



ISBN 978-5-93008-279-1



Проблемы
Учебного
Физического
Эксперимента

30

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

**ПРОБЛЕМЫ
УЧЕБНОГО
ФИЗИЧЕСКОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

ВЫПУСК 30

Основан в 1995 году

**THE PROBLEMS
OF EDUCATIONAL
PHYSICAL EXPERIMENT**

The 30th Collection of Articles

Москва ИСРО РАО • 2019

УДК 53.05
ББК 74.265.1
П78

Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 30. — М.: ИСРО РАО, 2019. — 100 с.: ил. — ISBN 978-5-93008-279-1.

Материалы XXIV 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 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:

Вараксина Е. И.	к.п.н., доцент, Глазов
Даммер М. Д.	д.п.н., профессор, Челябинск
Зуев П. В.	д.п.н., профессор, Екатеринбург
Иванов Ю. В.	к.п.н., доцент, Глазов
Майер В. В.	д.п.н., профессор, Глазов
Молотков Н. Я.	д.п.н., профессор, Тамбов
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
Чиговская-Назарова Я. А.	к.филол.н., доцент, ректор ГГПИ, Глазов
Шамало Т. Н.	д.п.н., профессор, Екатеринбург

ISBN 978-5-93008-279-1

© Институт стратегии развития образования РАО, 2019
© Глазовский государственный педагогический институт, 2019

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

М. Д. ДАММЕР, О. Н. БОЧКАРЕВА

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОДУКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ В МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ

Рассматриваются возможности технологии продуктивного обучения в профессиональной подготовке будущего учителя физики. Описываются различные виды образовательных продуктов и методика руководства деятельностью студентов по их разработке.

Ключевые слова: продуктивное обучение, методическая подготовка, образовательный продукт.

Методическая подготовка студентов — будущих учителей физики предполагает обучение их следующим видам профессиональной деятельности: 1) целеполаганию; 2) анализу содержания обучения, соотношению элементов содержания с поставленными целями; 3) выделению способов деятельности, способствующих достижению сформулированных целей; 4) выбору целесообразных технологий обучения; 5) планированию учебного процесса на различных уровнях; 6) проведению учебных занятий различных форм, согласно разработанному плану; 7) анализу результатов обучения, оценке достижений обучающихся и их соотношению с поставленными целями; 8) уточнению отобранного содержания, методов и приемов обучения для более полного достижения поставленных целей.

Перечисленные виды деятельности весьма независимы от времени и существующей политики образования. В эпоху перемен существенные изменения претерпевает содержание каждого из этих видов деятельности. При этом активизируются как отдельные виды стратегий обучения (репродуктивная, продуктивная, исследовательская), так и все возможные их сочетания в зависимости от поставленной цели [1, 2]. В рассматриваемых сочетаниях стратегий авторы считают продуктивное обучение ответственным за становление квалифицированных профессионалов.

Процесс продуктивного обучения реализуется в виде маршрута, образованного действиями, ориентированными на получение продукта в ситуациях реальной жизни с помощью группового образовательного опыта [3]. К существенным его характеристикам относится ориентация на развитие личности обучаемого, его индивидуальности. Изменяются роль педагога, характер занятий. Преобладают индивидуальные консультации и групповые обсуждения. Учебный материал включен в содержание и осваивается в процессе работы над проектом.

Приведем примеры образовательных продуктов:

- Система заданий для самостоятельной работы учащихся на различных этапах формирования понятия.
- Система учебного физического эксперимента по определенной теме.
- Подбор задач определенного вида и методика их применения.

В настоящее время авторами совместно с учащимися проводятся работы по внедрению вышеописанной платформы в учебный процесс по физике. В частности, изготовлены и апробированы в образовательной деятельности учебный электронный конденсационный гигрометр с радиомодулем, комплект оборудования по кинематике на базе микроконтроллерной платы *Arduino*.

Вызывает интерес использование акселерометра и тензодатчика в натурном компьютерном эксперименте при изучении разделов физики в 9, 10 классах «Кинематика» и «Динамика». В научно-методических публикациях можно найти примеры разработок учебного оборудования с применением акселерометра и тензометрического преобразователя силы [3, 4]. Руководствуясь идеями, изложенными в указанных работах, разработано учебное оборудование с применением микроконтроллерной платы *Arduino UNO*, акселерометра ADXL335, тензорезисторного преобразователя и радиомодуля NRF24L01 для проведения лабораторной работы «Изучение движения тел по окружности под действием силы упругости» [5].

