

## Опыт проведения курсов «Общие вопросы методики преподавания физико–математических дисциплин» и «Основы преподавания физики в вузе» в дистанционном формате

Т. А. Бушина,\* А. И. Слепков†

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,  
физический факультет, кафедра общей физики  
Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2*

(Поступила в редакцию 27.07.2021; подписана в печать 06.08.2021)

Обсуждается опыт проведения курсов «Общие вопросы методики преподавания физико-математических дисциплин в вузе» для студентов магистратуры и «Основы преподавания физики в вузе» для аспирантов в дистанционном формате на физическом факультете МГУ в осеннем семестре 2020 – 2021 учебного года. В условиях пандемии коронавирусной инфекции данные курсы, как и другие лекционные курсы, читаемые на физическом факультете, пришлось переводить в дистанционный формат. В результате этого, чтобы сохранить интерес к курсам и не утратить обратную связь со слушателями, принципы работы со студентами и аспирантами были подвергнуты переработке. В данной работе обсуждаются новые подходы к работе со студентами и аспирантами, приводятся примеры заданий, которые предлагались для выполнения в дистанционном формате.

PACS: 01.40.-d, 01.40.gb, 01.55.+b

УДК: 531, 372.853, 378.046.2

Ключевые слова: педагогика высшей школы, общая физика, методика преподавания физики

### ВВЕДЕНИЕ

До недавнего времени педагогика высшей школы как самостоятельная дисциплина преподавалась, как правило, в институтах и на факультетах повышения квалификации преподавателей вузов. Что касается Московского Государственного Университета, то именно здесь была подготовлена одна из первых программ для слушателей факультета повышения квалификации (ФПК) и аспирантов по курсу «Основы педагогики и психологии высшей школы» в 1981 году на кафедре педагогики, психологии и методики преподавания. В 1997 году был создан факультет педагогического образования (ФПО), где осуществляется преподавание дисциплин, направленных на овладение методикой преподавания учебного предмета, соответствующего профильной научной специальности. Однако, как отмечалось в [1], уже давно назрела необходимость преподавания подобного рода курсов и для аспирантов вузов.

В настоящее время, в соответствии с новыми государственными образовательными стандартами, в структуру учебных планов для студентов и аспирантов введены дисциплины, посвященные методике преподавания профильного предмета. С 2016 года на физическом факультете МГУ читается курс «Общие вопросы методики преподавания физико-математических дисциплин» для студентов второго курса магистратуры, а также для аспирантов первого года обучения [2, 3]. За прошедшие годы курс развивался, преподаватели, читающие его, искали новые формы работы со студентами и аспирантами.

### 1. СТРУКТУРА КУРСОВ

К настоящему времени сформировалась следующая структура курса для аспирантов (структура курса для студентов магистратуры устроена похожим образом и описана в [2]).

1. Принципы дидактики и основные вопросы методики преподавания курса физики в высшей школе. Здесь рассматриваются основные дидактические принципы в применении к преподаванию физики в вузе, а также обсуждаются вопросы методики: зачем мы учим студента, кого мы учим, чему мы учим, когда мы учим, как мы учим.
2. Нормативно-правовые основы преподавательской деятельности. Здесь рассматриваются федеральные образовательные стандарты, и их особенности (бакалавриат по направлению физика, магистратура по направлению физика), образовательные стандарты МГУ, программы бакалавриата и магистратуры, а также рабочая программа дисциплины.
3. Актуальные вопросы и задачи методики преподавания физики в вузе. Ниже вкратце приводится содержание основных вопросов, рассматриваемых в этой части.
  - а. Понятийный аппарат в физике. Обсуждаются правила формулировок определений физических величин, физических законов. Рассматриваются законы и теоремы в курсе физики.
  - б. Модели в курсе физики. Обсуждаются абстрактные, физические, демонстрационные, математические, компьютерные модели и их применение в курсе физики.

