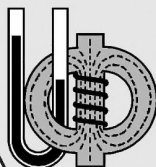


ISSN 2307-5457

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ

*Primum
inter pares*



**УЧЕБНАЯ
ФИЗИКА**

Материалы XXVIII Всероссийской
научно-практической конференции

Июль - сентябрь 2023 №3

„Учебный физический эксперимент:
Актуальные проблемы. Современные
решения“

Издаётся с января 1997 года

СОДЕРЖАНИЕ

Хроника

- Т. Н. Шамало ТАЛАНТЛИВЫЙ ЧЕЛОВЕК ВО ВСЕМ ТАЛАНТЛИВ!
А. П. Усольцев К юбилею Зуева Петра Владимировича 3

Основная школа

- М. Д. Даммер САМОДЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРИ
А. А. Сибгатуллин ИЗУЧЕНИИ СТАТИКИ НА УРОКАХ ФИЗИКИ.....6
П. А. Демин
П. В. Горбунов

Старшая школа

- В. В. Майер МАЯТНИК ДУБОШИНСКОГО СВОИМИ РУКАМИ 18
И. А. Васильев
И. В. Самарин

М. А. Фаддеев МАГНИТНЫЙ МОМЕНТ — УНИВЕРСАЛЬНАЯ
ФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАГНИТНЫХ
ПОЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОКОВ
И ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ 26

Высшая школа

- В. В. Майер ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ
Е. И. Вараксина ИСТОЧНИКА ПОСТОЯННОГО ТОКА 39

Исследования

- А. Е. Тарчевский ОРГАНИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА
В СОВРЕМЕННОЙ ОСНОВНОЙ И СТАРШЕЙ ШКОЛЕ .. 51

АВТОРЫ ЖУРНАЛА 63

ABSTRACTS 64

Редакция журнала:

В. В. Майер (главный редактор), Р. В. Акатов, Е. И. Вараксина, Л. С. Кропачева

Редакционный совет:

И. В. Гребенев д.п.н., профессор, Нижний Новгород
М. Д. Даммер д.п.н., профессор, Челябинск
П. В. Зуев д.п.н., профессор, Екатеринбург
Ю. А. Сауров д.п.н., профессор, член-корр. РАО, Киров

Оргкомитет конференции:

Н. Я. Молотков д.п.н., профессор, Тамбов
Г. Г. Никифоров к.п.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
А. Ю. Пентин к.ф.-м.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
Ф. А. Сидоренко д.ф.-м.н., профессор, Екатеринбург
Я. А. Чиговская-Назарова к.филол.н., доцент, ректор ГГПИ, Глазов
Т. Н. Шамало д.п.н., профессор, Екатеринбург

Перечень ВАК: Журнал «Учебная физика» включен Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Минобрнауки России в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Адрес редакции, издателя и типографии: 427621, Удмуртия, Глазов, Первомайская, 25, Пединститут, Телефон: (341 41) 5–32–29.
E-mail: kropa@bk.ru

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Глазовский государственный инженерно-педагогический университет имени В. Г. Короленко»

Журнал «Учебная физика» зарегистрирован Комитетом Российской Федерации по печати 4 февраля 1997 года, регистрационный № 015686, перерегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 2 мая 2017 года, ПИ № ФС77–69506.

Подписной индекс: 79876.

Использование и перепечатка материалов допускаются только по договоренности с редакцией журнала.

Сдано в набор 01.08.23. Подписано в печать 20.09.23.

Дата выхода в свет: 22.09.23.

Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 4,0.

Заказ 159. Тираж 200 экз. Цена свободная.

Первая страница обложки: Демонстрационный эксперимент для изучения источника тока (Майер В. В., Вараксина Е. И. Экспериментальное изучение источника постоянного тока // Учебная физика. — 2023. — № 3. — С. 39–50).