Авторами демонстрируется презентация ученических проектов «Учебный электронный конденсационный гигрометр с радиомодулем» и «Применение акселерометра и тензодатчика в изучении движения тел по окружности под действием силы упругости» с применением микроконтроллерной платы *Arduino UNO*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биловол Е. О., Халвицкая О. Л. Реализация профильной подготовки классов с использованием платформы ARDUINO. Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27494> (дата обращения: 09.11.2018).
2. Волков Е. В. Применение микроконтроллеров в составе установок для лабораторных работ по физике. Режим доступа: <http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/685/1/1322-1325.pdf> (дата обращения: 14.11.2018).
3. Касаткин К. А., Варакина Е. И., Майер В. В. Учебное исследование МЭМС – датчика ускорения ADXL335 // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 28. – М.: ИСПО РАО, 2018. – С. 128–130.
4. Марков С. В. Применение акселерометра и тензодатчика в натурном компьютерном эксперименте // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 25. – М.: ИСПО РАО, 2015. – С. 112–113.
5. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений с прил. на электрон. носителе: базовый и профил. уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский; под ред. В. И. Николаева. Н. А. Парфентьевой. – М.: Просвещение, 2011. – 366 с.
6. Спирин Ю. Л. Универсальный лабораторный комплекс «Формирование практических навыков разработки и применения нано-, микро- и оптоэлектронных технологий (УЛК НМО) на платформе «Arduino». Режим доступа: <https://ipi1.ru/images/PDF/2015/42/universalnyj-laboratornyj-kompleks.pdf> (дата обращения: 09.11.2018).

О. Г. РЕВИНСКАЯ, Н. С. КРАВЧЕНКО

ИЗУЧЕНИЕ РЕАЛЬНЫХ ГАЗОВ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ОБЩЕЙ ФИЗИКЕ

Проанализированы причины отсутствия натуральных лабораторных работ по изучению реальных газов в курсе общей физики. Обоснованы принципы и цели разработки компьютерной лабораторной работы, позволяющей студентам изучать поведение газа Ван-дер-Ваальса в широком диапазоне температур и давлений.

Ключевые слова: реальные газы, идеальные газы, газ Ван-дер-Ваальса, теплоемкость газа, компьютерная лабораторная работа, методика обучения.

Реальным газам посвящена значительная часть теоретического материала раздела «Термодинамика» в курсе общей физики [3]. Но в лабораторном практикуме работы по изучению реальных газов отсутствуют [1]. Это связано с объективными условиями проведения лабораторных занятий по общей физике. Традиционно они проводятся при нормальных условиях, при которых практически все газы ведут себя как идеальные. При высокой температуре и высоком давлении поведение газов начинает отличаться от поведения идеального газа. Чтобы создать такие условия в лаборатории, требуется специальное оборудование и меры по обеспечению безопасности. Поэтому натурные работы по изучению реальных газов в курсе общей физики отсутствуют.

С другой стороны физиками (особенно теплофизиками) предложено большое количество моделей, описывающих поведение реального газа в тех или иных условиях. Учитывая современные возможности программирования, некоторые из этих моделей можно использовать для организации изучения поведения реальных газов на компьютере. Более того, выбор модели для курса общей физики на первый взгляд кажется очевидным — газ Ван-дер-Ваальса. Эта модель описывает малые отклонения поведения газа от поведения идеального газа, выражается простым физически понятным уравнением и многократно используется при изложении теоретического материала, чтобы проиллюстрировать отличие между реальными и идеальными газами [3]. Уравнение Ван-дер-Ваальса отличается от уравнения идеального газа всего двумя параметрами. Однако эти параметры зависят от температуры газа и от его плотности. Наличие этих зависимостей всегда констатируется, но ни в учебниках по общей физике, ни в справочниках не приводится, так как это сложные зависимости, разные для различных газов. Поиск

этих зависимостей привел к появлению более сложных, чем модель Ван-дер-Ваальса, уравнений реального газа. Им посвящено большое количество научных монографий и статей, а в учебниках по общей физике и физических справочниках приводятся только значения коэффициентов уравнения Ван-дер-Ваальса в критической точке. Эти же значения, как правило, используются и при решении задач в курсе общей физике. В процессе традиционного изучения курса общей физики утверждение, что коэффициенты уравнения Ван-дер-Ваальса не являются константами, а зависят хотя бы от температуры, так и не находят ни теоретического, ни экспериментального подтверждения. Таким образом, в результате изучения курса общей физики у студентов формируется ошибочное представление о поведении газа Ван-дер-Ваальса.