\*E-mail: [bushina@rambler.ru](mailto:bushina@rambler.ru)

†E-mail: [aislepkov@physics.msu.ru](mailto:aislepkov@physics.msu.ru)

- в. Типовые вопросы в курсе физики — какие они бывают, когда целесообразно задавать студентам вопросы того или иного типа.
  - г. Вспомогательные средства: опорные фразы, мнемонические правила, аналогии, подсказки. Обсуждается целесообразность применения преподавателем вспомогательных средств, приводятся многочисленные примеры.
4. Общая физика: структура курса и особенности преподавания. В этом разделе обсуждаются особенности построения курса общей физики, темы лекций и семинарских занятий, их место в курсе, базовые задачи по различным разделам курса. По каждому из разделов курса общей физики («Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электричество и магнетизм», «Оптика») рассматриваются вопросы, связанные с проведением семинарских занятий и лекций.
  5. Задачи в курсе физики. Рассматриваются типы задач, которые, наряду с базовыми, целесообразно рассматривать на занятиях по физике со студентами. Среди них: «качественные» задачи, «оценочные» задачи, задачи на работу с графиками, прямые и обратные задачи, задачи с подвохом (задачи-«капканы»), задачи с историческим содержанием, задачи с техническим содержанием, составление «цепочек» логически связанных между собой задач по конкретному разделу курса физики.
  6. Методические особенности преподавания физики в вузе. В этом разделе обсуждаются вопросы, связанные с формированием педагогического мастерства: приемы работы преподавателя на лекции и семинаре; приемы, способствующие удержанию внимания аудитории, способствующие облегчению понимания учебного материала. Обсуждается стратегия проведения «стандартного» семинара, зачета, экзамена, удачные методические приемы, находки преподавателей на лекциях, семинарах спецкурсах, а также методические ошибки, которые следует избегать. Рассматриваются способы мотивирования студентов, а также формы контроля знаний, различные формы балльно-рейтинговой системы.
  7. Лабораторный и лекционный эксперимент в курсе физики. В этой части курса обсуждается вопрос разработки и организации лекционных демонстраций, а также лабораторного практикума. Нужно отметить, что лекционные демонстрации сопровождают практически каждую лекцию по обсуждаемому курсу «Основы преподавания физики в высшем учебном заведении», они подбираются в соответствии с обсуждаемой темой, «разгружая» лекцию, способствуя повышению зрелищности и, соответственно, повышению

интереса и мотивации студента или аспиранта. Поэтому их обсуждение происходит непрерывно. Лабораторный практикум, будучи неотъемлемой частью любого курса физики, также подробно обсуждается с точки зрения методики преподавания.

8. Из истории преподавания физики в нашей стране. Здесь приводятся наиболее значимые исторические факты, касающиеся истории преподавания физики в России и Советском Союзе, в частности — в Московском Университете.

## 2. ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА В ДИСТАНЦИОННОМ ФОРМАТЕ

В отличие от традиционных лекционных курсов, обсуждаемый курс предполагает значительную обратную связь с аспирантами и студентами. В предыдущие годы, когда курс читался в очном формате, на каждой лекции проводились и обсуждались лекционные демонстрации, организовывались дискуссии, а также обучающимся предлагалось выполнить небольшую письменную работу на обсуждаемую тему [4]. Однако вынужденный переход в дистанционный формат проведения занятий в осеннем семестре 2020 года внес свои коррективы в организацию курса. Авторы данной статьи проводили лекции на платформе Zoom, и они были рассчитаны на аудиторию примерно 100 аспирантов (курс для аспирантов) и 150 студентов (отдельный курс для студентов). При этом лекцию в дистанционном формате регулярно посещало примерно 60 аспирантов и около 100 студентов. Это сравнимо с тем, что было и в предыдущие годы, когда лекции проводились в традиционном, очном формате. В процессе лекции преподаватель по-прежнему задавал вопросы аудитории, и надо отметить, что кто-то обязательно на них отвечал, однако нужно признать, что активность студентов и аспирантов была невысокой по сравнению с тем, какой она была на очных занятиях. На первых же дистанционных занятиях стало ясно, что общение с аудиторией, так необходимое при преподавании данного курса, в значительной степени утрачено. Как и раньше, в конце лекции студентам и аспирантам традиционно предлагалось выполнить домашнее задание и выслать его преподавателю по электронной почте. Но теперь, для того, чтобы не была вовсе утрачена обратная связь с обучающимися, было принято решение предлагать письменных заданий в этом семестре больше, чем обычно. Фактически, изучение курса проходило в процессе постоянной переписки обучающихся и преподавателя. Наряду с традиционными вопросами, которые предлагались для обсуждения в предыдущие годы [4], разрабатывались и новые. Ряд заданий выполнялся в форме небольшого эссе, где студенты и аспиранты высказывали свое мнение по различным вопросам преподавания физико-математических дисциплин в вузе. Другой тип заданий относился к форми-

