А.А. Шаповалов
Л.Е. Андреева

ЗАДАЧНЫЙ ПОДХОД К ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Алтайский государственный педагогический университет»
(ФГБОУ ВО «АлтГПУ»)

А.А. Шаповалов, Л.Е. Андреева

ЗАДАЧНЫЙ ПОДХОД К ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ

Монография

Барнаул
ФГБОУ ВО «АлтГПУ»
2021

УДК 378.016:53+373.5.016:53

ББК 22.3р30+74.262.23

Ш241

Шаповалов, А.А.

Задачный подход к экспериментальной подготовке учителя физики : монография / А.А. Шаповалов, Л.Е. Андреева. – Барнаул : АлтГПУ, 2021. – 208 с. DOI 10.37386/978-5-88210-988-1.

ISBN 978-5-88210-988-1

Рецензенты:

Веряев А.А., доктор педагогических наук, профессор (Алтайский государственный педагогический университет);

Макаров С.В., доктор физико-математических наук, доцент (Алтайский государственный университет)

В монографии рассматриваются вопросы обучения студентов педагогических вузов конструированию экспериментальных задач по физике и решению отдельных уже поставленных задач. Постановка и решение экспериментальных задач по физике ориентированы на использование в экспериментах как несложного учебного и самодельного оборудования, так и современных датчиков физических величин и различных программно-аппаратных комплексов.

Издание предназначено для научных и практических работников в области теории и методики обучения физике. Может быть полезно учителям физики, студентам физико-математических факультетов педагогических вузов и учащимся средних учебных заведений физико-математического профиля, занимающимся проектной и исследовательской деятельностью в физико-технической области.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом АлтГПУ 25.02.2021 г.

Монография подготовлена при финансовой поддержке Министерства просвещения РФ в рамках реализации государственного задания на выполнение прикладной НИР по теме "Методика преподавания физики в общеобразовательной организации с учетом реализации моделей смешанного обучения" (Государственное задание № 073-00037-21-01 от 14.07.2021).

ISBN 978-5-88210-988-1

© Алтайский государственный
педагогический университет, 2021

© Шаповалов А.А., Андреева Л.Е., 2021

Предисловие

Социальный заказ общества определяет для высшей школы задачу подготовки специалиста, умеющего применять знания не только в стереотипных ситуациях, но и в ситуациях, требующих творческого подхода, умеющего самостоятельно пополнять наличный фонд знаний, обладающего научным стилем мышления.

В связи с этим в дидактике успешно решается проблема совершенствования содержания разделов образования, включающих опыт осуществления способов творческой деятельности и эмоционально-чувственный опыт, определяющий применительно к проблеме подготовки в вузах специалистов (бакалавров, магистров) систему их ценностных ориентаций в сфере будущей профессиональной деятельности.

В соответствии с положением о том, что познавательная деятельность субъекта обучения должна быть организована на многоуровневой основе и в соответствии с теорией поэтапного формирования умственных действий, в исследованиях, посвящённых процессу обучения, имеется тенденция к рассмотрению его в единстве с формированием и развитием способностей.

При этом приёмы, средства организации деятельности, методы обучения определяются в соответствии с уровнями сформированности соответствующих структурных образований, стоящих, в свою очередь, в зависимости от элементов содержания образования. Этими элементами являются предметные и методологические знания, предметные, общенаучные, общеучебные умения осуществления способов деятельности в стандартных и нестандартных ситуациях, системы ценностных ориентаций в окружающей жизни, учебной и профессиональной деятельности.

Традиционный процесс обучения строится, как правило, в соответствии с ориентацией на первые два элемента содержания образования: собственно знания и умения применять их в стандартных ситуациях. На недостатки подобной организации

учебного процесса неоднократно указывалось в литературе и давалась установка обращать особое внимание на пути реализации в процессе обучения третьего элемента содержания образования – передачи учащимся опыта творческой деятельности.

В психологической литературе творческие процессы часто рассматриваются как процессы последовательной постановки и решения задач, способствующие формированию стиля мышления человека, метода подхода к познанию объектов и предметов окружающей действительности [57, 76, 102].

Параллельно с исследованиями в психологии разрабатывается теория и практика применения задач в дидактике и частных методиках. Причём здесь всё больше и больше задач рассматривается как эффективное и незаменимое средство формирования интеллектуальных и творческих способностей обучаемых, развития их мышления.

