



Проблемы  
Учебного  
Физического  
Эксперимента

35

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ОБРАЗОВАНИЯ**

**ПРОБЛЕМЫ  
УЧЕБНОГО  
ФИЗИЧЕСКОГО  
ЭКСПЕРИМЕНТА**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**

**ВЫПУСК 35**

Основан в 1995 году

**THE PROBLEMS  
OF EDUCATIONAL  
PHYSICAL EXPERIMENT**

The 35th Collection of Articles

Москва ИСРО РАО • 2022

УДК 53.05+372.853  
ББК 74.262.23:74.48  
П78

Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 35. — М.: ИСРО РАО, 2022. — 100 с.: ил. — ISBN 978-5-93008-362-0.

Материалы XXVII Всероссийской научно-практической конференции «Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы. Современные решения» с международным участием.

Сборник содержит научные труды по проблематике, включающей общие вопросы и три направления: теория и практика учебного физического эксперимента; новые учебные опыты по физике; компьютер в учебном физическом эксперименте. Выпуск сборника обеспечивают Институт стратегии развития образования Российской Академии образования, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова и Глазовский государственный педагогический институт имени В. Г. Короленко.

Для научных работников, преподавателей высших и средних учебных заведений, исследователей в области теории и методики обучения физике.

Ответственный редактор: **В. В. Майер**

Редактор: **Е. И. Вараксина**

Оргкомитет конференции:

Антонов В. Е.	д.ф.-м.н., с.н.с., ИФТТ РАН, МГУ, Москва
Вараксина Е. И.	к.п.н., доцент, Глазов
Григорьева Л. Д.	к.ф.-м.н., доцент, МГУ, Москва
Даммер М. Д.	д.п.н., профессор, Челябинск
Зуев П. В.	д.п.н., профессор, Екатеринбург
Майер В. В.	д.п.н., профессор, Глазов
Молотков Н. Я.	д.п.н., профессор, Тамбов
Назин С. С.	к.ф.-м.н., доцент, МГУ, Москва
Никифоров Г. Г.	к.п.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
Пентин А. Ю.	к.ф.-м.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
Сауров Ю. А.	д.п.н., член-корр. РАО, Киров
Сидоренко Ф. А.	д.ф.-м.н., профессор, Екатеринбург
Суворов Э. В.	д.ф.-м.н., профессор, ИФТТ РАН, МГУ, Москва
Чиговская-Назарова Я. А.	к.филол.н., доцент, ректор ГГПИ, Глазов
Шамало Т. Н.	д.п.н., профессор, Екатеринбург

ISBN 978-5-93008-362-0

© Институт стратегии развития образования РАО, 2022  
© Глазовский государственный педагогический институт, 2022

Многочисленные обзорные и тематические экскурсии, проведенные для школьников и районных методических объединений учителей, показали востребованность «Кабинета–лаборатории».

Кроме этого в музее создана «IT–лаборатория для школьников». Она состоит из четырех лабораторий: «Лампа Бабушка», «Лаборатория Ардуино», «Полупроводниковая лаборатория» и «Лаборатория Учебно–исследовательских экспериментов». Для каждой лаборатории разработан специальный практикум. В работе этих лабораторий активно участвуют школьники 3–11 классов.

Одной из важных особенностей данного «Кабинета–лаборатории» является возможность его тиражирования в школах, колледжах и вузах в разных доступных модификациях. В разработке такого «Кабинета–лаборатории» музей может оказать необходимую помощь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кабинет–лаборатория «Физическая картина мира. Колебания и волны в опытах и экспериментах» / составитель Л. В. Пигалицын. — Нижний Новгород, 2018. — 201 с.

Музей науки Нижегородского  
государственного университета  
«Нижегородская радиолaborатория»

Поступила в редакцию 09.01.22.