рованию умения задавать вопросы, составлять задачи, упорядочивать их «от простого к сложному» с целью добиться усвоения того или иного учебного материала. Выполнение таких работ способствует формированию критического отношения к деятельности преподавателя, а также началу выработки своего индивидуального стиля преподавания. Особенно это актуально с учетом того обстоятельства, что многие студенты магистратуры, а тем более — аспиранты, уже вовлечены в преподавательскую деятельность — как на факультете, так и в школах, гимназиях, учебных центрах. Ниже приводятся примеры заданий, которые предлагались аспирантам и студентам в рамках обсуждаемого курса.

### 3. ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ В ФОРМЕ ЭССЕ

Ниже приводятся примеры заданий, которые обучающиеся должны были выполнить письменно в форме небольшого эссе. Эти вопросы соответствовали материалу, обсуждаемому на лекциях и давались сразу же после них. На выполнение задания отводилась одна неделя. Объем работы должен был составить до одной страницы печатного текста.

1. *Принципы дидактики.* Опираясь на свой студенческий опыт, вспомните, какие из рассмотренных на лекции принципов дидактики (научность, доступность, целенаправленность, систематичность и последовательность, наглядность, связь обучения с повседневной жизнью, сознательность и активность, прочность знаний, воспитание и развитие) нарушались в процессе преподавания той или иной дисциплины, и объясните, в чем именно состояло нарушение того или иного принципа. Перечислите конкретные действия, которые, по Вашему мнению, можно было бы предпринять преподавателю, чтобы исправить сложившуюся ситуацию.
2. *Виды учебных занятий, доля знаний.* Оцените в процентах, какую долю знаний по общей физике Вы получали на лекциях, на семинарах, в общем физическом практикуме, в процессе самостоятельной работы? Кажется ли Вам это распределение правильным с точки зрения организации учебного процесса? От какого вида учебных занятий Вы хотели бы получать больше знаний? Что для этого необходимо предпринять преподавателю?
3. *Дополнительная подготовка.* Вспомните и напишите, в каких видах дополнительной подготовки (практики, экскурсии, наблюдения, работа с макетами, образцами оборудования и т.п.), Вы участвовали? Оцените, насколько полезными для студента были эти мероприятия. Какие виды дополнительной подготовки Вы можете предложить для студента физического факультета МГУ?
4. *Балльно-рейтинговая система.* Вспомните и напишите основные принципы устройства балльно-рейтинговых систем, которые использовались преподавателями в процессе Вашего обучения на физическом факультете. Какая из систем показалась Вам более объективной и справедливой? Предложите свою балльно-рейтинговую систему оценивания знаний учащихся.
5. *Способы мотивирования.* Напишите, какие именно способы мотивирования студентов уместны при работе со студентами младших курсов? Старших курсов? Какие способы использовали бы Вы как будущий преподаватель?
6. *Стили преподавания (мягкий и жесткий).* Какой из стилей преподавания Вам ближе? При преподавании каких дисциплин и на каких курсах более уместен тот или иной стиль? Какого стиля Вы будете придерживаться в процессе будущей преподавательской деятельности?
7. *Способы удержания внимания.* Вспомните, какие способы удержания внимания аудитории использовали Ваши преподаватели, когда Вы были студентами. Какие из этих способов показались Вам наиболее эффективными? Какие из них наиболее уместны для работы со студентами младших курсов? Старших курсов? Какие способы будете использовать Вы в будущей преподавательской деятельности?
8. *Методические находки преподавателя.* Вспомните (два-три примера) удачные методические приемы (находки, стиль) Ваших преподавателей на лекциях, семинарах, спецкурсах, которые Вы будете использовать в своей практике.
9. *Методические ошибки преподавателя.* Вспомните (два-три примера) методические ошибки преподавателей (без фамилий), которые Вы, как будущий преподаватель, постараетесь избежать.
10. *Коллективная работа студентов.* Когда студенты коллективно решают какие-либо учебные проблемы, выполняют задания — хорошо это или плохо? Если хорошо, то какой должна быть коллективная работа студентов? Какова роль преподавателя в организации такой работы?
11. *Образование — это услуга?* Как Вы считаете, образование — это сфера услуг, или нечто другое?
12. *Воспитательная функция преподавателя вуза.* Как Вы считаете, выполняет ли преподаватель высшего учебного заведения воспитательную функцию? Каким образом? Приведите пример из своего опыта.