Изучение физических моделей на компьютере зарекомендовало себя как надежное средство для разрешения подобных проблем. Для этого необходимо не только воспроизвести на компьютере модель реального газа, но и показать, как зная давление, температуру и объем газа, можно вычислить параметры уравнения Ван-дер-Ваальса. В связи с выявленной невозможностью корректного воспроизведения модели Ван-дер-Ваальса при разных температурах и давлениях, для постановки такого исследования вместо модели Ван-дер-Ваальса приходится воспроизводить другую модель. Анализ научных публикаций показал, что из всех существующих моделей реального газа самый широкий диапазон температур и давлений описывает модель, использующая вириальные коэффициенты. Зависимости от температуры вириальных коэффициентов для разных газов в этой модели получены и стандартизированы ГОСТом [4–8 и др.]. Эта модель и была использована нами для воспроизведения поведения реального газа на компьютере в лабораторной работе «Адиабатное расширение газов». В этой работе студенты, фиксируя состояния газа, адиабатно расширяющегося разными способами (в пустоту, под поршнем, через дроссель), вычисляют параметры уравнения Ван-дер-Ваальса и молярную теплоемкость газа при различных температурах. Для каждого газа «рабочий» диапазон температур и давлений подобран так, чтобы в этом диапазоне корректно можно использовать и модель Ван-дер-Ваальса, и модель, содержащую вириальные коэффициенты. Проведя рекомендованные им исследования и расчеты, студенты получают достоверную информацию о том, что коэффициенты уравнения Ван-дер-Ваальса действительно зависят от температуры, если для описания состояния газа использовать эту модель. Работа «Адиабатное расширение газов» дополнила комплекс лабораторных работ по изучению моделей физических явлений и процессов на компьютере *Laboratory Simulations* [2], разрабатываемый нами в Томском политехническом университете с 2002 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гринкруг М. С., Вакулук А. А. Лабораторный практикум по физике: Учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2012. — 480 с.

2. Ревинская О. Г., Кравченко Н. С. Концепция развития лабораторного практикума по общей физике на основе дидактической модели научных экспериментальных исследований // Инновации в образовании. — 2014. — № 1. — С. 93–106.
3. Сивухин Д. В. Общий курс физики: Учеб. пособие: Для вузов в 5 т. Т. II. Термодинамика и молекулярная физика. — М.: Физматлит, 2005. — 544 с.
4. Теплофизические свойства неона, аргона, криптона и ксенона / В. А. Рабинович, В. И. Недоступ, Л. С. Векслер. — М.: Изд-во стандартов, 1976. — 636 с.
5. Теплофизические свойства технически важных газов при высоких температурах и давлениях: Справочник / В. Н. Зубарев, А. Д. Козлов, В. М. Кузнецов и др. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 232 с.
6. Термодинамические свойства азота / В. В. Сычев, А. А. Вассерман, А. Д. Козлов, Г. А. Спиридонов, В. А. Цымарный. — М.: Изд-во стандартов, 1977. — 352 с.
7. Термодинамические свойства воздуха / В. В. Сычев, А. А. Вассерман, А. Д. Козлов, Г. А. Спиридонов, В. А. Цымарный. — М.: Изд-во стандартов, 1978. — 276 с.
8. Термодинамические свойства кислорода / В. В. Сычев, А. А. Вассерман, А. Д. Козлов, Г. А. Спиридонов, В. А. Цымарный. — М.: Изд-во стандартов, 1981. — 304 с.

Национальный исследовательский
Томский политехнический
университет

Поступила в редакцию 11.01.19.