УДК 372.853

А. Е. Тарчевский

ОРГАНИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА В СОВРЕМЕННОЙ ОСНОВНОЙ И СТАРШЕЙ ШКОЛЕ

Изложены основные принципы, которыми руководствуется автор при организации и проведении в средней школе современного и оригинального физического практикума.

Ключевые слова: современная школа, физический практикум, организация, основные принципы.

Для средних учебных заведений разработаны и применяются при обучении физике разные по содержанию и методике лабораторные практикумы [1–4]. В этой статье представлены ключевые физические, методические и педагогические идеи созданного нами и непрерывно совершенствуемого в течение многих лет школьного физического практикума [5].



Рис. 1. Школьный физический практикум Андрея Евгеньевича Тарчевского

1. Важные условия успешности физического практикума

1.1. Обсуждение результатов работы. Мы предлагаем *сдавать* не всю работу целиком, а ее части по мере их выполнения. Во всех пособиях то, что должен проверить учитель (а ученик — выполнить и представить для проверки), выделено курсивом. Рекомендуется выполнить пункт работы, и, если учитель свободен, сразу сдать его, затем приступить к следующим пунктам. Ведь если проверки долго не было, и при этом допущена ошибка, придется многое переделывать.

Ошибки и затруднения должны обнаруживаться своевременно, это существенно ускоряет исследование и позволяет школьникам учиться эффективно. Не всегда такой уровень контроля комфортен ленивым учащимся, но мы принципиально относимся к детским отчетам как научный руководитель должен относиться к работе начинающего техника.

Защита лабораторной работы, подтверждение преподавателем ее успешного¹ выполнения — это действие, которое обязательно должно быть сделано. Причем не заочно, а в беседе с юными исследователями. И если обнаружены существенные недочеты (а так обычно и случается) — необходимо их исправление. Завершенные работы очень важно, это как хирургическая операция, которую нельзя немного поделывать и бросить. При нехватке времени можно упрощать задания, выполнить некоторую логически завершённую часть исследований, но работу нельзя просто бросить, а запутавшегося ребенка отпустить. «Провалившиеся» исследования делают учащихся несчастными.

Если мы беремся провести детей через самостоятельное выполнение учебного эксперимента, давайте делать это весьма добросовестно.

1.2. Получение результатов. Мы стремимся, чтобы школьник получил красивый научный результат. В каждой работе что-то исследуется и обязательно должно получиться что-то интересное. Отчет о работе — это маленький, но настоящий научный отчет, который должен быть аккуратным, достаточно подробным и понятным читателю. Некоторые ребята вместо получения и описания результата будут пытаться много говорить, делать умный

¹Успех — достижение поставленной цели. Предполагается, что каждый разумный школьник заинтересован в получении «учебно-научного» результата, если же ему интересна только отметка — вы его потеряли и практикум уже не для него. Кроме того, в большинстве предложенных работ результат не является очевидным, а исследователей ждут приятные сюрпризы. Учащийся должен уйти с победой (т.е. он намеревался сделать что-то и сделал это).

вид, делать что-то еще. Никогда не принимайте халтуру, и они научатся получать ценные и обоснованные результаты. Обязательно отправляйте работы с ошибками на доработку.

В помощь учителю — правила оформления отчета, пособия по построению графиков, способам оценки погрешностей и другие, приведенные в этом сборнике. Все они были составлены на основе большого опыта работы, чтобы справиться с типичными проблемами, которые имели место на практикуме.

1.3. Нарушение постепенности. Вместо того чтобы прочитать пункт № 1 методички, сделать именно то, что там написано, добиться получения нужных результатов, показать их учителю и приступить к следующему пункту, ученик часто пытается начать выполнение работы с пункта № 5 и, разумеется, немедленно запутывается. При создании каждого пособия большое внимание уделялось плавному нарастанию сложности, разбиению большой трудной задачи на несколько легких, выполняемых последовательно. Нарушение постепенности приводит учащегося в замешательство. Проходит два часа, а школьник так и не сделал пункт № 1. Большинство детей очень плохо умеют понимать и выполнять инструкции. Требуйте выполнять работу последовательно, ничего не пропуская. Интересуйтесь каждый раз, какой пункт методички выполнил учащийся и где записаны ответы на поставленные там вопросы. Не разрешайте делать ничего другого! Не принимайте и не обсуждайте второй пункт работы, если не выполнен первый.