Например, в настоящее время выделены системы познавательных задач по гуманитарным наукам, в частности, проведена детальная разработка задач по истории, разработаны системы задач по физике, химии, а также предметам, изучаемым в высшей школе: философии, русскому и иностранным языкам, педагогике, психологии, ведётся поиск как частных, так и общих стратегий их решения.

При этом характерной особенностью исследований в области теории задач и практики их использования в учебном процессе является не узкопрофессиональный, а широкий подход к пониманию самого термина «задача», превалирование общих методов подхода к задачам над частными методами, поиск направлений переноса способов оперирования с задачами одного вида на задачи другого вида.

В связи с разработкой в психологии и педагогике обобщённых подходов к задаче и изучением методов реализации в процессе обучения третьего элемента содержания образования – опыта творческой деятельности, в дидактике разрабатываются специальные виды задач – познавательные, творческие, мыслительные, проблемные, методологические и другие, выявляются их функции и способы использования в учебном процессе.

Особый интерес с точки зрения организации творческого процесса передачи и усвоения содержания образования представляют методологические задачи, обучение решению которых позволяет самостоятельно и рационально действовать специалистам в условиях отсутствия предметно-специфических знаний, устанавливать недостающие закономерности – методологические знания, открывающие, в частности, возможности планомерного создания способов решения задач, возникающих в данной области.

Кроме того, в дидактике на основе разработки систем задач и применения их в учебном процессе разрабатывается задачный подход к обучению, выделившийся как результат работы по классификации задач, определения их сущностных характеристик, правил и способов постановки и решения на стыке психологии, кибернетики, педагогики и логики [7, 26, 57, 92].

Задачный подход к процессу обучения позволяет организовать его в виде завершённых циклов и, следовательно, рассматривается как синтез существующих дидактических систем [28]. Задачная организация учебного процесса разрабатывается и успешно используется в системе профессиональной подготовки учителя. Педагогические задачи здесь выступают в качестве моделей типичных педагогических ситуаций, возникающих в практике работы учителя, и являются промежуточным звеном между педагогической теорией и педагогической практикой. Задачи-модели предназначаются для профессиональной подготовки учителя и по своей сути являются учебными, поэтому имеют иное функциональное назначение, нежели реальные проблемы и задачи, связанные, в первую очередь, с целенаправленным формированием отдельных педагогических умений и навыков учителя. В конечном же итоге они направлены на выявление психологических механизмов, лежащих в основе процессов выработки и принятия учителем решений, привитие ему умений общепедагогического характера, на становление и развитие педагогического творчества. Кроме того, в дидактике, как и в других областях науки, анализ деятельности и результатов, полученных в процессе решения задач, используется не только как средство обучения или кор-

ректировки имеющегося у школьника или студента опыта, но и как один из традиционных способов диагностики уровня его подготовки, выяснения степени ориентации в области учебной работы. В ряде работ диагностическая и обучающая роль задач совмещается, что позволяет их авторам включать задачи в учебный процесс, не нарушая его логики.

Само понятие «задача» является одним из центральных в психологии и педагогике. В ряде психологических работ задача определяется как ситуация, требующая от субъекта некоторых действий, определяющая эти действия, т. е. ситуация, в которой должен действовать человек, как цель, данная в определённых условиях [7, 48, 65]. При этом Г.А. Балл выделяет такие группы представлений о понятии «задача», как обозначающие цель действия; ситуацию, включающую цель действия и условия её достижения; обозначающие словесную формулировку этой ситуации [6].

Некоторые психологи и дидакты вместо однозначного определения задачи выделяют её сущностные характеристики и элементы.

Так, Д. Пойа указывает, что главными элементами задачи являются предпосылки и заключения [75]. А.В. Брушлинский представляет задачу как особую форму взаимодействия человека и проблемной ситуации [18]. И.Я. Лернер в каждой задаче выделяет условие и вопрос, а также ряд необходимых признаков [54]. Л.М. Фридман рассматривает задачи как знаковые модели проблемных ситуаций [106], а Ю.Н. Кулюткин и считает задачи задачами по управлению деятельностью ученика [48].

Наряду с существенными, выделяются отличительные признаки особого класса учебных задач.