АВТОРЫ СБОРНИКА

1. АЛЕХИНА ТАТЬЯНА НИКОЛАЕВНА старший преподаватель кафедры общей и прикладной физики Белгородского государственного национального исследовательского университета.
2. БОБЫЛЕВ ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ доктор физико-математических наук, доцент; профессор кафедры общей и теоретической физики Тульского государственного педагогического университета.
3. БОГАТИН АЛЕКСАНДР СОЛОМОНОВИЧ доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой общей физики физического факультета Южного федерального университета (Ростов-на-Дону).
4. БОГАТИНА ВАЛЕНТИНА НИКОЛАЕВНА кандидат физико-математических наук, доцент физического факультета Южного федерального университета (Ростов-на-Дону).
5. БОЖЕНКИНА МАРИЯ ГЕННАДЬЕВНА магистрант Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского.
6. БОЧКАРЕВА НАДЕЖДА АЛЕКСЕЕВНА студент физико-математического факультета Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета (Челябинск).
7. БОЧКАРЕВА ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА кандидат педагогических наук, доцент; декан физико-математического факультета Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета (Челябинск).
8. БУТКО НАТАЛИЯ БОРИСОВНА кандидат физико-математических наук, доцент; доцент института физических исследований и технологий (ИФИТ) Российского университета дружбы народов (Москва).
9. ВАРАКСИНА ЕКАТЕРИНА ИВАНОВНА кандидат педагогических наук, доцент; доцент кафедры физики и дидактики физики Глазовского государственного педагогического института.
10. ВАСИНА ВИКТОРИЯ АНАТОЛЬЕВНА старший преподаватель кафедры «Физика» Российского университета транспорта (МИИТ).
11. ВЕРЕТЕННИКОВА ЕКАТЕРИНА АЛЕКСАНДРОВНА учащаяся школы № 14 г. Глазова.
12. ГЕРАСИМОВ СЕРГЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ кандидат физико-математических наук, доцент физического факультета Южного федерального университета (Ростов-на-Дону).
13. ГИЛЬМАНОВА ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА учитель физики школы № 14 г. Глазова.
14. ГРИБКОВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ кандидат физико-математических наук, доцент; доцент кафедры общей и теоретической физики Тульского государственного педагогического университета.
15. ГУДОВА ЮЛИЯ ДМИТРИЕВНА студентка физического факультета Саратовский национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского.
16. ГУЛЯЕВ ИГОРЬ МИХАЙЛОВИЧ ассистент кафедры физики и дидактики физики Глазовского государственного педагогического института, учитель школы № 15 г. Глазова.
17. ДАММЕР МАНАНА ДМИТРИЕВНА доктор педагогических наук, профессор; профессор кафедры физики и методики обучения физике Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета (Челябинск).
18. ДУРКИН НИКОЛАЙ ВЛАДИМИРОВИЧ магистрант физико-математического факультета Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета (Челябинск); КГУ «Средняя школа № 4 им. М. Маметовой» отдела образования акимата Федоровского района, Костанайской области, Казахстан.
19. ЕРМАКОВА ТАТЬЯНА ИВАНОВНА кандидат педагогических наук, доцент; доцент кафедры физики и химии Государственного социально-гуманитарного университета (Колмна).
20. ЗАСЕДАТЕЛЬ ВЯЧЕСЛАВ СЕРГЕЕВИЧ старший преподаватель кафедры общей и экспериментальной физики Национального исследовательского Томского государственного университета.
21. ЗИЯТДИНОВ ШАМИЛЬ ГАБДИНУРОВИЧ кандидат физико-математических наук, доцент; доцент кафедры высшей математики и физики Бирского филиала Башкирского государственного университета.
22. ЗОЛОТАРЕВА СВЕТЛАНА МИХАЙЛОВНА школа № 179 г. Москвы.
23. ИВАНИШКО АЛИНА СЕРГЕЕВНА учитель физики МОУ «Бендерский теоретический лицей» (Молдова).
24. ИВАНОВ ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ кандидат педагогических наук, доцент; доцент кафедры физики и дидактики физики Глазовского государственного педагогического института.
25. КАЗАКОВА ЕЛЕНА ЛИОНОВНА кандидат физико-математических наук, доцент; доцент кафедры общей физики Петрозаводского государственного университета.
26. КАРГАПОЛОВ АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ магистрант Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета (Челябинск).
27. КАРПУШЕВ АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧ кандидат педагогических наук; доцент кафедры физики и методики обучения физике Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета (Челябинск).
28. КИРИН ИГОРЬ ГРИГОРЬЕВИЧ доктор технических наук, профессор, академик МАНЭБ; профессор кафедры физики и методики преподавания физики Оренбургского государственного университета.
29. КЛЮКИН ДМИТРИЙ АНДРЕЕВИЧ магистрант Глазовского государственного педагогического института, учитель математики школы № 8 г. Глазова.
30. КОВАЛЕВ ВЯЧЕСЛАВ ВИТАЛЬЕВИЧ студент физического факультета Южного федерального университета (Ростов-на-Дону).
31. КОВРИГИНА СОФЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА кандидат физико-математических наук, доцент физического факультета Южного федерального университета (Ростов-на-Дону).
32. КОРЕПАНОВ АЛЕКСЕЙ РОМАНОВИЧ студент факультета информатики, физики и математики Глазовского государственного педагогического института.
33. КОСТЫЛЕВ ИЛЬЯ ГЕРАСИМОВИЧ учащийся 9 класса МБОУ «Гимназия № 63 г. Челябинска».
34. КОХАНОВ КОНСТАНТИН АНАТОЛЬЕВИЧ кандидат педагогических наук, доцент; заместитель директора КОГАОУ ДО «Центр дополнительного образования одаренных школьников» (Киров).
35. КОШЕЛЕВ БОРИС МИХАЙЛОВИЧ старший научный сотрудник Музея радио им. А. С. Попова (Екатеринбург).
36. КРАВЧЕНКО НАДЕЖДА СТЕПАНОВНА кандидат физико-математических наук, почетный работник высшего профессионального образования РФ, доцент; доцент Национального исследовательского Томского политехнического университета.
37. ЛЕБЕДЕВА ОЛЬГА ВАСИЛЬЕВНА кандидат педагогических наук, доцент; доцент кафедры кристаллографии и экспериментальной физики Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского.
38. МАЙЕР ВАЛЕРИЙ ВИЛЬГЕЛЬМОВИЧ доктор педагогических наук, профессор; заведующий кафедрой физики и дидактики физики Глазовского государственного педагогического института.
39. МАЙЕР РОБЕРТ ВАЛЕРЬЕВИЧ доктор педагогических наук, доцент; профессор кафедры физики и дидактики физики Глазовского государственного педагогического института.
40. МАРКОВ СЕРГЕЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ учитель физики высшей категории МКОУ «Гыинская СОШ» Кезского района Удмуртской Республики.
41. МАРЫН АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ учащийся 10 класса МКОУ «Гыинская СОШ» Кезского района Удмуртской Республики.
42. МЕРЗЛЯКОВА МАРИНА АЛЕКСАНДРОВНА студент Глазовского государственного педагогического института.
43. МХИТАРЯН МАНИШАК АВЕТИКОВНА магистрант Глазовского государственного педагогического института.
44. НИКИТИНА ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА кандидат педагогических наук; старший преподаватель кафедры физики и методики обучения физике Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета (Челябинск).
45. НОВИЦКИЙ СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ учитель физики МОУ «Бендерский теоретический лицей» (Молдова).
46. ОФИЦИН СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ кандидат педагогических наук, доцент; доцент кафедры механико-технологических дисциплин ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет» Рязанский институт (филиал); преподаватель общеобразовательных дисциплин ОГБПОУ СПО «Рязанский колледж электроники».