Обычно ответ на вопрос, интересующий ученика, находится прямо в пособии, лежащем перед ним. Помогите ему увидеть это.

1.4. Расчеты в отчете. Каждый учитель знает, как трудно заставить современного школьника записывать аккуратно расчеты на бумаге. Дети упорно предпочитают ничего не писать, сразу подставлять значения в калькулятор и записывать ответ. Это часто приводит к ошибкам, невозможности проверить отчет и в результате к большим потерям времени. Мы требуем записи формул и расчетов в отчете (если рассчитывается столбец таблицы, необходима запись расчета только для одного значения), а также подробной записи расчета погрешностей, которая покажет, какие абсолютные погрешности данных были взяты и какой вклад они внесли в погрешность результата.

1.5. Индивидуальный подход. Если возможно, спрашивайте у ребят, что им интересно. Старайтесь подобрать из множества работ то, что будет понятно, посильно и интересно в данный момент конкретному школьнику. Пусть нарастание трудности будет

плавным, пусть новичок получит более динамичную и интересную задачу. Пусть бывалый проверенный человек иногда делает и «нудные» задания, ибо, увы, не все работы развлекательны.

1.6. Порядок и беспорядок. Используется много разных приборов, деталей, описаний, и все это должно быть в идеальном порядке. Каждая мелочь, которую сломали, потеряли, оставили на столе, бросили не в тот ящик, может вызвать серьезную проблему при выполнении работы следующей группой, а это надолго «загрузит» учителя в самый неподходящий момент. Я часто наблюдаю детей, которые привыкли дома сваливать наведение порядка на родителей, они же не прочь заставить позаниматься этим и учителя. С первого же занятия жестко требуйте наведения идеального порядка после завершения работы. Приучайте ребят класть все на правильное место.

2. Проблемы организации практикума для целого класса

Один учитель может нормально работать на практикуме одновременно с 5–7 учащимися. Двое (или учитель и опытный помощник) качественно «обслужат» до 12–14 человек. Эта цифра может быть чуть больше, если все дети делают одинаковые несложные работы, и меньше, когда делается что-то совсем новое, не описанное в пособии. При выполнении любых работ почти каждому ученику потребуется помощь в решении его индивидуальных проблем, даже когда имеется хорошо отлаженное описание работы.

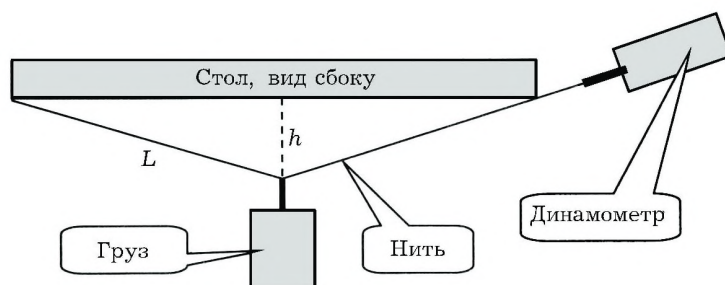


Рис. 2. Функциональная схема установки для определения массы легкого тела

Когда группа из 12–14 человек выполняет одинаковую работу на 6–7 установках и имеются отлаженные методички, ее может контролировать и один преподаватель, но он будет сильно загружен, а часть ребят, возможно, не получит своевременного вни-

мания и помощи, кто-то запутается, кто-то не успеет, у кого-то что-то не будет правильно работать.

