пьезогенератор, самодельное колесо Франклина, заостренный стальной гвоздь на самодельной подставке.  <b>6. Применение пьезогенератора для демонстрации модели ускорителя ионов.</b> Пьезогенератор, заостренный и кольцевой электроды в самодельном держателе, свеча.  <b>7. Применение пьезогенератора для моделирования замкнутой электрической цепи.</b> Пьезогенератор, разборный конденсатор, подвешенный между его пластинами легкий металлизированный шарик на нити, электрометр</p>
<p><b>Занятие 4. Электрофорная машина.</b> Исследование физической сущности простых явлений, лежащих в основе фундаментального прибора школьного кабинета физики – электрофорной машины: свободные заряды в металле и связанные заряды в диэлектрике, электростатическая индукция, заземление, электрофор, зависимость напряжения на конденсаторе от расстояния между пластинами при</p>	<p><b>1. Электростатическая индукция.</b> Два электрометра с большими шаровыми кондукторами, проводник на диэлектрической ручке, эбонитовая палочка и мех, стеклянная палочка и бумага.  <b>2. Электрофор ученический.</b> Учебный проект. Пластина изолона, мех, сделанная студентами металлическая пластина на самодельной изолирующей ручке.  <b>3. Электрофор.</b> Пластина изолона, мех, круглая или прямоугольная (с закругленными углами) металлическая пластина на ручке из хорошего диэлектрика.  <b>4. Электрофорный конденсатор.</b> Пластина изолона, мех, металлическая пластина на изолирующей ручке, металлическая пластина без ручки, перемычка из фольги, шарик на изолирующей ручке.</p>

## Окончание таблицы 2

1	2
<p>неизменном электрическом заряде, стекание заряда с острия. Экспериментальная проверка возможности применения этих простых явлений для создания модели электрофорной машины. Исследование роли лейденских банок для работы электрофорной машины</p>	<p><b>5. Модель электрофорной машины.</b> Вертикально закрепленный электрофорный конденсатор, разрядник, керамический высоковольтный конденсатор.  <b>6. Школьная электрофорная машина.</b> Малая электрофорная машина с переключателем, отключающей лейденские банки.  <b>7. Лейденские банки.</b> Электрофорная машина, мультиметр в режиме измерения емкости.  <b>8. Напряжение между кондукторами электрофорной машины.</b> Малая электрофорная машина, модель электрофорной машины, линейка.  <b>9. Знаки заряда на кондукторах электрофорной машины.</b> Малая электрофорная машина, электрометр, проводник с диэлектрической ручкой, эбонитовая палочка и мех</p>
<p><b>Занятие 5. Закон Кулона.</b> Доказательство и обнаружение границ применимости фундаментального закона электродинамики – закона Кулона: сила взаимодействия между двумя точечными зарядами прямо пропорциональна произведению модулей этих зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними</p>	<p><b>1. Электростатический маятник.</b> Учебный проект. Изолон и мех, гильза на нити, чистая сухая пластиковая бутылка, пищевая алюминиевая фольга.  <b>2. Электростатический динамометр.</b> Демонстрационный электростатический динамометр [8], шарик на изолирующей подставке, изолон и мех, линейка.  <b>3. Прямая пропорциональность силы электростатического взаимодействия и произведения модулей зарядов <math>f \sim q_1 q_2</math>.</b> Демонстрационный электростатический динамометр, шарик на изолирующей подставке, другой такой же шарик на диэлектрической ручке, изолон и мех, линейка.  <b>4. Обратная пропорциональность силы электростатического взаимодействия и расстояния между зарядами <math>f \sim 1/r^2</math>.</b> Демонстрационный электростатический динамометр, шарик на изолирующей подставке, изолон и мех, линейка</p>