Д.Б. Эльконин учебные задачи рассматриваются в качестве основной структурной единицы деятельности обучаемых [115]. Н.К. Михеева, рассматривая учебные задачи, понимает их как специально созданные или подобранные ситуации, требующие определённой запланированной деятельности, направленной на достижение обучаемым поставленной цели. Цель этой деятельности заключается в получении ответа на вопрос задачи, формировании запланированных умений и ов-

ладении методикой решения задач [67]. Г.Г. Микулина определяет учебные задачи как такие, в процессе решения которых субъект специально осваивает всеобщий способ ориентации в тех или иных конкретно-практических условиях [66].

С точки зрения передаваемой обучаемому информации рассматривает задачи А.Ф. Эсаулов [116].

В психологии уделяется значительное внимание проблеме преобразования информационных процессов по ходу решения задачи. В этом аспекте представлены работы З.И. Калмыковой [39], Л.М. Фридмана [106], Д.Б. Эльконина [115]. Причём главным в задаче психологи считают именно преобразование исходных и привлечённых информационных процессов по мере работы над задачей.

Таким образом, внимание педагогов и психологов, занимающихся педагогическими проблемами высшей школы, обращается на поиск и разработку активных форм и методов совершенствования подготовки школьников и студентов. Эти формы и методы связываются с эффективными способами передачи субъекту обучения опыта творческой деятельности. Анализ работ, посвящённых проблемам творчества, позволяет выделить как одно из направлений этой работы разработку и использование в учебном процессе различных систем специальных задач, задачную организацию самого процесса передачи опыта, накопленного в данной области человеческой деятельности.

При разработке системы учебных задач должны быть учтены некоторые требования. Согласно системному подходу к организации педагогического процесса на задачной основе, в системе учебных задач можно выделить непосредственные информационные элементы и связи между элементами.

Главным объектом усвоения при построении и решении учебных задач должны стать именно инвариантные связи, методы поиска этих связей. Достижение этой цели возможно в том случае, если ориентир в процессе обучения будет сделан на переход от конкретных типов учебных задач и методов их построения и решения к обобщённым типам и методам построения и решения, действующим в пределах всей предметной области (частной методики) или сразу нескольких областей.

Система учебных задач должна носить обучающий характер и предполагать передачу будущему специалисту систематизированного опыта профессиональной, общенаучной и общеучебной деятельности, поэтому она должна являться адекватным отражением содержания образования.

Исходя из социального заказа и общих целей обучения, система учебных задач должна быть направлена на формирование творческого потенциала студента, его определённого ценностного отношения к системе получаемых знаний.

Эта работа должна проводиться в соответствии с теорией поэтапного формирования умственных действий, поэтому при построении системы задач необходимо учесть её ориентировочную основу.

Одним из видов учебных задач, позволяющих оказать существенное позитивное влияние на уровень подготовки студентов, осваивающих направления физико-математического и технического профилей, являются экспериментальные задачи по физике.

Предполагается, что студенты должны не только эпизодически или даже систематически решать подобные задачи, но и овладеть принципами их конструирования.

Глава 1

Задачный подход к организации педагогического процесса в вузе

1.1. Роль задач в профессиональной подготовке учителя

Формирование творческих способностей будущих специалистов на этапе их профессионального обучения в педагогике и психологии, как правило, связывается с задачными структурами.

Например, Н.В. Кузьмина, исходя из позиций формирования творческой личности, главную задачу вузов как профессионально-учебных заведений видит в «подготовке к научно-практической деятельности их выпускников, т. е. вооружение их умением профессионально формулировать, решать производственные задачи и брать на себя ответственность за правильное их решение». При этом она отмечает, что «профессиональное решение производственных задач (в отличие от дилетантского) характеризуется умением опираться на теоретические знания на всех этапах решения. Непрофессиональное решение задачи характеризуется тем, что человек её даже не осознаёт как задачу, действует по интуиции, не умея объяснить, почему он поступает так, а не иначе, чего он хотел бы достичь с помощью того или иного решения» [47, с. 92].