А вот организация нормально работающего практикума предложенного уровня сложности в рамках обычного урока одним учителем в классе с 25 учениками — дело, увы, почти безнадежное. Подготовить оборудование трудно, выполнить несложное исследование можно, а вот обсудить с каждым школьником индивидуально результаты его работы — не получится. Такие работы могут быть все же полезны для простых коротких исследований¹ без сложных расчетов и без индивидуального контроля результатов, например, каждая четверка исследователей докладывает свой результат классу. Пока у детей есть азарт — сработает.

2.1. Деление класса на группы. Хороший вариант — деление класса из 24–28 человек на две группы (как, например, школьников делят для проведения уроков информатики или иностранного языка) и выполнение несложных работ за одну учебную пару (два академических часа). В нашей практике бывает, когда уроки в классе (хотя бы одну учебную пару в неделю) ведет сразу два преподавателя (и имеется два кабинета), также иногда преподаватель ведет урок у половины класса, в то время как другая половина идет на урок английского или информатики, подгруппы чередуются.

2.2. Практикум в форме кружка. Если практикум является просто кружком, дети будут приходить на занятия в больших количествах регулярно в начале учебного года, затем от случая к случаю, а с наступлением весны многие совершенно перестанут посещать «необязательные» занятия. Учителю придется приглашать новых и новых учащихся и тратить существенное время и усилия на то, чтобы новичок обрел начальные элементарные навыки, и тут он обычно исчезает... Конечно, есть и стабильно с интересом работающие ребята, но, как бы прекрасно ни было все организовано, совсем необязательный практикум гораздо менее эффективен, чем «немного обязательный». Кружок очень удобен для доделывания и защиты работ, которые школьники не успели выполнить во время уроков.

¹Например, делим семиклассников на четверки, даем каждой группе несколько одинаковых книжек, нитку и динамометр, объясняем методику и просим самостоятельно исследовать, как зависит сила трения от силы реакции (веса груза) — надо построить график, а как — от вида поверхности (стол, пол, бумага). Распределяем роли в четверках — ответственный за оборудование, за запись результатов, за то, чтобы по команде перейти в соседнюю четверку и доложить им о результатах группы, и ответственный за итоговый доклад. Все при деле. Урока достаточно. Четверки назначаем случайным выбором. Отметок не ставим. Но, заметим, такой подход сработает далеко не для всех исследований, которые хотелось бы выполнить с ребятами.

2.3. Практикум в форме курса по выбору. Если практикум проводится после уроков, то формально он не может считаться обязательным, а отметки не должны ставиться в школьный журнал. Однако, если вы договоритесь с администрацией, родителями и детьми считать лабораторные работы обязательным курсом или же курсом по выбору, где каждый учащийся обязан выполнить, например, три обязательных исследования (и любое количество дополнительных) в течение четверти в удобное время (12 работ за год!), это будет весьма успешным, к тому же равномерно распределит учащихся по разным дням и к вам не придет сразу слишком много детей.

2.4. Дополнительное время для завершения и защиты работ. Весьма желательно иметь дополнительное время — учебную пару (а лучше — практикум для желающих в рамках дообразования) после уроков, чтобы «медленные» школьники, не доделавшие исследование во время урока, могли прийти и не торопясь завершить и «защитить» работу, желательно, в этот же день.

Еще один вариант — объявление с нужной периодичностью дней, посвященных «сдаче долгов» и выполнению пропущенных работ. Но в этом случае придется предусмотреть возможность отпустить часть детей с урока или же занять их дополнительными исследованиями.

Можно в начале практикума составить график, согласно которому на двухчасовом занятии часть учащихся делает работы, другая — сдает. Но дети, в отличие от студентов, часто пропускают уроки по болезни или, уехав в лагерь и на сборы. Работы они обычно делают вдвоем, а потом забывают дома, и в результате получается неразбериха, с которой трудно справиться, да и времени потребуется вдвое больше, а его всегда не хватает. Также возникнет проблема — чем занять уже сдавших работы школьников, если их нельзя отпустить с урока. Мне этот способ представляется плохо подходящим для школы.