О. Г. РЕВИНСКАЯ, Н. С. КРАВЧЕНКО

### ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО КУРСУ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Несмотря на техническую и содержательную модернизацию, в последние годы в лабораторном практикуме по общей физике точность экспериментальных измерений практически не изменялась. Проанализированы методические потребности и технические возможности внедрения в лабораторный практикум приборов, точность измерения по которым заметно отличается от традиционно используемых приборов.

*Ключевые слова:* точность измерений, цена деления шкалы прибора, лабораторная работа.

Цена деления шкалы является одной из важнейших характеристик используемых в лабораторных экспериментах измерительных приборов. От нее зависит точность измеряемых физических величин и погрешность связанных с ними значений и параметров. Во многих случаях именно эта характеристика является определяющей при выборе того или иного измерительного прибора при планировании эксперимента.

Учитывая действующие образовательные стандарты, в школьном курсе физики не удастся выделить сколько-нибудь значительное время на знакомство школьников с понятием «цена деления шкалы прибора» и его ролью в экспериментальных физических исследованиях. Поэтому основная нагрузка в формировании этого понятия ложится на лабораторный практикум по общей физике в вузах. Однако здесь преподаватели сталкиваются с определенными проблемами.

В последние годы в школьном курсе физики все больше и больше используется различных заданий в тестовой форме. Чтобы обеспечить однозначность проверки тестов, числовые значения, полученные при выполнении задания, если они не являются целыми, рекомендуется округлить, как правило, до одного десятичного знака после запятой. Исходные числовые данные также, чаще всего, записываются с одним десятичным знаком после запятой или совсем без них. Это способствует формированию у школьников пренебрежительного отношения ко всем остальным десятичным знакам после запятой, независимо от способа получения того или иного числового значения физической величины. Некоторые первокурсники убеждены, что все нецелые числа нужно округлять до одного десятичного знака после запятой, потому что они всегда так делали, обучаясь в школе. Иногда такие действия можно наблюдать даже при записи показаний измерительных приборов.

Лабораторный практикум по общей физике включает элементы метрологии и теории погрешностей. Чаще всего именно здесь студенты впервые знакомятся с научным обоснованием округления нецелых чисел до того или иного десятичного разряда. Эти обоснования не сразу понимаются и принимаются студентами, так как вступают в противоречие с их школьным опытом. Однако наблюдения показали, что не только школьный опыт мешает формировать у студентов правильное отношение к точности измеряемых и вычисляемых физических величин. Школьный опыт игнорирования всех десятичных знаков после запятой, кроме первого, произвольно подкрепляется теми лабораторными работами по общей физике, в которых точность измерений ограничивается первым знаком после запятой. В этом случае выполненный студентами подсчет погрешности не оказывает существенного для них влияния на их результаты, а поэтому выпадает из системы причинно-следственных связей для них. Если таких работ в лабораторном практикуме много, то школьный опыт активно закрепляется и переносится на все последующие эксперименты без каких-либо ассоциаций с их точностью.

Чтобы избежать такого неправомерного переноса, необходимо в траекторию выполнения работ лабораторного практикума для каждого студента включать экспериментальные измерения разной точности, вынуждающие записывать разное количество десятичных знаков после запятой у измеряемых и вычисляемых физических величин. Наилучший психологический эффект наблюдается при использовании в разных экспериментах приборов с разной ценой деления шкалы. То-

гда различия в точности измерения становятся особенно наглядными. Сейчас нетрудно найти приборы, точность которых существенно отличается от приборов, традиционно использовавшихся еще 30–40 лет назад и сохранившихся в учебных лабораториях. Однако в имеющихся публикациях практически не уделяется внимание точности измерений в учебных экспериментах даже при внедрении в состав экспериментальной установки компьютера как измерительного прибора. Хотя повышение точности измерений на таких установках является одним из неоспоримых преимуществ их использования в учебном процессе.