Формирование творческих начал с помощью задач в процессе обучения связано с реализацией ряда локальных целей. Будущая практическая деятельность готовящегося в вузе специалиста связана с множеством постоянно возникающих задач, требующих осознания и решения. В этом плане, решая задачи в условиях обучения, будущий специалист учится по-

степенно переходить от теории к жизни. Если задачи умело подобраны и систематизированы, они позволяют целенаправленно формировать наперёд заданные психические образования, профессионально значимые качества специалиста, те или иные черты стиля его мышления, умения ставить цели, отбирать факты, анализировать информацию и т. д. Творческий характер деятельности при решении задач состоит в том, что субъект не просто запоминает, а изобретает приёмы запоминания; он не просто оценивает, а создаёт критерии своих оценок; он не просто ищет, а вырабатывает программу поиска; он не просто анализирует, обобщает или абстрагирует, а использует приёмы анализа, обобщения или абстрагирования в качестве средств достижения своих познавательных целей.

Решение творческих задач способствует формированию у специалиста продуктивного мышления, определённого З.И. Калмыковой как «такой психический процесс, в результате которого возникает оригинальное, принципиально новое для данного субъекта решение задачи, причём такое, которое не вытекает непосредственно из уже известного, а требует его преобразования, выхода за его пределы» [39, с. 143].

Большая и часто незаменимая роль задач в процессе обучения, в частности, в развитии познавательной самостоятельности и практической активности обучаемого, достаточно хорошо обоснована в психологической и педагогической литературе.

О необходимости шире применять задачи в практике обучения, использовать их в преподавании не только естественно-математических дисциплин, но и в гуманитарных предметах писал М.Н. Скаткин [87, с. 121–122].

Как одну из важных проблем вузовской педагогики Н.В. Кузьмина называла «изучение возможной системы заданий, направленных на общенаучную и профессиональную подготовку будущих специалистов». И, более конкретно, применительно к подготовке учителей, она указывала: «Выявление алгоритмов решения задач учителями с различным уровнем педагогического мастерства позволяет проникнуть в творческую лабораторию не только педагогов, но и учащихся,

поскольку направленная система действий педагога как бы включает в себя направленную систему действий учащихся и, в конечном счёте, формирует её по своему подобию» [47, с. 39].

Микроструктуру обучения составляют пять элементов: 1) цель, 2) содержание информации, 3) средства её передачи, 4) преподаватель, источник информации и посредник между ею и обучаемым, 5) обучаемый.

Задачи, как правило, связываются с третьим элементом – средством передачи информации в специфической форме. Здесь следует заметить, что к форме несколько преобразованной задачи можно достаточно успешно свести многие другие формы организации учебного материала – рассказ, лекцию, практическую работу и т. п. При этом возникает возможность рассматривать учебный процесс как систему учебных ситуаций, основаниями которых выступают последовательно выдвигаемые и решаемые учебно-познавательные задачи, и организовать обучение как деятельность субъектов обучения, направленную на преобразование системы усложняющихся задач.

Но если рассматривать структурные и сущностные характеристики системы задач, их связь с целеполаганием, наполненностью фактологическим материалом и т. д., то в соответствии с дидактически обоснованной системой задач можно ставить не только третий, но и первый, и второй элементы микроструктуры обучения.

Роль задач и их место в процессе обучения при этом за счёт возросшей на них нагрузки существенно изменяется, и возникает возможность говорить о так называемом задачном подходе к учебному процессу. Задачный подход к процессу обучения получил дидактическую интерпретацию в ряде диссертационных исследований и далее попал в число методологических подходов психодидактики к организации педагогического процесса [8, 45].

Использование задач в системе подготовки специалиста может быть обосновано и тем, что суть самого человеческого познания заключается в том, что его можно представить как процесс постановки и решения задач. Наборы различных за-

дач, представляющих собой определённую систему, являются не просто подспорьем в организации обучения, одним из многих средств обучения, а представляют собой самостоятельный материал, без которого система знаний была бы не полной, а практика лишилась бы одной из важных опор.

Важной стороной использования задач в процессе профессиональной подготовки специалиста является то, что в ходе их решения происходит не только приобщение обучаемых к практике и устанавливается связь последней с теорией, но и на основе изучения частных проблем появляется возможность формулировать общие выводы, выявлять общие подходы к решению этих задач.