13. «Десять заповедей преподавателя вуза». Какими они должны быть? Сформулируйте свой вариант.

#### 4. ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ НА СОСТАВЛЕНИЕ ВОПРОСОВ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Тот, кто работает преподавателем, хорошо знает: объяснять материал легче, чем затем проводить опрос. Молодой преподаватель, начинающий работать в общем физическом практикуме (а именно в этом заключается педагогическая практика студентов магистратуры и аспирантов), а далее – вести семинарские занятия со студентами или уроки со школьниками, как правило, сталкивается с проблемой: какой вопрос задать? Как устроить опрос на семинаре или на занятии практикума? Как выяснить, усвоен материал предыдущего занятия или нет? Следующие задания давались после соответствующих лекций и были направлены на то, чтобы помочь будущему преподавателю справиться с этими проблемами. Некоторые идеи таких заданий, изложенные в [5], были разработаны ранее в рамках работы семинара для молодых преподавателей, проводимых в течение многих лет на физическом факультете; теперь они существенным образом дополнены. Ниже перечислены типовые вопросы, которые предлагались для обдумывания:

1. Что это такое? (Дайте определение ...).
2. Сформулируйте ...
3. Напишите формулу (уравнение) ...
4. Нарисуйте график ...
5. Приведите пример. . .
6. Изобразите схему опыта ...
7. Как соотносятся. . . .
8. Сколько?..
9. Объясните, почему...
10. Найдите ошибку в утверждении. . . .

Обучающимся предлагалось придумать по несколько вариантов вопросов, относящихся к каждому из рассмотренных типов, из различных разделов общей физики или какого-либо специального курса. Вот примеры.

1. Что это такое? (Дайте определение). Что такое материальная точка? Что такое система отсчета? Что такое закон движения? Что такое уравнение траекторий? Что такое испытание? Что такое достоверное событие? Что такое невозможное событие? Что такое случайное событие? Что такое единственно возможные события? Что такое

равновозможные события? Что такое несовместимые события? Что такое пробный заряд? Что такое напряженность электростатического поля? Что такое силовая линия электростатического поля? Что такое потенциал? Что такое нормировка потенциала? Что такое эквипотенциальные поверхности? Что такое луч света? Что такое абсолютный показатель преломления? Что такое центрированная оптическая система? Что такое главная оптическая ось системы? Что такое параксиальные лучи? Что такое линза? Что такое тонкая линза? Что такое лупа? Что такое оптический центр тонкой линзы? Что такое главная оптическая ось линзы? Что такое побочная оптическая ось линзы? Что такое положительный кристалл?

2. Сформулируйте ... Сформулируйте первый закон Ньютона. Сформулируйте закон всемирного тяготения. Сформулируйте закон Кулона. Сформулируйте теорему Остроградского-Гаусса. Сформулируйте теорему о движении центра масс. Сформулируйте принцип суперпозиции электрических полей. Сформулируйте первое правило Кирхгофа. Сформулируйте правило Ленца. Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля.
3. Напишите формулу (уравнение) ... Напишите формулу сложения скоростей для случая двух движений. Напишите прямые преобразования Лоренца. Напишите обратные преобразования Лоренца. Напишите уравнение Ван-дер-Ваальса для одного моля. Напишите уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Напишите дифференциальную форму теоремы о циркуляции вектора напряженности магнитного поля. Напишите уравнения Максвелла в интегральной форме. Напишите уравнения Максвелла в дифференциальной форме.
4. Нарисуйте график ... (график может быть заранее известен или строиться «на ходу»). Нарисуйте график зависимости координаты от времени для случая равноускоренного движения. Нарисуйте график зависимости сил взаимодействия двух молекул от расстояния между ними. Нарисуйте амплитудную резонансную кривую. Нарисуйте вольт-амперную характеристику вакуумного диода. Нарисуйте распределение потенциала вдоль неоднородного участка электрической цепи постоянного тока (преподаватель рисует участок электрической цепи и ожидает график).
5. Приведите пример. . . Приведите пример массовой силы. Приведите пример закона динамики. Приведите пример замкнутой системы тел. Приведите пример теоремы из раздела «механика». Приведите пример одноатомного газа. Приведите пример диамагнитного вещества. Приведите пример практического использования явления интерференции света.