Наш опыт проведения лабораторных работ по изучению моделей физических явлений и процессов на компьютере показал, что выполнение студентами измерений с помощью приборов, имеющих разную цену деления шкалы, позволяет выявить и быстро скорректировать их ошибки в понимании роли точности измерений и погрешности вычислений в эксперименте. Эти измерения студенты выполняли на виртуальных приборах, цена деления шкалы которых изменяется в зависимости от масштаба отображения изучаемой в работе модели. Такие виртуальные приборы входят в состав Комплекса лабораторных работ по изучению моделей физических явлений и процессов на компьютере *Laboratory Simulations*, который разрабатывается нами с 2002 г. Следует отметить, что созданная авторами виртуальная среда позволяет продемонстрировать студентам более разнообразные по цене деления шкалы приборы, чем это сейчас доступно в натурной лаборатории. Поэтому работы по изучению моделей физических явлений и процессов и при решении этой методической задачи остаются неотъемлемой частью современного лабораторного практикума и формируют вектор планомерной модернизации натуральных экспериментов приборами, имеющими разную цену деления шкалы.

Таким образом, для формирования у студентов в рамках курса общей физики глубокого понимания влияния точности измерительных приборов на полученный в эксперименте результат важно в лабораторном практикуме организовать чередование натуральных работ с разными по точности приборами, а также с работами по изучению физических моделей с разной точностью.

Национальный исследовательский  
Томский политехнический  
университет,  
Национальный исследовательский  
Томский государственный  
университет

Поступила в редакцию 14.01.22.

## АВТОРЫ СБОРНИКА

1. АВДЕЕВ НИКОЛАЙ АЛЕКСЕЕВИЧ кандидат физико–математических наук, доцент; доцент кафедры физики твердого тела Петрозаводского государственного университета.
2. АЛТУНИНА НАТАЛЬЯ ПЕТРОВНА кандидат педагогических наук, доцент; доцент кафедры высшей математики и физики Бирского филиала Башкирского государственного университета.
3. БОБЫЛЕВ ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ доктор физико–математических наук, доцент; профессор кафедры общей и теоретической физики Тульского государственного педагогического университета имени Л. Н. Толстого.
4. БОГАТИН АЛЕКСАНДР СОЛОМОНОВИЧ доктор физико–математических наук, профессор кафедры общей физики Южного федерального университета (Ростов–на–Дону).
5. БОКАНЧА ВИОРЕЛ НИКОЛАЕВИЧ кандидат педагогических наук, доцент; заведующий департаментом Дидактика естественных наук Тираспольского государственного университета (Кишинев, Молдова).
6. БУБИН МИХАИЛ НИКОЛАЕВИЧ кандидат географических наук, доцент; доцент кафедры теории и методики управления авиацией Военного учебно–научного центра Военно–воздушных сил «Военно–воздушная академия» в г. Челябинске.
7. БУЛАНОВА АННА ЛЕОНИДОВНА ассистент кафедры общей физики Южного федерального университета (Ростов–на–Дону).
8. БУТУСОВ ИГОРЬ ЮРЬЕВИЧ кандидат технических наук, доцент; преподаватель кафедры физики и химии Военного учебно–научного центра Военно–воздушных сил «Военно–воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (Воронеж).
9. ВАРАКСИНА ЕКАТЕРИНА ИВАНОВНА кандидат педагогических наук, доцент; доцент кафедры физики и дидактики физики Глазовского государственного педагогического института.
10. ВАСИЛЬЕВ ИВАН АЛЕКСЕЕВИЧ техник кафедры физики и дидактики физики Глазовского государственного педагогического института.
11. ГЕРАСИМОВ СЕРГЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ кандидат физико–математических наук, доцент физического факультета Южного федерального университета (Ростов–на–Дону).
12. ГОРЧАКОВ ЛЕОНИД ВСЕВОЛОДОВИЧ доктор физико–математических наук, профессор кафедры общей и экспериментальной физики физического факультета Томского государственного университета.