Для этого, как отмечают Н.Г. Салмина и В.П. Сохина, «в самом начале обучения учащихся необходимо раскрыть понятие задачи, научить их выделять основные части задачи, находить связь между ними. С этой целью предлагаются задачи, различающиеся по характеру формулировки и месту расположения в них вопроса и условия, различным образом сконструированные и, наконец, учащимся предлагаются тексты, которые нужно превратить в задачи, или отдельные вопросы, к которым нужно подобрать условие. Умение выделить в тексте задачи условие и вопрос составляет необходимый исходный уровень и является предварительным умением по отношению к собственно анализу задачи» [84, с. 152].

В этом плане следует отметить роль нестандартно поставленных задач, содержащих в самой своей формулировке барьеры психологического характера. Роль таких задач для развития мышления трудно переоценить. Основная цель использования их в учебном процессе заключается не столько в закреплении знаний, отработке умений и навыков, сколько в формировании черт научного, исследовательского стиля мышления, методов подхода к изучаемым явлениям. Подобные задачи описаны в психологической литературе [38, 61, 112], иногда используются в преподавании физики [41, 75, 76, 77], но ни в общей теории обучения, ни в частных методиках преподавания отдельных учебных дисциплин они ещё не нашли широкого и систематического применения.

Есть настоящая необходимость выделения, описания и применения в реальном учебном процессе задач барьерного характера. Через решение таких задач будущий специалист будет овладевать методом подхода к изучаемым проблемам. Иными словами, назначение таких задач не сводится к получению знаний конкретно-предметного характера, а состоит в формировании подхода к их решению, овладению методом решения задач вообще. А поэтому «если мы хотим сформировать у учащихся навыки в решении какого-либо достаточно широкого класса задач, – отмечает Л.М. Фридман, – то сами эти задачи, их структура и особенности должны стать объектом изучения и усвоения. Более того, можно утверждать, что главными объектами усвоения при этом должны быть не решения отдельных задач и даже не отдельные частные методы их решения (это второстепенные объекты усвоения), а общие схемы деятельности по решению задач, общие методы моделирования задач как главный метод творческого поиска планов решения задач. Решение же отдельных задач должно быть лишь средством для такого обучения» [106, с. 101].

В дидактике широко известна диагностическая роль задач. Учебные задачи с точки зрения возможности выявления уровня профессиональной подготовки специалиста также не составляют исключения. Но, говоря о большой роли задач в формировании культуры мышления, его стиля, не следует забывать и о возможности использования задач для овладения системой знаний, в том числе и овладения понятиями. В частности, задачи могут быть использованы для формирования специальных понятий, таких, например, как понятие «обобщённое знание» [101].

Использование систем задач связано с конкретными формами их организации и воплощения в учебном процессе. Одним из важных принципов, определяющих содержание и методы профессиональной подготовки специалистов, большинством педагогов признаётся их органическая связь со сферой практической деятельности последних. Своеобразным связующим звеном между теорией и практикой является анализ конкретных ситуаций, деловые игры и аналогичные виды педагогиче-

ской деятельности, нашедшие применение в системе профессиональной подготовки специалистов разного профиля.

Говоря о решении задач в профессиональной подготовке, прежде всего, необходимо проанализировать сущность самого понятия «задача», понимаемого часто неоднозначно, выяснить его общенаучное и дидактическое содержание.

1.2. Понятие задачи и виды задач

Говоря о понятии «задача», сразу следует отметить его большую ёмкость, разнообразие сфер приложения и, соответственно, точек рассмотрения. Многие психологи, дидакты и методисты, говоря о задачах вообще, дают описание весьма узкого класса задач (математических, физических и т. д.). Специфика области рассмотрения задачи, естественно, накладывает отпечаток и на её понимание, отражающееся в описаниях отличительных черт задачи, различных определениях. Как отмечает Ю.М. Колягин, имеющее место «обилие локальных определений (или описаний) понятия задачи на первый взгляд кажется весьма разноречивым и выполненном на различных уровнях полноты и общности. Имеющиеся в литературе попытки проанализировать эти характеристики нередко приводят к ненужному противопоставлению (взаимоопровержению) различных точек зрения. Между тем детальный анализ этих исследований показывает, что указанная противоречивость, неполнота или узость имеющихся характеристик понятия задачи являются скорее кажущимися, чем реальными. Дело в том, что каждое из имеющихся в литературе определений (описаний) понятия задачи есть не что иное, как модель этого понятия, выполненная на различных уровнях чёткости, строгости и явности, и тем не менее вполне удовлетворяющая той конкретной цели, которая ставилась тем или иным исследователем» [46, с. 46].