6. Изобразите схему опыта ... (речь может идти как про «знаменитый» опыт, так и про задачу практикума). Изобразите схему опыта Майкельсона. Изобразите схему опыта Штерна. Изобразите схему опыта Кавендиша. Изобразите схему опыта Юнга. Изобразите схему опыта Милликена. Изобразите схему опыта Резерфорда. Изобразите схему опыта, который Вы собираетесь проводить в процессе выполнения задачи практикума.
7. Как соотносятся... Как соотносятся «система отсчета» и «система координат»? Как соотносятся «закон движения» и «уравнение траектории»? Как соотносятся «переносная сила инерции» и «центробежная сила инерции»? Как соотносятся «свободная ось вращения» и «главная ось вращения»? Как соотносятся «первое начало термодинамики» и «уравнение теплового баланса»? Как соотносятся «закон Кулона» и «принцип суперпозиции»?
8. Сколько? Сколько утверждений в третьем законе Ньютона? Сколько начал термодинамики? Сколько всего решеток Браве? Сколько основных законов электростатики? Сколько законов геометрической оптики? Сколько условий надо выполнить, чтобы волны были когерентными? Сколько всего уравнений Максвелла?
9. Объясните, почему... Объясните, почему свободно падающее тело отклоняется от вертикали в процессе падения. Объясните, почему дифференциальный эффект Джоуля-Томсона меняет знак. Объясните, почему теплоемкость газа зависит от температуры. Объясните, почему ток в рассматриваемой электрической схеме течет в таком направлении. Объясните, почему напряженность электрического поля внутри проводника равна нулю. Объясните, почему интерференционная картина, получаемая при интерференции света в плоскопараллельной пластине, называется «полосы равного наклона».
10. Найдите ошибку в утверждении... Найдите ошибку (или ошибки) в утверждениях: «Абсолютно упругим называется удар, в процессе которого кинетическая энергия соударяющихся тел сохраняется неизменной». «Давление передается в жидкости по всем направлениям одинаково». «Теплоемкость системы – это количество тепла, которое нужно сообщить системе, чтобы изменить ее температуру на 1 К».

## 5. ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ НА СОСТАВЛЕНИЕ ЗАДАЧ

Студенту в процессе обучения на физическом факультете (а также и на многих факультетах техниче-

ских вузов) приходится решать огромное количество задач. Не секрет, что при этом многие студенты сталкиваются с существенными трудностями. Между тем, физические задачи — это удивительный мир, а сама задача — это зачастую не просто упражнение, а захватывающий сюжет. Преподаватель должен помочь студенту, будущему физику-исследователю, научиться и полюбить решать задачи, чтобы затем он умел и ставить их. Однако, при всем многообразии литературы, помогающей разработать семинарское занятие (см., например, [6–9]), начинающему преподавателю непросто бывает сориентироваться и подобрать из предлагаемых задач именно такой набор, чтобы занятие получилось эффективным. Кроме того, при отборе задач и составлении плана занятия необходимо заботиться о поддержании внимания аудитории, способствовать улучшению понимания материала и помнить о необходимости мотивации студентов, ведь решение задач — это нелегкий труд. Именно поэтому аспирантам и студентам в процессе освоения курса предлагались задания на работу с различными типами задач, примеры которых приводятся ниже.

1. Стандартные задачи.
2. «Качественные» задачи.
3. Оценочные задачи.
4. Задачи с историческим содержанием.
5. Задачи с политехническим содержанием.
6. Задачи с подвохом (задачи-«капканы»).
7. «Цепочки» задач.

По каждому типу предлагалось составить по 3 задачи из любого раздела курса общей физики или какого-либо спецкурса, сопровождая их комментариями — чему именно научится студент, решая данную задачу, где обычно делают ошибку в таких задачах и т.п.