47. ПАУТКИНА АННА ВЛАДИМИРОВНА кандидат физико–математических наук, доцент кафедры «Физика» Российского университета транспорта (МИИТ).
48. ПЕРЕВОЩИКОВ ДЕНИС ВЛАДИМИРОВИЧ аспирант кафедры физики и методики обучения физике Вятского государственного университета (Киров).
49. ПЕРМИНОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ студент Глазовского государственного педагогического института.
50. ПЕТРОВА СВЕТЛАНА ФЕДОРОВНА кандидат физико–математических наук, преподаватель физики, педагог дополнительного образования Санкт–Петербургского кадетского военного корпуса МО РФ.
51. ПУШКАРЕВА НАДЕЖДА БОРИСОВНА кандидат физико–математических наук, доцент; доцент кафедры физики Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (Екатеринбург).
52. РЕВИНСКАЯ ОЛЬГА ГЕННАДЬЕВНА кандидат педагогических наук, доцент, профессор РАЕ; 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.
54. САЛТЫКОВ ИЛЬЯ ВАСИЛЬЕВИЧ учитель физики школы № 4 г.Глазова.
55. СЕМЕНОВ ДМИТРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ учащийся Лицея № 130, г. Екатеринбург.
56. СЕРГЕЕВА ОЛЬГА ВЛАДИМИРОВНА кандидат физико–математических наук, доцент; доцент кафедры общей физики Петрозаводского государственного университета.
57. СИДОРЕНКО ФЕЛИКС АРОНОВИЧ доктор физико–математических наук, профессор; профессор кафедры физики Института фундаментального образования Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (Екатеринбург).
58. СОКОЛОВА ИРИНА ИВАНОВНА кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономическая информатика» Российского университета транспорта (МИИТ).
59. СТАРШОВ МИХАИЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ и.о. доцента физического факультета Саратовский национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского.
60. СТЕПИНА СВЕТЛАНА ПЕТРОВНА кандидат физико–математических наук, доцент; доцент института физических исследований и технологий (ИФИТ) Российского университета дружбы народов (Москва).
61. СТОЯНОВА МАРИЯ ЯКОВЛЕВНА старший преподаватель кафедры общей и экспериментальной физики Национального исследовательского Томского государственного университета.
62. ТАРЧЕВСКИЙ АНДРЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ преподаватель физики школы № 179 г. Москва.
63. ТЕЛЕВИНОВА ЛИАНА ВАСИЛЬЕВНА инженер кафедры общей и прикладной физики Белгородского государственного национального исследовательского университета.
64. ТЕРЛЕЦКИЙ АЛЕКСАНДР ЯКОВЛЕВИЧ кандидат физико–математических наук, доцент; доцент института физических исследований и технологий (ИФИТ) Российского университета дружбы народов (Москва).
65. ТРУШИЦЫН СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ студент ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет» Рязанский институт (филиал).
66. УВАРОВА МАРИНА ПАВЛОВНА кандидат педагогических наук, доцент кафедры педагогики и методики дошкольного и начального образования Вятского государственного университета (Киров).
67. ШТАЦКАЯ НАТАЛЬЯ СЕРГЕЕВНА учитель физики Тираспольской гуманитарно–математической гимназии (Молдова).
68. ЩИГОРЕВ ВЛАДИМИР ЮРЬЕВИЧ магистрант Российского государственного аграрного университета — МСХА имени К. А. Тимирязева.
69. ЯВОРУК ОЛЕГ АНАТОЛЬЕВИЧ доктор педагогических наук, доцент; профессор Югорского государственного университета (Ханты–Мансийск).