В любом случае, если работа делалась двумя исследователями и не была защищена в этот же день, далее каждый доделывает и сдает свою работу индивидуально, для этого наработанные результаты (таблицы) вовремя копируются. Если не следовать этому правилу, возникнет страшная неразбериха, дети будут сваливать проблемы утери материала на своего напарника, а также пропускать занятия практикума из-за его отсутствия в школе.

3. Как сделать практикум эффективным

3.1. Домашняя подготовка. Учащиеся часто не успеют выполнить и «защитить» свое исследование в течение двух уроков, ис-

править найденные ошибки и обсудить с учителем результаты. Если учитель сможет добиться, чтобы школьники до прихода на урок уже понимали идею работы и были готовы к ее выполнению (подготовлен лабораторный журнал, записано название работы и оборудование, понята идея исследования, выведены, если требуется, нужные формулы, подготовлена таблица, и т.п.), это существенно сэкономит драгоценное время урока. Отмечу, что при этом совсем не надо и даже вредно читать дома методичку до конца. Но, как показывает опыт, организовать добросовестное выполнение домашних заданий совсем непросто.

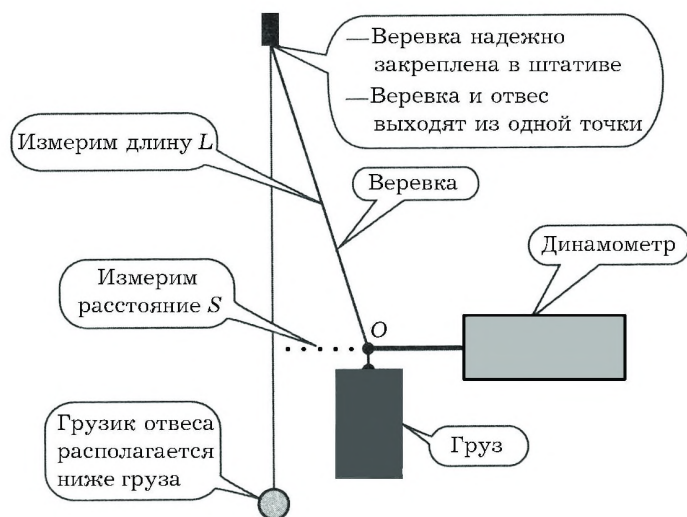


Рис. 3. Функциональная схема установки для определения массы тяжелого тела

3.2. Слишком долгое выполнение работ. Значительную часть работ практикума непросто выполнить, оформить и обсудить с учителем за два-три учебных часа. Часто приходится разрешать детям доделывать задание дома или на следующем занятии. В таком случае есть опасность растянуть выполнение работы навсегда, потому что дети придут на следующее занятие с несделанной работой, забудут ее дома, один из пары исследователей заболит... Требуйте завершения работы в отведенное время. Если кому-то надо уйти, всегда добивайтесь выполнения и подтверждения учителем хотя бы части исследования. В противном случае получатся расстроены, запутавшиеся и несчастные ученики.

Обязательно сделайте таблицу с участниками практикума и предлагаемыми работами, отмечайте завершённые ребятами задания. Это побуждает делать работы быстро. Иногда полезно завести и специальный журнал и каждый раз записывать, кто что делал и с какими результатами, о чем и с кем вы договорились на следующий раз. Это поможет сохранить контроль над процессом и видеть, кто и как работает.

3.3. Практикум — только для заинтересованных людей. Часто оказывается, что получение интересного результата исследование — это идея учителя, в то время как цель ребенка — отделаться от работы с минимальной затратой сил. Вы требуете ясно написанного отчета, а он приносит халтуру. Вы показываете, в чем ошибка, а вам дают следующую халтуру, вы снова показываете, что исправить, а результаты измерений им уже утеряны. Выполнение одной работы растягивается на несколько занятий и впустую расходует ваши силы и энергию. Распознайте вовремя такое поведение и уладьте ситуацию. Если школьник действительно не хочет работать — не допускайте его на практикум. Работайте с теми, кому это нужно.