13. ГРЕБЕНЕВ ИГОРЬ ВАСИЛЬЕВИЧ доктор педагогических наук, профессор; профессор кафедры кристаллографии и экспериментальной физики физического факультета Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского.
14. ГРИБКОВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ кандидат физико–математических наук, доцент; доцент кафедры общей и теоретической физики Тульского государственного педагогического университета имени Л. Н. Толстого.
15. ГУРЕЕВ МАКСИМ МИХАЙЛОВИЧ студент Рязанского колледжа электроники.
16. ДЕМИНА НАТАЛЬЯ ЮРЬЕВНА кандидат физико–математических наук, учитель физики и астрономии высшей квалификационной категории МБОУ «Школа № 167» г. Казани.
17. ЕГОРУШИНА ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА преподаватель кафедры физики и химии Военного учебно–научного центра Военно–воздушных сил «Военно–воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (Воронеж).
18. ЗВОРЫКИН АЛЕКСАНДР ИЛЬИЧ студент физического факультета Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского.
19. ЗВОРЫКИН ИЛЬЯ ЮРЬЕВИЧ заведующий лабораторией школьного физического эксперимента кафедры кристаллографии и экспериментальной физики Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского.
20. ЗУБЦОВА НАТАЛЬЯ ВАДИМОВНА аспирант Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского, учитель МАОУ Суроватихинской СШ.
21. ЗУЕВ ПЕТР ВЛАДИМИРОВИЧ доктор педагогических наук, профессор; профессор кафедры физики, технологии и методики обучения физике и технологии Уральского государственного педагогического университета (Екатеринбург).
22. КАЗАКОВА ЕЛЕНА ЛИОНОВНА кандидат физико–математических наук, доцент; доцент кафедры общей физики Петрозаводского государственного университета.
23. КАЗАРИН ПЕТР ВАСИЛЬЕВИЧ кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры общей физики радиофизического факультета Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского.
24. КАТКОВА МАРИЯ РИДОВНА кандидат физико–математических наук, доцент кафедры кристаллографии и экспериментальной физики Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского.
25. КИРИН ИГОРЬ ГРИГОРЬЕВИЧ доктор технических наук, профессор, академик МАНЭБ; профессор кафедры физики и методики преподавания физики Оренбургского государственного университета.



26. КОВРИГИНА СОФЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА кандидат физико–математических наук; доцент кафедры общей физики Южного федерального университета (Ростов–на–Дону).
27. КОКИН СЕРГЕЙ МИХАЙЛОВИЧ доктор физико–математических наук, профессор; и.о. заведующего кафедрой «Физика» Российского университета транспорта (МИИТ) (Москва).
28. КОЛЕСНИКОВ ДАНИИЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ аспирант Томского государственного университета.
29. КОХАНОВ КОНСТАНТИН АНАТОЛЬЕВИЧ кандидат педагогических наук, доцент, заместитель директора Кировского областного государственного автономного образовательного учреждения дополнительного образования «Центр дополнительного образования одаренных школьников».
30. КОЩЕЕВА ЕЛЕНА СЕРГЕЕВНА кандидат педагогических наук, доцент; доцент кафедры физики, технологии и методики обучения физике и технологии Уральского государственного педагогического университета (Екатеринбург).
31. КРАВЧЕНКО НАДЕЖДА СТЕПАНОВНА кандидат физико–математических наук, почетный работник высшего профессионального образования РФ, доцент; Национальный исследовательский Томский политехнический университет.
32. КУДРЯВЦЕВА ЛАРИСА АЛЕКСАНДРОВНА кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой общей физики ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (Москва).
33. ЛЮБИМОВ НИКОЛАЙ СЕРГЕЕВИЧ ученик 6 «А» класса МАОУ «Лицей №37» г. Саратова.
34. МАЙЕР ВАЛЕРИЙ ВИЛЬГЕЛЬМОВИЧ доктор педагогических наук, профессор; заведующий кафедрой физики и дидактики физики Глазовского государственного педагогического института.
35. МАЙЕР РОБЕРТ ВАЛЕРЬЕВИЧ доктор педагогических наук, доцент; профессор кафедры физики и дидактики физики Глазовского государственного педагогического института.
36. МАТВЕЕВА ЕЛЕНА ПЕТРОВНА кандидат педагогических наук, доцент; доцент кафедры физики, технологии и методики обучения физике и технологии Уральского государственного педагогического университета (Екатеринбург).
37. МИТИНА АЛЕКСАНДРА НИКОЛАЕВНА студентка Петрозаводского государственного университета.
38. МОШКИНА ЕЛЕНА ВИКТОРОВНА кандидат физико–математических наук, доцент кафедры общей физики Петрозаводского государственного университета.
39. МУХИН СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ старший преподаватель кафедры «Физика» Российского университета транспорта (МИИТ) (Москва).