ABSTRACTS

GENERAL PROBLEMS

Dammer M.D., Bochkareva O.N. Realization of productive training in methodical preparation of the future physics teacher. The article deals with the possibilities of productive learning technology in the professional training of the future teacher of physics. Various types of educational products and methods of students' activity management on their development are described. *Keywords:* productive training, methodical preparation, educational product.

THE THEORY AND PRACTICE OF EDUCATIONAL PHYSICS EXPERIMENT

Alekhtina T.N., Televinova L.V. About work with electrometers. The possible form of the organization of independent work of students on development of demonstration electrometers of different producers is presented. *Keywords:* training of students, demonstration experiment, electrometer, sensitivity, visibility, demonstration on electrostatics.

Bochkareva N.A. Teaching Physics in the Natural Science Campaign. The article describes the possibility of using the educational environment in summer camp for the introduction of design and research students' activities of the seventh pre-profile physical and mathematical class. Organization of extracurricular activities in physics with the involvement of resources of the educational environment outside the school significantly increases cognitive interest and gives significant educational results (subject, metasubject, personal). *Keywords:* project activities, research activities, physics, extracurricular activities, camp, cognitive interest.

Varaksina E. I., Mkhitaryan M. A. A pedagogical experiment: breathing underwater at a school lesson devoted to hydrostatic pressure. A pedagogical experiment is considered. The experiment checks efficiency of a project devoted to development of a demonstration experiment showing impossibility of breathing under water through a tube. *Keywords:* educational project, hydrostatic pressure, breathing underwater.

Vasina V. A., Pautkina A. V., Sokolova I. I. Laboratory workshop on physics. Methodical bases of the organization of performance of laboratory works are described, features of experience of RUT (MIIT) on the example of the organization of laboratory of innovative technologies are given *Keywords:* theoretical and methodological knowledge, laboratory practical work, form of the report, test control

Gilmanova E. N., Veretennikova E. A. Electromagnetic waves and their properties at a school lesson. A physics lesson devoted to studying properties of electromagnetic waves is described. Results of an educational and research project are used at this lesson. A student assembles the devices and prepares a series of demonstration experiments within this project. *Keywords:* physics lesson, electromagnetic wave, properties of waves, demonstration experiment.

Gulyaev I.M. Introduction of a technology of project activity devoted to preparation of demonstration experiments in the primary school. The experience of the organization of students' project activity is discussed. The projects is associated with the preparation of demonstration experiments to study physics in the 7th class. *Keywords:* project activity, physics lesson, didactic resource, pedagogical experiment.

Ermakova T. I. Realization of laboratory capacity in the preparation of physics of teachers. Discusses the University laboratory workshop to develop skills in relevant research and methodical preparation of teachers of physics. *Keywords:* physical workshop, research skills, laboratory work, continuity of learning.

Ziyatdinov Sh. G. Estimation problems in system of ecological education in high-school physics course. We analyze possibilities of using estimation problems for forming ecological knowledge in high-school physics course. *Keywords:* estimation problems, ecological education, ecology-oriented problems.

Ivanishko A. S., Novitsky S. V. Recommendations for solving experimental problems in physics. The report contains recommendations for solving experimental problems in prepa-

process the resulting photographs with the help of a computer. *Keywords:* Newton's rings, smartphone, laptop, wavelength of light, laboratory work.