А если мы организовали обязательный практикум для целого класса? С седьмыми–восьмыми классами это обычно хорошо получается. Но когда на обязательные работы «продвинутого» уровня выполняют старшеклассники, далеко не каждый школьник заинтересован. «Невольники» на практикуме (а это всегда была немалая часть класса) почему-то не превращались в заинтересованных учеников. Преподавателям приходилось выполнять напряженную и тяжелую работу, многократно обсуждая в индивидуальной беседе с каждым школьником его ошибки и проблемы. Работа учителя на практикуме похожа на работу репетитора, вот только она не востребованная и оплаченная, а, наоборот, навязанная и бесплатная, и, естественно, многие дети совершенно не рады тому, что с их ошибками детально разбираются. В худших случаях через год–два мы с удивлением обнаруживали, что колоссальные усилия были затрачены впустую. Учитель и дети имели разные цели. Постарайтесь не попадать в эту ловушку.

Если вы все же вынуждены работать с классом, в котором есть незаинтересованные дети, предусмотрите возможность «быстро сдать» самый упрощенный вариант работы (или выполнить другую совсем простую работу) для них с минимальными затратами вашего и их времени.

3.4. Отметки. Некоторые дети привыкли и хотят работать за отметку, и это может стать для них реальным стимулом. Например, наиболее ленивым иногда уместно разрешить выполне-

ние работы без оценки точности полученного результата, но с максимальной отметкой «хорошо». А если дети приносят сдавать работу, в которой обнаруживается явная халатность, вопиющая небрежность или противоречие здравому смыслу, работа отправляется на доработку, а итоговая отметка снижается. Если так не делать, «слишком доброго» учителя будут использовать как постоянного «проверяльщика» некачественной работы и небрежных расчетов. Наказывайте за это, а не за естественные ошибки при познания устройства мира. Помните — вы получаете то, что вы поощряете.

В ряде случаев уместно ставить зачет, а не отметку при защите работы. В том числе в тех случаях, когда деятельность детей направлена не на познание мира, а на бесконечные попытки улучшения своей отметки с использованием времени и внимания учителя для обслуживания этого бессмысленного процесса.

4. Еще о практикуме

4.1. Навыки работы с оборудованием. Мы — представители последнего советского поколения. Помните, в конце прошлого века приезжающие иностранцы удивлялись: «Как, вы можете сами починить розетку? и телевизор?! и унитаз?! и машину свою сами ремонтируете?!?! А у нас это делают только специалисты узкого профиля...»

Прошли годы, и новое поколение разучилось работать руками. Поэтому придется потратить немало сил и времени на простые и иногда досадные вещи — один ребенок не может герметично подключить шланг датчика давления, другой не понимает, что такое «плотно закрыть пробку», третий не может найти принтер, на котором печатают графики... Примерно четверть восьмиклассников, поступивших в математическую школу, не может ровно провести по линейке прямую линию! (Я был удивлен, но оказалось, никто не учил этих детей прижимать линейку и ровно держать карандаш.) У каждого будут свои трудности, с которыми он может слишком долго и не всегда успешно справляться, а вы, учитель, должны быстро помочь. Долог путь к тому, чтобы разные технические «мелочи» стали подчиняться ученику... Опыт показал, что дети обычно беспомощны в самообеспечении работы необходимыми «мелочами», им необходимо дать хорошо подобранное и заранее отлаженное оборудование, иначе не избежать громадных потерь времени.

Придется учителю готовить и самому проверять оборудование, а затем положить его в отдельную для каждой работы коробку, предусмотрев оснащение всеми мелкими, но необходимыми предметами.