Прежде чем продолжать рассмотрение понятия задачи, следует определиться с позициями относительно терминологии, которая сопряжена с ним и будет использоваться в

дальнейшем. Необходимость этого шага связана ещё и с тем обстоятельством, что, несмотря на обилие работ, связанных с проблемами задачи, множеством аспектов её рассмотрения и различных определений, до сих пор можно встретить немало разнозначных трактовок этого понятия, неопределённостей, а иногда и просто неверного понимания самого термина «задача», её структурных элементов и характеристик. Можно назвать целую группу педагогов, считающих термины «упражнение», «вопрос», «задача», «задание», «проблема» синонимами.

В неявном виде отождествление целой группы понятий, смежных с рассматриваемым, можно встретить в методической литературе, где все они глубоко не анализируются, а берутся как заданные извне и изначально понятные. Так Ю.М. Колягин, рассматривая имеющие место взгляды на задачу, отмечает: «Если термин «задача» понимать достаточно широко (в частности включать в число задач и любое вычислительное упражнение, и любую схему, доказательство которой предстоит установить или изучить, если считать задачей установление тех или иных признаков изучаемого математического понятия и отбор среди них тех, которые характеризуют это понятие), то станет понятным высказывание о том, что... занятие математикой состоит в решении задач» [44, с. 35–36]. Здесь же он указывает и на неправомерность отождествления понятий задачи и вопроса, что, на его взгляд, подтверждается, например, тем, что «в определённом смысле всякую задачу можно заменить некоторым вопросом. Однако далеко не всякий вопрос является задачей, хотя бы в силу того, что для одного субъекта ответ на вопрос может быть известен заранее, а для другого сама постановка вопроса может оказаться непонятной» [44, с. 37].

Принимая возражение Ю.М. Колягина, будем в дальнейшем вместе с ним понимать вопрос «лишь как определённое указание к действию (решение задачи), являющееся таким образом, свойством, сопутствующим задаче (или одним из её компонентов)» [44, с. 37]. Причём, существенно, что вопрос, являясь неизвестным элементом содержания задачи, требующим выяснения, имеет две стороны: первая из них – это известное содержание, вторая – неизвестное содержание, ко-

торое необходимо узнать [44, с. 12]. Отсутствие в вопросе неизвестного, требующего поисковой деятельности, означает его мнимость.

Специфика вопросов связана с выяснением сущности фактов, процессов, явлений. С педагогической точки зрения вопросы могут делиться на своевременные и несвоевременные, осмысленные и неосмысленные, понятные и непонятные.

Вот с такой трактовкой задачи мы встречаемся у В.В. Гаврилюк: «Понятие «задача» употребляется для обозначения цели деятельности в конкретной ситуации, – пишет она, – а термин «задание», – для обозначения конкретных видов задач, предъявляемых студентам для самостоятельного решения или выполнения под руководством преподавателя» [28, с. 67]. И в другом месте: «Задание – одна из форм воплощения задачи, содержащая прямое требование выполнения определённых действий» [28, с. 20]. Относясь критически к той части определений, в которой задания рассматриваются как «вид» или «форма воплощения» задач, примем в качестве рабочего вторую его часть, связывающую задание с «требованием выполнения определённых действий».

В педагогической литературе различаются и такие сопряжённые понятия, как упражнение и задача. «Задачи, предлагаемые учащимся, делятся на упражнения и задачи, – пишет В.Г. Болтянский. Непременным условием того, чтобы предлагаемое учащимся задание можно было считать упражнением, является указание (явное или неявное) о способе его выполнения. Учащийся должен быть осведомлён (перед выполнением упражнения или группы упражнений) хотя бы в общих чертах о характере той деятельности, которую он должен выполнять – иначе это не будет упражнением» [16, с. 35].

Что касается самого понятия «задача», то оно неоднократно подвергалось детальному анализу с самых различных позиций, как в психологической, так и в педагогической литературе. Не повторяя сути этих работ, остановимся на некоторых существенных, на наш взгляд, моментах, связанных с предметной принадлежностью трактовок задачи, выражением в них субъект-объектных отношений и отдельными композиционными

ми вопросами. Прежде всего, отметим, что все существующие подходы к понятию задачи и её определению можно разделить на подходы и определения общефилософского, психологического, кибернетического, дидактического и частнометодического характера. Первый подход наиболее выпукло выражен в глубоком, признанном и широко используемом как психологами, так и педагогами определении задачи, сформулированном А.Н. Леонтьевым как «цели, данной в определённых условиях» [53, с. 300]. Именно краткость и лаконичность определения А.Н. Леонтьева, огромная информативная ёмкость его компонентов и подвижная диалектическая связь между ними позволяют рассматривать его как наиболее общее.