Ofitsin S. I., Shchigorev V. Yu., Trushitsyn S. A. Research educational project on the application of renewable alternative energy sources. The article presents an example of a method for implementing an educational project on the use of alternative renewable energy sources. *Keywords:* non-traditional renewable energy sources, educational project, experimental module, students' competencies.

Semenov D. A., Sidorenko F. A. Rotating pendulum with a suspension of a changeable length. Pendulum rotating in vertical plane was investigated. The length of suspension was change by weight and winding on horizontal rode. *Keywords:* rotating pendulum.

Shtatskaya N. S. Highly nonlinear oscillations of a linear pendulum. This article shows that the linear spring pendulum can perform nonlinear oscillations. At the same time, and the amplitude of the oscillations is essentially independent of the initial displacement and the initial velocity of the sinker. *Keywords:* linear pendulum, non-linear oscillation, the oscillation period, deviation of the ball.

COMPUTER IN THE EDUCATIONAL PHYSICAL EXPERIMENT

Bogatina A. S., Bogatina V. N., Kovrigina S. A. Video recordings of lecture experiments — methodical finding or forced necessity. Replacing real-life lecture experiments with video recordings can be caused both by the complexity of the experiment, and by giving students the opportunity to consider the details of the experiment well. *Keywords:* physical lecture experiments, display problems, repeated scans, experiment details.

Varaksina E. I., Klyukin D. A. The study of charging and discharging of the capacitor within the interdisciplinary project activity. The contents of an educational physics project are considered. To perform the project, a student uses the mathematics and computer science knowledge and skills. *Keywords:* educational project, digital educational resource, capacitor charging and discharging.

Durkin N. V. The smartphone in the physical experiment as a method of enhancing students' cognitive activity. Several techniques are proposed for using a smartphone in physics lessons as an enhancement of students' cognitive activity in conducting a demonstration experiment and analyzing its measurement results. *Keywords:* smartphone, sensor, program, demonstration experiment, experience.

Zasedatel V. S., Stoyanova M. Ya. Application of 3D printing methods for laboratory and demonstration experiments. The report is devoted to the use of modern prototyping technologies to improve demonstration and laboratory experiments. *Keywords:* 3D printing, educational physics experiment.

Ivanov Yu. V., Korepanov A. R. The laboratory work on the analysis of CMS detector data of the Large Hadron Collider. A brief description of the laboratory work on the analysis of experimental data obtained during the operation of the Large Hadron Collider is presented. *Keywords:* particle physics, laboratory workshop in physics.

Kargapolov A. N. Three-dimensional computer model of an astronomical phenomenon as the individual project of the student on astronomy. The development of the individual project of students of astronomy focused on application of the software allowing to model astronomical events in three-dimensional virtual space is offered. *Keywords:* computer model, astronomy, virtual experiment, project assessment.

Markov S. V., Marin A. N. Application of Arduino UNO microcontroller Board in laboratory workshop on physics of secondary school. The paper deals with the use of microcontroller Board Arduino UNO in the educational process in physics of secondary school. The experience of practical application of Arduino UNO Board in laboratory workshop is presented. *Keywords:* student project, Arduino UNO microcontroller Board, electrical circuit, educational process, full-scale computer experiment, programming.

Revinskaya O. G., Kravchenko N. S. Studying of real gases in a laboratory practicum on the general physics. Analyzed the reasons for the lack of natural laboratory works on the study of real gases in the course of general physics. Justified the principles and objectives of the development of computer laboratory work, allowing students to study the behavior of Van der Waals gas in a wide range of temperatures and pressures. *Keywords:* real gases, ideal gases, Van der Waals gas, heat capacity of gas, computer laboratory work, teaching methods.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

1. Даммер М. Д., Бочкарева О. Н. Реализация продуктивного обучения в методической подготовке будущего учителя физики 3

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА УЧЕБНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