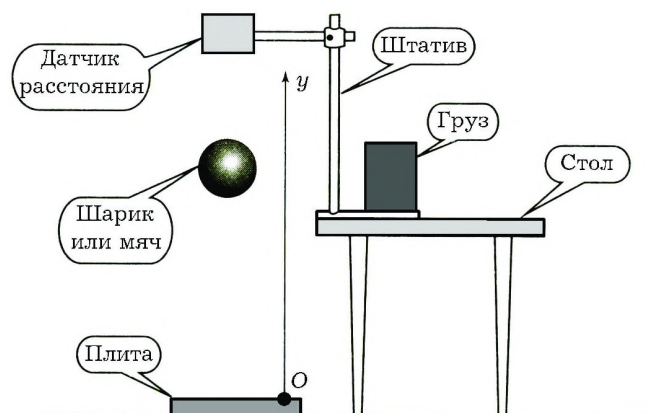


Рис. 4. Функциональная схема установки для изучения свободного падения легкого упругого мяча и его отскоков от горизонтальной поверхности массивного твердого тела

Иногда полезно организовать помощь новичку со стороны более опытных учащихся, уже выполнивших такую работу.

4.2. Применение знаний на практике. Вот, вот она, цель обучения! Вот десятый математический класс решает простую систему из двух уравнений и получает семь различных ответов... Типичная картина? А вот мы даем термометр, чтобы узнать температуру воздуха в закрытой колбе (колба в тепловом равновесии с окружающей средой), и девочка старательно прислоняет градусник к стеклянному боку сосуда... Почему-то решение задачи на метод узловых потенциалов в цепи с двумя батарейками и тремя резисторами занимает у десятиклассника 10 минут, а выполнение этой же лабораторной работы (измерили величины сопротивлений и ЭДС, нарисовали схему, рассчитали, а затем измерили напряжения в цепи, сравнили) с реальной уже спаянной схемой требует целой учебной пары. На практике все получается не так гладко и не так быстро, как хотелось бы. И не с такой скоростью, с которой это делает опытный учитель или инженер.

Сначала я пробовал давать детям большие исследовательские работы без множества подсказок в описаниях. Сформулировать конечную цель, наметить путь к ней. Ребята справлялись плохо, почти бесконечно долго. Пришлось разделить сложные исследования на несколько относительно простых. Пришлось также написать, где, как и какие законы применить. Обобщить успешный

опыт и дать ценные советы. А еще подробно описать те ошибки, которые «любят» делать дети в каждом месте работы. Хотя я часто предлагаю школьникам вывести формулы самостоятельно, все же конечные результаты пришлось написать. И все равно работы не стали легкими, и у каждого школьника будет свой темп, свои трудности и свои победы.

4.3. Подход к оценке точности. Важно научить школьника серьезному отношению к достоверности полученных результатов. Это включает постоянную проверку измеряемых и рассчитываемых данных на соответствие здравому смыслу, побуждение ребят к возможно более точному выполнению измерений и обучение простым методам оценки точности экспериментальных и рассчитываемых данных. Вырабатывается понимание того, зачем это нужно, и из безответственного ребенка, играющего в выполнение опытов, постепенно формируется ответственный и добросовестный научный работник.

Мы ставим задачу научить школьников правильно пользоваться приборами, рассчитывать абсолютные и относительные погрешности исследуемых величин, оценивать относительный вклад каждого измерения в результирующую погрешность. Это займет не очень много времени, а ребята получат важные инструменты — алгоритмы оценки погрешностей, которые будут с легкостью применять многократно. В помощь учащимся написаны разделы «Правила расчета погрешности при сложении, вычитании, умножении и делении приближенных чисел», «Оценка точности результата с помощью графика», «Учет случайных погрешностей», «Точность приборов» и предложена работа «Метод учета значащих цифр (округление результатов приближенных вычислений)».

При этом главное на школьном практикуме — сами эксперименты, а дети — еще не студенты. Поэтому в некоторых исследованиях просто предлагается оценить точность измерений, исходя из здравого смысла и тех знаний, что уже есть у школьников, затем рассчитать погрешность результата, пользуясь простейшими формулами. Мы не пытаемся применять сложные для школьников строгие математические методы расчета погрешностей, но хотим научить их основным простым приемам оценки точности. Задача школьного практикума — выработать осмысленный подход к достоверности полученных результатов, остальному ребята научатся в ВУЗе.