1. *Стандартные задачи.* Это — задачи, без которых не обойтись, приступая к изучению той или иной темы. От того, насколько удачно будут выбраны такие задачи, зависит то, какую «базу» получит студент для дальнейшего изучения темы. Множество таких задач представлено в задачаниках [6–12], и аспирантам предлагалось взять их за основу. *Пример (раздел — механика, тема — динамика материальной точки).* Небольшое тело пустили вверх по наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha = 15^\circ$  с горизонтом. Найти коэффициент трения, если время подъема тела оказалось в  $\eta = 2.0$  раза меньше времени спуска. Данная задача позволяет отработать навыки совместного использования законов кинематики и динамики, рассматривая отдельно движение тела вверх и вниз.

2. «Качественные» задачи. Пользу этих задач трудно переоценить. Они позволяют глубже понять суть изучаемого вопроса, ощутить «физику явления». *Пример (раздел — механика, тема — динамика материальной точки [11])*. Доска лежит горизонтально на двух опорах. На середине доски стоит человек. Он внезапно приседает. Что произойдет в первый момент: увеличится или уменьшится прогиб доски? Что произойдет, если человек сидел на корточках и внезапно выпрямился? При решении данной задачи надо проанализировать силы, действующие на доску в обоих случаях со стороны человека, движущегося с ускорением, тогда будет получен правильный ответ, вероятно, для многих неожиданный: прогиб доски уменьшится при приседании и увеличится при выпрямлении человека.
3. *Оценочные задачи*. Эти задачи помогают развить навык получения порядковых оценок физических величин, не прибегая к громоздким вычислениям. *Пример (раздел — молекулярная физика и термодинамика, тема — строение вещества [10])*. Оценить расстояние между ближайшими ионами натрия и хлора в кристалле поваренной соли. Плотность поваренной соли  $2.17 \text{ кг/см}^3$ , кристаллическая решетка — кубическая. Для решения данной задачи необходимо оценить массу одной кубической ячейки кристалла, а для этого — научиться определять, сколько атомов приходится на одну ячейку (в данном случае — «половина» иона натрия и «половина» иона хлора).
4. *Задачи с историческим содержанием*. Эти задачи позволяют вспомнить какой-либо факт из истории физики и обсудить его. Безусловно, это способствует повышению интереса к изучаемому разделу, расширяет кругозор студента, «разгружает» занятие. *Пример (раздел — физика атомного ядра, тема — ядерные реакции [11])*. В 1919 году Э. Резерфорд наблюдал первую искусственную ядерную реакцию:  $^{14}\text{N} + ^4\text{He} \rightarrow ^{17}\text{O} + \text{p}$ . Она идет с поглощением энергии  $1.13 \text{ МэВ}$ . Какую минимальную энергию надо сообщить  $\alpha$ -частице, чтобы при бомбардировке неподвижной мишени из азота эта реакция могла произойти? Данная задача позволяет сделать небольшой исторический экскурс в ядерную физику и показать, что подобная задача может быть решена методами классической механики, доступной студенту-первокурснику.
5. *Задачи с политехническим содержанием*. «Сюжеты» этих задач связаны с работой какого-либо технического устройства и позволяют продемонстрировать приложение физических законов к расчету тех или иных характеристик машин или механизмов. Это позволяет продемонстрировать студенту «выход в практику», и так же, как и в случае задач с историческим содержанием, способствует расширению кругозора студента. *Пример (раздел — механика, тема — гироскопы [12])*. Корабль движется со скоростью  $36 \text{ км/ч}$  по дуге окружности радиуса  $200 \text{ м}$ . Найти момент гироскопических сил, действующих на подшипники со стороны вала с моховиком, которые имеют момент инерции  $4 \cdot 10^3 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$  и делают  $300$  оборотов в минуту. Ось вращения расположена вдоль корабля. Данная задача позволяет обсудить применение гироскопов в технике, усвоит понятие «гироскопические силы» и оценить их величину.
6. *Задачи с подвохом (задачи-«капканы»)*. Это задачи, в которых содержится заранее продуманная возможность сделать ошибку, а затем найти ее. Безусловно, такие задачи имеют большую методическую ценность. Они позволяют глубже разобраться в предмете; бывают очень полезны для объяснения сложных ситуаций и возможных нетривиальных случаев. Это как удачная шутка, способствующая пониманию физики и очень запоминающаяся, к тому же это хороший способ «расшевелить» студентов и вызвать интерес к разделу. Крайне важно правильно выбрать момент для предложения такой задачи. Кроме всего прочего, они учат творчески мыслить. *Пример (раздел — электромагнетизм и магнетизм, тема — явление электромагнитной индукции)*. Рассмотрим первую ситуацию. В горизонтальной плоскости находится металлический стержень, выгнутый в виде буквы «П»; по нему скользит проводящая перемычка, в результате чего получается замкнутый проводящий контур прямоугольной формы, площадь которого изменяется со временем. Вся конструкция находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого направлен вертикально вниз. В образовавшейся цепи возникает индукционный ток. Какая сила выступает в роли сторонней? Где она локализована? Рассмотрим вторую ситуацию. Полосовой магнит вносят в проводящее кольцо северным полюсом. В кольце возникает индукционный ток. Какая сила в этом случае выступает в роли сторонней? Где она локализована? В данном случае первая ситуация обычно не вызывает затруднений, так как студенты еще со школьных времен помнят подобный сюжет. Однако вторая часть вопроса оказывается сложной из-за кажущейся аналогии с первой, а также из-за того, что не все студенты хорошо помнят о свойствах вихревого электрического поля.
7. *«Цепочки» задач*. Так мы условились называть набор задач, объединенных одним сюжетом, упорядоченных от просто к сложному. Цель таких «цепочек» — от задачи к задаче развивать некий физический сюжет, в каждом «звене» вводить