### Методика организации экспериментальной деятельности

Деятельность студентов на занятиях МИФЛ заключается в записи в тетрадь шариковой ручкой с синей пастой темы, номера и названия опыта, необходимого оборудования. Особое внимание уделяется выполнению рисунков автоматическим карандашом с мягким грифелем толщиной 0,5 мм. Студентов настраивают на необходимость аккуратного оформления конспекта как обязательного условия получения зачета. Им сообщается о рейтинговой системе оценки результатов работы на занятии. *Коллективная экспериментальная деятельность* [4]. В течение занятия каждый обучающийся должен задавать вопросы, отвечать на вопросы преподавателя, выходить к доске с целью воспроизведения опыта и выполнения опыта в видоизмененных условиях, словесно описывать и объяснять наблюдаемые явления, задавать вопросы товарищам, отвечать на вопросы товарищей, помогать им в ответах на вопросы. *Групповая экспериментальная деятельность.* Студенты в парах самостоятельно готовят проекты: 1) изучают дидактический ресурс, предоставленный преподавателем; 2) ищут или изготавливают во внеаудиторное время необходимое оборудование для демонстрации опытов; 3) объясняют наблюдаемое физическое явление, используя доступные источники информации; 4) готовят устный рассказ с демонстрацией опытов продолжи-

тельностью до 10 минут; 5) разрабатывают иллюстрированный конспект по своему проекту, который должны сделать в рабочих тетрадях их товарищи. *Индивидуальная экспериментальная деятельность* является частью коллективной и групповой: студент выдвигает на занятии гипотезы и проверяет их экспериментально, выполняет экспериментальные задания преподавателя, проводит поиск оборудования для выполнения проекта и т. д.

*Деятельность преподавателя* заключается в подготовке системы занятий, учитывающей знания студентов, полученные на предыдущих этапах обучения. В ходе подготовки каждого занятия преподаватель выполняет следующее: 1) формирует серию взаимосвязанных демонстрационных опытов; 2) готовит, отлаживает и обдумывает эксперименты; 3) разрабатывает конспект занятия, основой которого служат рисунки, предоставляющие исчерпывающую информацию о результатах проведенного опыта; 4) готовит речь, физические определения выучивает наизусть, а умение демонстрировать опыты непрерывно совершенствует; 5) тщательно планирует достаточное количество дополнительных вопросов и заданий для организации активной работы обучающихся. При *проведении* занятия преподаватель: мотивирует обучающихся и обеспечивает дисциплину, создает оптимальные условия для активной экспериментальной деятельности всех субъектов;

демонстрирует опыт, на доске рисует серию иллюстраций с подписями, объясняет результаты эксперимента, диктует пояснения и определения, записывает количественные результаты, проводит в уме необходимые расчеты и грамотно оформляет полученные результаты; задает вопросы и оценивает ответы; инициирует обсуждение опытов и оценивает участие студентов в нем; вызывает обучающихся к доске и руководит выполнением ими опыта; воспроизводит опыт при наличии затруднений.

### Дидактическая эффективность методики

В таблице 3 показан примерный план проведения МИФЛ. Обнаружилось, что рассмотренное выше содержание интересно студентам, может быть изучено на обычных аудиторных занятиях, позволяет каждому студенту получить положительную оценку за работу на занятии.

Таблица 3. Этапы педагогического эксперимента

Этапы педагогического эксперимента	Длительность
1. Начальный срез знаний	10 минут
2. Устройство электрометра и электризация трением	45 минут
3. Электрометр в качестве измерительного прибора	65 минут
4. Пьезоэлектрический источник высокого напряжения	90 минут
5. Электрофорная машина	90 минут
6. Закон Кулона	90 минут
7. Конечный срез знаний	10 минут

Для оценки результативности МИФЛ по электростатике применялся тот же тест, что и для выявления образовательной проблемы.

В педагогическом эксперименте (МИФЛ) в 2024–2025 уч. г. приняли участие 17 студентов, однако и начальное, и конечное тестирование прошли только 11 студентов второго курса профилей Математика и Экономика, Математика и Информатика, Математика и Дополнительное образование и 4 студента первого курса, обучающиеся по следующим профилям: Физика и Математика, Математика и Дополнительное образование. Таким образом, подлежащая количественному анализу выборка составила 15 человек.

Графически результаты начального и конечного тестирования представлены на рисунке 1. По горизонтали отмечены участник и соответствующее ему количество баллов в начальном (красный цвет) и конечном (зеленый цвет) срезах знаний. Четыре первых участника являются студентами-физиками, оставшиеся 11 – будущие учителя математики. Поскольку средний балл улучшился с 2,5 до 6,3 баллов, то можно говорить о положительной динамике. Так, у 14 испытуемых наблюдается улучшение результатов, однако один испытуемый остался с тем же количеством баллов. Наилучшие результаты получили студенты – будущие учителя физики.