И давайте не забывать, что сам выполненный эксперимент важнее правильной оценки точности. В некоторых лабораторных работах мы учим ребят приемам оценки точности, и это одна из целей лабораторной работы, а в других случаях (там, где это

непринципиально) мы не требуем оценки погрешностей. Кроме того, если оценка точности слишком сложна для слабого ученика, разрешите ему выполнить сами опыты без расчета погрешностей. Всему свое время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анциферов Л.И. Физический практикум. Факультативный курс: пособ. для учителей / под ред. А.А.Покровского. — М.: Просвещение, 1972. — 120 с.
2. Практикум по физике в средней школе: пособ. для учителей / В.А.Буров, Б.С.Зворыкин, С.Ф.Кабанов, А.А.Покровский, И.М.Румянцев, В.П.Яковлев; под ред. А.А.Покровского. — М.: Просвещение, 1973. — 256 с.
3. Дик Ю.И., Кабардин О.Ф. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики. — М.: Просвещение, 1993. — 208 с.
4. Степанов С.В., Смирнов С.Ф. Лабораторный практикум по физике. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. — 112 с. (Профессиональное образование).
5. Тарчевский А.Е. Практикум по физике. Профильный уровень обучения. 7–11 классы. — М.: МЦИМО, 2021. — 408 с.

Школа 179, Москва

Поступила в редакцию 13.04.23.

ABSTRACTS

Shamalo T.N., Usoltsev A.P. A talented person is talented in everything! To the anniversary of Peter Vladimirovich Zuev. The paper is devoted to the anniversary of Professor Peter Vladimirovich Zuev. *Keywords:* Russian physics education, Professor Peter Vladimirovich Zuev, teacher, scientist.

Dammer M.D., Sibagatullin A.A., Demin P.A., Gorbunov P.V. Homemade equipment for the study of statics in physics lessons. A demonstration installation is offered that helps the teacher and students when studying statics. The design of the installation, a set of equipment for experiments, manufacturing technology and parameters of the main elements are described in detail. Examples of practical application of the developed installation for demonstration of numerous static phenomena and experimental substantiation of the results of solving physical problems of various levels are given. *Keywords:* teaching physics, statics, simple mechanisms, homemade equipment.

Mayer V.V., Vasiliev I.A., Samarin I.V. Homemade Duboshinsky's pendulum. The technology of manufacturing by students of the main parts for the assembly of Duboshinsky's magnetic pendulum is proposed. The purpose of optional practical activity of teachers and students is to test the possibility of manufacturing an educational model of this device using standard equipment of the school physics room. *Keywords:* Duboshinsky's pendulum, operating model, physics room, educational equipment.

Faddeev M.A. Magnetic moment — universal physical characteristic of magnetic fields of electric currents and permanent magnets. The paper considers magnetic fields of constant electric currents and permanent magnets. We have shown the universality of the magnetic moment as a characteristic that adequately describes the magnetic fields of circular electric currents and permanent magnets. *Keywords:* magnetic field, magnetic moment, circular electric current, permanent magnet, school physics experiment.

Mayer V.V., Varaksina E.I. Experimental study of a DC source. We propose to perform an experimental study of a DC thermoelectric source and give a simple explanation of the experimental results before considering a galvanic cell in a general physics course. The advantage of this approach is that the elementary theory of a thermoelectric source is quite accessible to students, does not require knowledge of electrochemical processes and is justified by simple and visual demonstration experiments. *Keywords:* thermoelectric source, direct current, electromotive force, Fermi level.

Tarchevsky A.E. Organization of a physical workshop in a modern primary and high school. The main author's principles of the organization and implementation of a modern and original physical workshop in high school are considered. *Keywords:* modern school, physical workshop, organization, basic principles.