40. НЕФЕДОВ НИКОЛАЙ АЛЕКСЕЕВИЧ курсант Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (Воронеж).
41. НИКИТИНА ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА кандидат педагогических наук; доцент кафедры физики и методики обучения физике Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета (Челябинск).
42. НОСАЧЕВ ИГОРЬ ОЛЕГОВИЧ аспирант кафедры общей физики Южного федерального университета (Ростов-на-Дону).
43. ОФИЦИН СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ кандидат педагогических наук, доцент; преподаватель общеобразовательных дисциплин Рязанского колледжа электроники.
44. ПАВЛЕНКО ДАНИЛ СЕРГЕЕВИЧ студент физического факультета Южного федерального университета (Ростов-на-Дону).
45. ПАСТУХОВ ГЕОРГИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ лаборант кафедры физики и методики обучения физике Алтайского государственного педагогического университета (Барнаул).
46. ПАУТКИНА АННА ВЛАДИМИРОВНА кандидат физико-математических наук, доцент; доцент кафедры «Физика» Российского университета транспорта (МИИТ) (Москва).
47. ПИГАЛИЦЫН ЛЕВ ВАСИЛЬЕВИЧ Народный учитель РФ. Зав. отделом физических демонстраций и экспериментов. Музей науки Нижегородского государственного университета «Нижегородская радиолaborатория».
48. ПОВАЛЯЕВ ОЛЕГ АЛЕКСАНДРОВИЧ кандидат технических наук, генеральный директор, ООО «Научные развлечения» (Москва).
49. ПОПОВА АЛЬБИНА АЛЕКСЕЕВНА магистрант Глазовского государственного педагогического института, учитель математики физико-математического лицея г. Глазова.
50. ПРОКОПОВА ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА кандидат физико-математических наук, доцент; преподаватель кафедры физики и химии Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (Воронеж).
51. ПЩЕЛКО НИКОЛАЙ СЕРГЕЕВИЧ доктор технических наук, доцент; профессор кафедры физики Военной академии связи им. С. М. Буденного (Санкт-Петербург).
52. РЕВИНСКАЯ ОЛЬГА ГЕННАДЬЕВНА кандидат педагогических наук, доцент, профессор РАЕ; член Лиги преподавателей высшей школы; зав. лабораторией Национального исследовательского Томского политехнического университета; доцент кафедры физики плазмы Национального исследовательского Томского государственного университета.
53. РОМАНОВ РОМАН ВАСИЛЬЕВИЧ кандидат физико-математических наук, доцент; доцент кафедры общей и теоретической физики Тульского государственного педагогического университета имени Л. Н. Толстого.