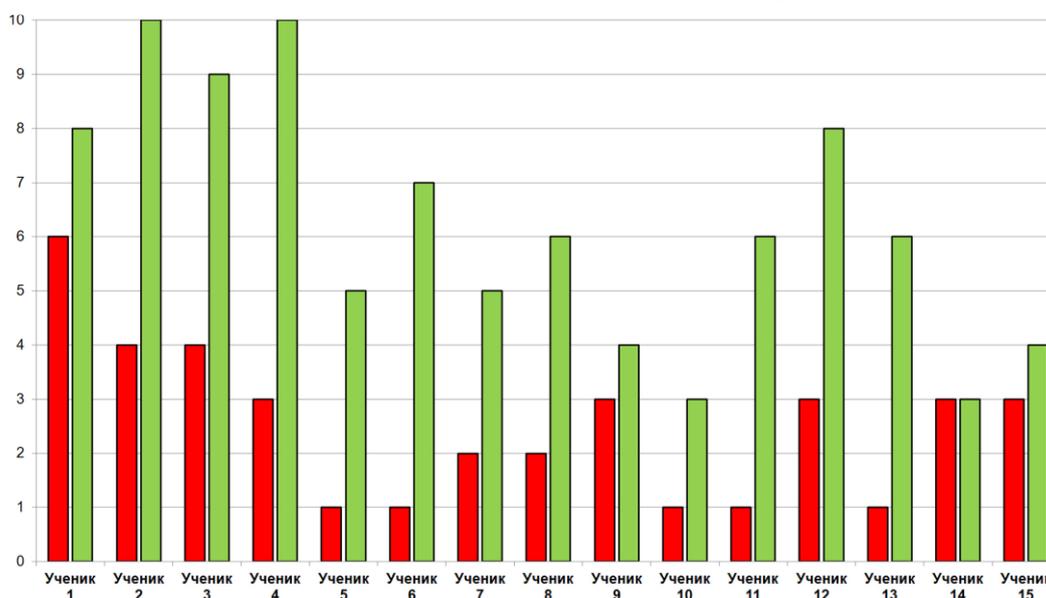


Рис. 1. Диаграмма, отображающая динамику знаний испытуемых (15 респондентов, прошедших МИФЛ в 2024–2025 уч. г.)

Диаграмма, представленная на рисунке 2, позволяет проанализировать динамику

выполнения каждого вопроса в отдельности. В целом видно, что в результате пе-

дагогического воздействия знания и умения учащихся по электростатике улучшились.

Для повышения убедительности выводов и статистической обработки результатов мы повторно провели обсуждаемую МИФЛ в потоке студентов (36 человек) те-

кущего учебного года 2025–2026. Предварительный анализ полученных результатов свидетельствует о статистически достоверных различиях в уровне знаний и умений, выявляемых посредством тестирования.