Не останавливаясь на анализе психологического содержания понятия «задача», отметим лишь одно определение, наиболее интересное, на наш взгляд, данное А.Ф. Эсауловым. В нём предпринята попытка совместить кибернетический и психологический аспекты рассмотрения задачи. «Задача, – пишет А.Ф. Эсаулов, – это более или менее определённые системы информационных процессов, несогласованное или даже противоречивое соотношение между которыми вызывает необходимость в их преобразовании» [116, с. 20]. Данная им дефиниция является глубоко диалектической, раскрывает суть понятия, поскольку информационные системы, возникающие в результате последовательных преобразований текста задачи при её решении, постоянно вступают в диалектическое противоречие друг с другом, что вызывает у решающего потребность в их преобразовании и является движущей силой самого процесса решения задачи. Определение имеет ряд существенных отличительных черт. Оно подразумевает, что решение задачи будет идти в направлении выделения единиц информации, поиска несогласованных или противоречивых соотношений между этими информационными единицами и преобразования как способа устранения найденных несогласований или противоречий.

Характерной особенностью определений разной предметной принадлежности, по которой у различных авторов нет единого мнения, является отражение в них объективных и

субъективных отношений задачи. По этому вопросу позиции авторов разбиваются на два лагеря. Одна точка зрения связывается с представлением о задаче как форме взаимодействия человека и проблемной ситуации. Согласно другой точке зрения в понятие задачи включаются лишь её объективные характеристики вне зависимости их от субъекта, который будет участвовать в процессе решения задачи.

М.Н. Скаткин в понятие задачи включает субъективный фактор. «В основе всякой задачи, – пишет он, – лежит противоречие между тем, что есть, и тем, чего человек хочет добиться. Это противоречие и движет мысль вперёд» [87, с. 20].

Для Ю.М. Колягина самым существенным в определениях задачи является «явно или неявно выраженная мысль о том, что наиболее характерным признаком общего понятия задачи является наличие особого взаимодействия субъекта и объекта, ведущее к образованию некоторой системы» [44, с. 48]. «В самом деле, – пишет он, – система может оказаться неуравновешенной с точки зрения одного субъекта и уравновешенной – с точки зрения другого (или того же самого субъекта при иных условиях). Один субъект сумеет усмотреть в данной системе задачу, другой (или тот же самый, при иных условиях) – не обнаружит её» [44, с. 47]. Характерно, что в отличие, например, от Д. Пойа, который прямо смешивает понятия сложности и трудности, относящиеся к разным объектам – задаче и проблемной ситуации, Ю.М. Колягин, трактуя задачу как определённое взаимоотношение субъекта с окружающим миром и по существу имея дело с системой типа «субъект-объект», достаточно детально разводит понятия задачи и проблемной ситуации.

Интересным и содержательным является взгляд на задачу, выработанный в результате логико-психологического исследования этого понятия в сопоставлении его с проблемной ситуацией Л.М. Фридманом. Он чётко различает понятия задачи и проблемной ситуации по следующим пунктам: «1) проблемная ситуация существует реально, вне зависимости от какого-то языка, а задача всегда связана с языком, на котором она излагается; 2) проблемная ситуация всегда богаче, чем за-

дача, ибо задача – это модель ситуации, отражающая лишь её некоторые стороны; 3) для каждой проблемной ситуации существует одна или несколько задач, которые могут отличаться друг от друга как совокупностью представленных в них свойств ситуации, так и языком, на котором задача выражена» [106, с. 54–55].

На основе определения отличительных характеристик задачи Л.М. Фридман выделяет и её структурные элементы: условие, объект, цель; а также составные части задачи: предметную область, состоящую из одного или нескольких фиксированных объектов или одного или нескольких фиксированных множеств и предикаты, связывающие между собой объекты предметной области задачи [106, с. 17]. Таким образом, различая проблемную ситуацию и задачу, Л.М. Фридман рассматривает «первые как генетически исходные понятия для вторых» [106, с. 13] и определяет задачи как «знаковые модели проблемных ситуаций» [106, с. 43].