54. САБИРЗЯНОВ АЛЕКСАНДР АДЕЛЕВИЧ кандидат физико–математических наук, доцент; доцент кафедры «Естественнонаучные дисциплины» Уральского государственного университета путей сообщения (Екатеринбург).
55. САУРОВ ЮРИЙ АРКАДЬЕВИЧ доктор педагогических наук, профессор, член–корреспондент РАО, профессор кафедры физики и методики обучения физике Вятского государственного университета (Киров).
56. СЕРГЕЕВА ОЛЬГА ВЛАДИМИРОВНА кандидат физико–математических наук, доцент; доцент кафедры общей физики Петрозаводского государственного университета.
57. СИДОРОВ АРТЕМ ЕВГЕНЬЕВИЧ курсант Военного учебно–научного центра Военно–воздушных сил «Военно–воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (Воронеж).
58. СМЕРНОВА ЕВГЕНИЯ АЛЕКСАНДРОВНА студентка физического факультета Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского.
59. СТОЮХИН СЕРГЕЙ ГЛЕБОВИЧ кандидат физико–математических наук, доцент; доцент кафедры «Физика» Российского университета транспорта (МИИТ) (Москва).
60. ТИХОНОВ ИГОРЬ ВАСИЛЬЕВИЧ учитель физики и информатики высшей категории школы № 2 г. Глазова.
61. УВАРОВА МАРИНА ПАВЛОВНА кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики и методики обучения физике Вятского государственного университета (Киров).
62. ХАЙДАРОВ БАЙМУРОТ АБДУКОДИРОВИЧ магистрант Глазовского государственного педагогического института.
63. ХОМЕНКО СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ кандидат физико–математических наук, заместитель генерального директора, ООО «Научные развлечения» (Москва).
64. ШАВЛОВ АЛЕКСЕЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ кандидат технических наук, профессор кафедры теории и методики управления авиацией филиала Военного учебно–научного центра Военно–воздушных сил «Военно–воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» в г. Челябинске.
65. ШАПОВАЛОВ АНАТОЛИЙ АНДРЕЕВИЧ доктор педагогических наук, профессор; профессор кафедры физики и методики обучения физике Алтайского государственного педагогического университета (Барнаул).
66. ШОЛИН ИЛЬЯ АЛЕКСАНДРОВИЧ руководитель методического отдела департамента образовательных технологий ООО «Инэнержи» (Москва).
67. ЯВОРУК ОЛЕГ АНАТОЛЬЕВИЧ доктор педагогических наук, независимый исследователь (Москва).

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

- 1. Сауров Ю. А.** Об идеях реформирования школьного физического образования ..... 3

### ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА УЧЕБНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

- 2. Алгунина Н. П.** О методике изучения прикладных знаний по физике ..... 6
- 3. Бубин М. Н.** Значение мысленных физических экспериментов в процессе обучения курсантов в военном учебном заведении ..... 8
- 4. Зубцова Н. В., Гребенев И. В.** Мини-проекты как средство развития познавательной активности школьников при обучении физике ..... 10
- 5. Зуев П. В.** Простые опыты и наблюдения как средство повышения эффективности экспериментальной подготовки учащихся ..... 12
- 6. Казакова Е. Л., Мошкина Е. В., Сергеева О. В.** Лабораторный практикум по теме «Электрические колебания и переменный ток» ..... 15
- 7. Кокин С. М., Пауткина А. В.** Проведение лабораторного практикума по физике в условиях чередования очной и дистанционной форм обучения ..... 17
- 8. Кощеева Е. С., Матвеева Е. П.** Функциональная грамотность учащихся при решении задачи ..... 20
- 9. Майер В. В., Вараксина Е. И.** Простые опыты нужно описывать так, чтобы каждый мог повторить их на уроке ..... 23
- 10. Никитина Т. В.** Содержательные аспекты подготовки учителя физики к реализации смешанного обучения ..... 25
- 11. Пигалицын Л. В.** Кабинет-лаборатория. Физическая картина мира ..... 27
- 12. Ревинская О. Г., Кравченко Н. С.** Точность измерений в лабораторном практикуме по курсу общей физики ..... 28
- 13. Уварова М. П.** Школьный физический практикум: вопросы организации деятельности студентов по освоению дисциплины .... 31
- 14. Шавлов А. В.** Организация занятий курсантов по курсу «Методика физического эксперимента в военном вузе» ..... 33
- 15. Шолин И. А.** Физические эксперименты в рамках конкурса «Первый элемент» ..... 35