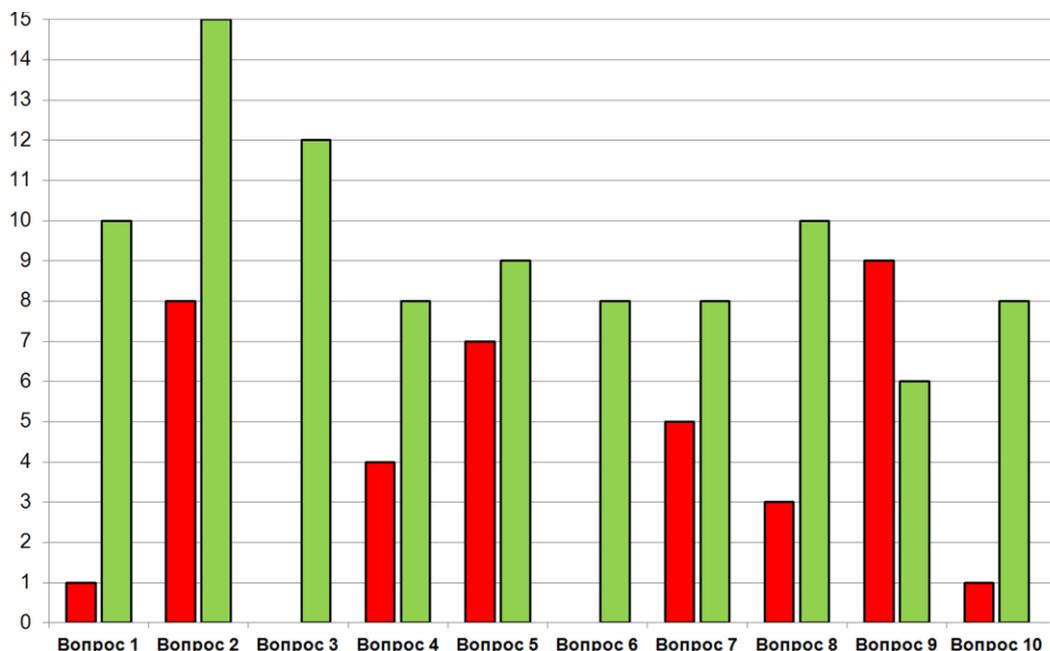


Рис. 2. Диаграмма, отображающая динамику верных ответов на вопросы тестирования (15 респондентов, прошедших МИФЛ в 2024–2025 уч. г., табл. 1)

### Выводы

Особенности тестирования в проверке образовательных результатов рассмотрены в работе [10]. Чтобы сделать выводы об эффективности деятельностного подхода при изучении электростатики, мы выявили и другие факты: 1) в начале педагогического эксперимента студенты не могли назвать примеры проводников и диэлектриков, не умели заряжать и разряжать электрометр, рисовали неаккуратные рисунки ручкой, не могли ответить на простейшие вопросы по наблюдаемому опыту, не могли сформулировать вопросы товарищам, не понимали суть домашней подготовки опытов; 2) по мере проведения педагогического эксперимента студенты наблюдали опыты все более внимательно, даже сложные и не обладающие эффектным результатом опыты вызвали интерес и вопросы студентов, боль-

шинство студентов осознали необходимость мыслительной деятельности при наблюдении опытов, поняли, как готовить опыты в домашних условиях и затем демонстрировать на занятии, обнаружили факты выдвижения гипотез студентами и обсуждения способов их проверки. Эти факты свидетельствуют об овладении студентами элементами логики научного познания и умениями проектной деятельности.

Таким образом, гипотеза исследования подтверждается. Разработанные нами содержание и методика реализации деятельностного подхода при освоении электростатики приводят к повышению уровня знаний и умений студентов по электростатике, овладению ими элементами логики научного познания, экспериментальными умениями и навыками проектной деятельности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Асмолов, А. Г. Системно-деятельностный подход к разработке стандартов нового поколения / А. Г. Асмолов // Педагогика. – 2009. – № 4. – С. 18–22. – EDN KTUQSV.
2. Вараксина, Е. И. Пьезогенератор высокого напряжения в проектной деятельности обучающихся / Е. И. Вараксина, Ю. А. Корнев // Учебная физика. – 2019. – № 4. – С. 3–11. – EDN UGHMWP.
3. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы. Т. 2. Электричество. Оптика. Физика атома : пособие для учителей / В. А. Буров, Б. С. Зворыкин, А. А. Покровский [и др.] ; под ред. А. А. Покровского. – Москва : Просвещение, 1972. – 448 с.
4. Коханов, К. А. О теории и практике организации коллективной познавательной деятельности при изучении физики / К. А. Коханов // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2014. – № 3 (35). – С. 185–189. – EDN SWEPHX.