2. Алехина Т. Н., Телевинова Л. В. О работе с электрометрами 5
3. Бочкарева Н. А. Обучение физике в условиях естественнонаучной смены загородного лагеря 6
4. Вараксина Е. И., Мхитарян М. А. Педагогический эксперимент: дыхание под водой на школьном уроке по гидростатическому давлению 8
5. Васина В. А., Пауткина А. В., Соколова И. И. Лабораторный практикум по физике 10
6. Гильманова Е. Н., Веретенникова Е. А. Электромагнитные волны и их свойства на школьном уроке 12
7. Гуляев И. М. Внедрение технологии организации проектной деятельности по подготовке демонстрационных опытов в основной школе 15
8. Ермакова Т. И. Реализация возможностей физического практикума в подготовке учителя физики 18
9. Зиятдинов Ш. Г. Оценочные задачи в системе экологического образования учащихся при изучении физики 19
10. Иванишко А. С., Новицкий С. В. Рекомендации при решении экспериментальных задач по физике 21
11. Майер Р. В. Оценка сложности объяснения задач, посвященных физическим экспериментам 24
12. Никитина Т. В. Методика изучения принципа работы логических элементов 26
13. Петрова С. Ф. Роль физических учебных исследований в достижении личностных, предметных и метапредметных результатов 28
14. Перевошиков Д. В. Актуальные вопросы межпредметных связей физики и астрономии 30
15. Пушкарева Н. Б., Кошелев Б. М. Возникновение и развитие звукозаписи на базе достижений физики 19–20 веков 32
16. Уварова М. П. Экспериментирование в детском саду и на уроке физики: чему стоит учиться у воспитателей? 33
17. Яворук О. А. Метод Монте–Карло в некомпьютерной реализации 35

НОВЫЕ УЧЕБНЫЕ ОПЫТЫ ПО ФИЗИКЕ

18. Бобылев Ю. В., Грибков А. И., Романов Р. В. Демонстрация твист–эффекта в жидких кристаллах на примере ЖК ячейки 37
19. Бутко Н. Б., Степина С. П., Терлецкий А. Я. Лабораторная работа «Изучение дифракции Френеля с помощью зонных пластинок» 39
20. Герасимов С. А. Экспериментально об униполярной индукции 41
21. Герасимов С. А., Ковалев В. В. Парусный эффект в электродинамике, или как плыть, дуя в парус своей же лодки 43
22. Золота Ю. Д., Старшов М. А. Повторение забытого опыта 45
23. Золотарева С. М., Тарчевский А. Е. Методы охлаждения еды и напитков 47
24. Казакова Е. Л., Сергеева О. В. Постановка лабораторной работы по изучению изменения энтропии идеального газа в изотермическом процессе 48

25. Карпушев А. В. Разработка заданий для экспериментального тура студенческой олимпиады по теории и методике обучения физике.....	50
26. Кирип И. Г. Лабораторная работа «Изучение инвертора».....	52
27. Кирип И. Г. Лабораторная работа «Изучение самофокусировки».....	53
28. Костылев И. Г. Измерение скорости пули баллистическим методом, как тема самостоятельной исследовательской работы учащихся средней школы.....	55
29. Коханов К. А. Демонстрационный эксперимент при решении физических задач повышенной сложности.....	57
30. Лебедева О. В., Боженкина М. Г. Исследование движения шарика в «мертвой петле».....	59
31. Майер В. В., Мерзлякова М. А. Дисперсионная кривая призмы монохроматора.....	61
32. Майер В. В., Перминов А. А. Ноутбук и смартфон в учебном исследовании колец Ньютона.....	63
33. Официп С. И., Щигорев В. Ю., Трущицып С. А. Исследовательский образовательный проект по применению возобновляемых нетрадиционных источников энергии.....	65
34. Семенов Д. А., Сидоренко Ф. А. Ротационный маятник на нити изменяющейся длины.....	68
35. Штацкая Н. С. Сильно нелинейные колебания линейного осциллятора.....	69
КОМПЬЮТЕР В УЧЕБНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ	
36. Богатин А. С., Богатина В. Н., Ковригина С. А. Видеозаписи физических экспериментов: методическая находка или вынужденная необходимость.....	71
37. Вараксина Е. И., Клокин Д. А. Изучение зарядки и разрядки конденсатора в проектной деятельности межпредметного характера.....	72
38. Дуркин Н. В. Смартфон в физическом эксперименте как прием активизации познавательной деятельности учащихся.....	74
39. Заседатель В. С., Стоянова М. Я. Применение методов 3D-печати в лабораторном и демонстрационном эксперименте.....	78
40. Иванов Ю. В., Корепанов А. Р. Лабораторная работа по анализу данных детектора CMS Большого адронного коллайдера.....	80
41. Каргаполов А. Н. Трехмерная компьютерная модель астрономического явления как индивидуальный проект обучающегося по астрономии.....	83
42. Марков С. В., Марьин А. Н. Применение микроконтроллерной платы Arduino UNO в лабораторном практикуме по физике общеобразовательной школы ..	86
43. Ревинская О. Г., Кравченко Н. С. Изучение реальных газов в лабораторном практикуме по общей физике.....	89
★ ★ ★	
44. Авторы сборника.....	92
45. ABSTRACTS.....	95