усложнение, в результате чего общая картина рассматриваемого явления становится понятной учащимся. Такие цепочки рекомендовалось составлять, ориентируясь на уровень сложности задач, представленных в [6–12]. *Пример (раздел — механика, тема — закон сохранения импульса, реактивное движение).*

**Задача 1.** На краю покоящейся тележки массы  $M$  стоит человек массы  $m$ . Человек совершает прыжок со скоростью  $V$  относительно тележки. Пренебрегая трением между колесами тележки и горизонтальной поверхностью, на которой она находится, определить скорость тележки после прыжка.

**Задача 2.** На краю покоящейся тележки массы  $M$  стоят два человека массы  $m$  каждый. Люди совершают прыжок со скоростью  $V$  относительно тележки, сначала одновременно, а затем — друг за другом. Пренебрегая трением между колесами тележки и горизонтальной поверхностью, на которой она находится, определить скорость тележки после прыжков в каждом случае. В каком случае скорость тележки оказалась больше?

**Задача 3.** На тележке с песком стоит человек. Масса тележки, человека и песка равна  $M$ . Человек лопатой выбрасывает песок, каждая порция которого имеет массу  $m$ , со скоростью  $V$  относительно тележки. Определить скорость тележки относительно неподвижной системы отсчета после  $n$ -го броска.

**Задача 4.** Пусть человек из предыдущей задачи выбрасывает песок из тележки со скоростью  $\mu$  кг/с. Определить скорость тележки спустя время  $T$  после начала движения.

**Задача 5.** По двум горизонтальным рельсам движутся с постоянной скоростью  $v_0$  без трения (по инерции) две одинаковые тележки массой  $M$  каждая. В момент времени  $t_0 = 0$  на обе тележки сверху непрерывной струйкой начинает сыпаться песок так, что масса сыплющегося песка растёт линейно

по закону  $m = \mu t$ , где  $\mu$  — постоянная величина. В первой тележке есть устройство для непрерывного выброса всего сыпанного на нее песка в направлении, перпендикулярном скорости тележки. Из второй тележки песок не выбрасывается. Как будут зависеть от времени скорости каждой тележки?

Данная цепочка позволяет разобраться в понятиях «реактивное движение», «реактивная сила», «движение тел с переменной массой», следя за поэтапно усложняющимся сюжетом. При решении третьей задачи, после получения ответа в виде суммы ряда, можно предложить перейти от суммирования к интегрированию, тогда решение четвертой задачи становится очевидным. При решении пятой задачи необходимо рассмотреть, как и во всех предыдущих случаях, изменение скорости тележки в результате попадания в нее одной порции песка.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нужно отметить, что в результате проведенной работы обратная связь с аспирантами и студентами была не только сохранена, но даже усилена. Это, безусловно, потребовало значительных усилий от преподавателей, читающих курсы: ведь каждое письмо с выполненным заданием необходимо было не только прочитать, но и дать на него ответ, а в ряде случаев сформулировать дополнительный вопрос или сделать замечание. Эти усилия оказались оправданы: курс прошел успешно, и подавляющее большинство студентов и аспирантов в установленный срок сдали все предложенные задания и получили зачет. В результате выполнения этих заданий у будущего преподавателя сформировался некий начальный набор методического материала, который с течением времени можно пополнять своими находками, вырабатывая индивидуальный стиль. Авторы надеются, что при возвращении курса в очный формат накопленный опыт также будет использован в работе.