5. Майер, В. В. Абсолютный метод измерения напряжения в физическом практикуме бакалавриата / В. В. Майер, Е. И. Вараксина, Ю. А. Корнев // Учебная физика. – 2021. – № 1. – С. 13–25. – EDN UPGXHH.
6. Майер, В. В. Мобильная исследовательская физическая лаборатория / В. В. Майер, Е. И. Вараксина, И. А. Васильев // Проблемы учебного физического эксперимента : сборник научных трудов. Материалы XXIII Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 26–27 января 2018 года. Вып. 28. – Москва : Институт стратегии развития образования Российской академии образования, 2018. – С. 97–98. – EDN YVUHOC.
7. Майер, В. В. Простые демонстрационные опыты на уроках по электростатике / В. В. Майер, Е. И. Вараксина, Ю. А. Корнев // Учебная физика. – 2022. – № 2. – С. 24–34. – EDN QYVDRP.
8. Майер, В. В. Школа учебного физического эксперимента: проблема экспериментального обоснования основных понятий электростатики / В. В. Майер, Е. И. Вараксина // Формирование мышления в процессе обучения естественнонаучным, технологическим и математическим дисциплинам : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Екатеринбург, 05–06 апреля 2023 года / отв. редактор А. П. Усольцев. – Екатеринбург : Уральский государственный педагогический университет, 2023. – С. 56–60. – EDN OPUSMU.
9. Мякишев, Г. Я. Физика: 10-й класс: базовый и углубленный уровни : учебник / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; под ред. Н. А. Парфентьевой. – Москва : Просвещение, 2024. – 432 с.
10. Разумовский, В. Г. Методология и методы педагогики / В. Г. Разумовский // Учебная физика. – 2010. – № 1. – С. 74–85.
11. Разумовский, В. Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике : пособие для учителей / В. Г. Разумовский. – Москва : Просвещение, 1975. – 272 с.
12. Сауров, Ю. А. Конкретность «единства во многообразии» и практическая конкретность в методике обучения физике / Ю. А. Сауров // Учебная физика. – 2023. – № 4. – С. 66–69. – EDN SVADTL.
13. Сауров, Ю. А. О темах познавательной деятельности в методике обучения физике / Ю. А. Сауров // Учебная физика. – 2022. – № 3. – С. 53–60. – EDN HRVCEY.
14. Усова, А. В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения / А. В. Усова. – Москва : Просвещение, 1986. – 174 с. – EDN UAMKKH.
15. Усольцев, А. П. Развитие мышления школьников средствами учебного физического эксперимента / А. П. Усольцев, Т. Н. Шамало, Б. М. Игошев // Учебная физика. – 2025. – № 1. – С. 66–73. – DOI: 10.62957/2307-5457-2025-1-66-73. – EDN PZUVNJ.
16. Шамало, Т. Н. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении : учебное пособие по спецкурсу / Т. Н. Шамало. – Свердловск : Свердловский государственный педагогический институт, 1990. – 96 с.
17. Шамало, Т. Н. Учебный эксперимент в процессе формирования физических понятий : книга для учителя / Т. Н. Шамало. – Москва : Просвещение, 1986. – 96 с.
18. Шахмаев, Н. М. Демонстрационные опыты по электродинамике / Н. М. Шахмаев, С. Е. Каменецкий. – Москва : Просвещение, 1973. – 352 с.