## НОВЫЕ УЧЕБНЫЕ ОПЫТЫ ПО ФИЗИКЕ

<b>16. Богатин А. С., Ковригина С. А., Буланова А. Л., Носачев И. О.</b> Исследование индуконденса в учебной лаборатории .....	37
<b>17. Бугусов И. Ю., Егорушина Е. А., Сидоров А. Е.</b> Наглядное определение фокусного расстояния собирающей линзы .....	39
<b>18. Бугусов И. Ю., Прокопова Т. В., Нефедов Н. А.</b> Лекционная демонстрация явления поверхностного натяжения .....	41
<b>19. Герасимов С. А., Павленко Д. С.</b> Электрический ток в жидкости и магнитном поле .....	42
<b>20. Гребенев И. В., Казарин П. В.</b> Формирование начальных представлений о квантовой природе света .....	45
<b>21. Кирин И. Г.</b> Лабораторная работа «Изучение четырехфотонных параметрических процессов» .....	47
<b>22. Кокин С. М., Стоюхин С. Г., Мухин С. В.</b> Постановка лабораторной работы «Определение удельной теплоемкости металла методом охлаждения» .....	49
<b>23. Коханов К. А.</b> Демонстрационные опыты при изучении рычага .....	51
<b>24. Любимов Н. С.</b> Превращение опыта в фокус .....	53
<b>25. Майер В. В., Вараксина Е. И., Васильев И. А., Хайдаров Б. А.</b> Стробоскопический источник света для школьных опытов по механике .....	54
<b>26. Майер В. В., Вараксина Е. И., Попова А. А.</b> Оптические свойства эллипса и параболы в проектной деятельности по математике .....	56
<b>27. Официн С. И., Гуреев М. М.</b> Конструкторский проект по физике и технике .....	58
<b>28. Пастухов Г. В., Шаповалов А. А.</b> Вариант демонстрации и изучения законов внешнего фотоэффекта .....	61
<b>29. Поваляев О. А., Хоменко С. В.</b> Опыты по механике с применением датчика ускорения и угловой скорости .....	63
<b>30. Пшелко Н. С.</b> Метрологические возможности цифровых мультиметров .....	64
<b>31. Сабирзянов А. А.</b> Метод Максвелла построения силовых линий электростатического поля .....	65

## КОМПЬЮТЕР В УЧЕБНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

<b>32. Авдеев Н. А., Митина А. Н.</b> Демонстрация влияния квантово-размерного эффекта на энергетическую структуру полупроводника .....	67
---	----

---

<b>33. Бобылев Ю. В., Грибков А. И., Романов Р. В.</b> Исследование поляризованного света с использованием смартфона .....	69
<b>34. Боканча В. Н.</b> Использование комплектов Ардуино в реализации <i>STEM</i> -проектов по физике .....	72
<b>35. Вараксина Е. И., Тихонов И. В.</b> Цифровой образовательный ресурс: индукция магнитного поля на оси кругового тока .....	73
<b>36. Горчаков Л. В., Колесников Д. А.</b> Лабораторная работа по опыту Кундта на основе старого принтера .....	76
<b>37. Демина Н. Ю.</b> Построение графиков движения двух тел в среде табличного процессора <i>Excel</i> .....	77
<b>38. Зворыкин И. Ю., Каткова М. Р., Смирнова Е. А., Зворыкин А. И.</b> Компьютеризация учебного эксперимента по изучению распределения энергии в дисперсионном спектре ламп накаливания .....	79
<b>39. Кудрявцева Л. А.</b> Применение виртуальной доски <i>Padlet</i> для лабораторных работ по физике в условиях цифрового обучения .....	81
<b>40. Майер Р. В.</b> О формировании информационно-кибернетического мышления на уроках физики .....	84
<b>41. Яворук О. А.</b> Виртуальная сфера как версия школьной доски для обучения физике .....	86
* * *	
<b>42. Авторы сборника</b> .....	88
<b>43. ABSTRACTS</b> .....	93