- [1] Розов Н.Х. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 20. Педагогическое образование. 2017. № 2, С. 3.
- [2] Боков П.Ю., Якута А.А., Салецкий А.М. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 20. Педагогическое образование. 2017. № 2, С. 72.
- [3] Слепков А.И., Бушина Т.А. // Физическое образование в ВУЗах. 2017. 23. № 4, С. 18.
- [4] Слепков А.И., Бушина Т.А. // Физическое образование в ВУЗах. 2019. 25. № 2, С. 3.
- [5] Николаев В.И., Бушина Т.А. Физика: учимся размышлять. Учебное пособие. — М.: Физический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова. 2015.
- [6] Бушина Т.А., Комарова М.А., Никанорова Е.А., Ру-

саков В.С., Слепков А.И., Чистякова Н.И. Механика. Разработка семинарских занятий. Учебное пособие. М.: Физический факультет МГУ. 2014.

- [7] Миронова Г.А., Брандт Н.Н., Васильева О.Н., Салецкий А.М. Молекулярная физика и термодинамика. Разработка семинарских занятий. Учебное пособие. М.: Физический факультет МГУ. 2015.
- [8] Буханов В.М., Васильева О.Н., Жукарев А.С., Лукашева Е.В., Русаков В.С. Электричество и магнетизм. Разработка семинарских занятий. Учебное пособие. М.: Физический факультет МГУ. 2015.
- [9] Митин И.В., Быков А.В., Салецкий А.М. Оптика. Разработка семинарских занятий. Учебное пособие. М.:

- Физический факультет МГУ. 2015.
- [10] *Бабаджан Е.И., Гервидс В.И., Дубовик В.М., Нерсесов Э.А.* Сборник качественных вопросов и задач по общей физике. Учебное пособие для вузов. М.: Наука. 1990.
- [11] *Стрелков С.П., Сивухин Д.В., Угаров В.А., Яковлев И.А.* Под ред. И.А. Яковлева. Сборник задач по обще-
- му курсу физики. В пяти книгах. Кн. I. Механика. М.: ФИЗМАТЛИТ; «Лань», 2006.
- [12] *Иродов И.Е.* Задачи по общей физике. СПб.: «Лань», 2006.

---

## Experience in teaching courses «General issues of methods of teaching physical and mathematical disciplines» and «Fundamentals of teaching physics at a university» in a remote format

T. A. Bushina<sup>a</sup>, A. I. Slepko<sup>b</sup>

<sup>1</sup>*Department of General Physics and Molecular Electronics, Faculty of Physics,  
Lomonosov Moscow State University  
Moscow 119991, Russia*

*E-mail: <sup>a</sup>bushina@rambler.ru, <sup>b</sup>aislepko@physics.msu.ru*

The experience of teaching the courses "General issues of methods of teaching physics and mathematics in higher education" for master's students and "Fundamentals of teaching physics in higher education" for postgraduate students in a distance format at the Faculty of Physics of Moscow State University in the autumn semester of the academic year 2020–2021 is discussed. In the context of the coronavirus pandemic, these courses, like other lecture courses taught at the Faculty of Physics, had to be transferred to a remote format. As a result, in order to maintain interest in the courses and not lose feedback from the listeners, the principles of working with students and postgraduates were reworked. This paper discusses new approaches to working with students and postgraduates, provides examples of tasks that were offered to be performed in a remote format.

PACS: 01.40.-d, 01.40.gb, 01.55.+b

*Keywords:* higher school pedagogy, general physics, methods of teaching physics

*Received 27 July 2021.*

### Сведения об авторах

1. Бушина Татьяна Андреевна — канд. физ.-мат. наук, ст. преподаватель; e-mail: bushina@rambler.ru.
  2. Слепков Александр Иванович — доктор физ.-мат. наук, профессор, профессор; e-mail: aislepko@gmail.com.
-