## REFERENCES

1. Asmolov, A. G. (2009). Sistemno-deyatelnostnyy podkhod k razrabotke standartov novogo pokoleniya = System-activity approach to the development of new generation standards. *Pedagogy*, 4, 18–22. EDN KTUQSV.
2. Varaksina, E. I., Kornev, Yu. A. (2019). P'ezogenerator vysokogo napryazheniya v proektnoy deyatelnosti obuchayushchikhsya = Piezoelectric generator of high voltage in the design activity of students. *Educational Physics*, 4, 3–11. EDN UGHMWP.
3. Burov, V. A., Zvorykin, B. S., Pokrovsky, A. A. et al. (1972). Demonstratsionnyy eksperiment po fizike v starshikh klassakh sredney shkoly. T. 2. Elektrichestvo. Optika. Fizika atoma = Demonstration experiment on physics in high school classes. Vol. 2. Electricity. Optics. Physics of the atom. Moscow: Prosveshchenie Publishing House, 448 p.
4. Kokhanov, K. A. (2014). O teorii i praktike organizatsii kollektivnoy poznavatel'noy deyatelnosti pri izuchenii fiziki = On the theory and practice of organizing collective cognitive activity in the study of physics. *Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after N. I. Lobachevsky. Series: Social Sciences*, 3(35), 185–189. EDN SWEPHX.
5. Mayer, V. V., Varaksina, E. I., Kornev, Yu. A. (2021). Absolyutnyy metod izmereniya napryazheniya v fizicheskom praktikume bakalavriata = Absolute method of voltage measurement in the bachelor's degree physics workshop. *Educational Physics*, 1, 13–25. EDN UPGXHH.
6. Mayer, V. V., Varaksina, E. I., Vasiliev, I. A. (2018). Mobil'naya issledovatel'skaya fizicheskaya laboratoriya = Mobile research physical laboratory. *Problems of educational physical experiment (issue 28)*, 97–98. Moscow: Institute of Educational Development Strategy of the Russian Academy of Education. EDN YVUHOC.
7. Mayer, V. V., Varaksina, E. I., Kornev, Yu. A. (2022). Prostye demonstratsionnye opyty na urokakh po elektrostatikey = Simple demonstration experiments in electrostatics lessons. *Educational Physics*, 2, 24–34. EDN QYVDRP.
8. Mayer, V. V., Varaksina, E. I. (2023). Shkola uchebnogo fizicheskogo eksperimenta: problema eksperimental'nogo obosnovaniya osnovnykh ponyatiy elektrostatikey = School of educational physical experiment: The problem of experimental understanding of the basic concepts of electrostatics. *Formation of thinking in the process of teaching natural science, technology and mathematical disciplines*, 56–60. Ekaterinburg: Ural State Pedagogical University. EDN OPUSMU.
9. Myakishev, G. Ya., Bukhovtsev, B. B., Sotsky, N. N. (2024). Fizika: 10-y klass: bazovyy i uglublennyy urovni = Physics: 10<sup>th</sup> grade: Basic and advanced levels. Moscow: Prosveshchenie Publishing House, 432 p.
10. Razumovsky, V. G. (2010). Metodologiya i metody pedagogiki = Methodology and methods of pedagogy. *Educational Physics*, 1, 74–85.

11. Razumovsky, V. G. (1975). *Razvitie tvorcheskikh sposobnostey uchashchikhsya v protsesse obucheniya fizike* = The development of students' creative abilities in the process of teaching physics. Moscow: Prosveshchenie Publishing House, 272 p.
12. Saurov, Yu. A. (2023). *Konkretnost' «edinstva vo mnogoobrazii» i prakticheskaya konkretnost' v metodike obucheniya fizike* = Concreteness of 'unity in diversity' and practical concreteness in the methodology of teaching physics. *Educational Physics*, 4, 66–69. EDN SVADTL.
13. Saurov, Yu. A. (2022). *O temakh poznavatel'noy deyatel'nosti v metodike obucheniya fizike* = On the topics of cognitive activity in the methodology of teaching physics. *Educational Physics*, 3, 53–60. EDN HRVCEY.
14. Usova, A. V. (1986). *Formirovanie u shkol'nikov nauchnykh ponyatiy v protsesse obucheniya* = The formation of scientific concepts among schoolchildren in the learning process. Moscow: Prosveshchenie Publishing House, 174 p. EDN UAMKKH.
15. Usoltsev, A. P., Shamalo, T. N., Igoshev, B. M. (2025). *Razvitie myshleniya shkol'nikov sredstvami uchebnogo fizicheskogo eksperimenta* = The development of schoolchildren's thinking by means of educational physical experiment. *Educational Physics*, 1, 66–73. DOI: 10.62957/2307-5457-2025-1-66-73. EDN PZUVNJ.
16. Shamalo, T. N. (1990). *Teoreticheskie osnovy ispol'zovaniya fizicheskogo eksperimenta v razvivayushchem obuchenii* = Theoretical foundations of the use of physical experiment in educational development. Sverdlovsk: Sverdlovsk State Pedagogical Institute, 96 p.
17. Shamalo, T. N. (1986). *Uchebnyy eksperiment v protsesse formirovaniya fizicheskikh ponyatiy* = Educational experiment in the process of forming physical concepts. Moscow: Prosveshchenie Publishing House, 96 p.
18. Shakhmaev, N. M., Kamenetsky, S. E. (1973). *Demonstratsionnye opyty po elektrodinamike* = Demonstration experiments in electrodynamics. Moscow: Prosveshchenie Publishing House, 352 p.