Ю.Н. Кулюткин, определяя задачу с педагогической точки зрения, пишет, что «задача – это... модель реальной проблемной ситуации, модель, в которой представлено требование снять возникающее «рассогласование», найти способ или средство преодоления противоречия, возникшего на пути к достижению целей педагогического воздействия» [48, с. 15].

При определении задачи субъект рассматривается здесь лишь с потенциальных позиций, с точки зрения возможности включения его в задачную ситуацию и дальнейшего взаимодействия с ней. В описании же самой задачи субъект непосредственно не участвует. Но и полного исключения субъективных факторов из определения понятия задачи здесь также нет, ибо, как пишет Л.М. Фридман, «всякая задача имеет кроме явно заданного условия ещё и неявно заданное. Это те знания, которые в условии задачи не даны, но без которых процесс мышления невозможен, это знание определений, теорем, законов...» [106, с. 17]. Безусловно, эти знания являются принадлежностью субъекта и без него не существуют.

Таким образом, пытаясь определить понятие задачи, её, прежде всего, следует отличить от проблемной ситуации, так

как эти различные психолого-дидактические категории имеют много общего и часто отождествляются.

Различные трактовки понятия задачи в значительной мере могут быть объяснены тем обстоятельством, что работа над задачей является длительным и многоуровневым процессом, и разные авторы основывают свои представления зачастую на разных этапах или разном их числе при анализе понятия задачи. Так, А.Ф. Эсаулов пишет, что «производственная жизнь, вся наша наука и техника нуждаются не только в решении уже готовых, предварительно кем-то построенных и чётко сформулированных задач, но и в умении специалистов разных отраслей ставить и правильно решать жизненно актуальные задачи, отличающиеся большей или меньшей степенью неопределённости в своих формулировках» [116, с. 80]. То есть если мы рассматриваем заведомо готовые и уже поставленные задачи, то в их определении или описании мы можем ориентироваться на структурные элементы задачи, на логические связи между ними и т. п. Понятие задачи будет в этом случае исходным, а другие понятия (проблемная ситуация, процесс решения) – производными от него. Ориентируясь на процессы постановки и решения задач, мы вынуждены включить в понятие задачи психологические закономерности этих процессов и таким образом акцентировать внимание на ряде субъективных факторов. Задача в этом случае возникает лишь на определённых этапах деятельности субъекта как модель проблемной ситуации и её знаковое выражение.

Из анализа психолого-педагогической литературы вытекает, что большинство авторов основными элементами задачи считает данные и искомое. М.И. Махмутов по этим параметрам отличает задачу от проблемной ситуации. «Если в условиях задачи обязательно содержатся такие элементы, как «данные» и «требование» (найти «неизвестное»), то основными элементами учебной проблемы являются «известное» и «неизвестное» (найти «связь, отношение между известным и неизвестным»)» [62, с. 125].

Рассматривая поисковые познавательные задачи, несколько более детально подходит к той же мысли И.Я. Лернер: «По-

исковые познавательные задачи, – пишет он, – это задачи, самостоятельное решение которых обращено, опираясь на известное, на создание новых знаний о природе и обществе или на создание новых средств поисков этих знаний. Поэтому не всякое задание с вопросом, требующим ответа, – задача. В каждой задаче дано или подразумевается условие и основанный на этих данных проблемный вопрос, на который предстоит искать ответ или решение задачи» [54, с. 23–24].

Ю.Н. Кулюткин также отмечает, что «в задаче обычно выделяют два компонента: а) условия, т. е. наличную совокупность объектов, упорядоченных определёнными отношениями; б) требования, указывающие на то, что следует искать в данных условиях» [48, с. 18].

Таким образом, видим, что разные авторы в вопросах выделения основных элементов задачи придерживаются примерно одинаковых позиций.

Обобщая сказанное, отметим, что задача является сложным и диалектически противоречивым понятием, поэтому интерпретировать его без осознания его диалектической сущности нельзя. Так, называя вопрос и условие задачи её основными компонентами, не следует к ним подходить как к принципиально различным категориям. Рассматривая задачу с точки зрения информационных процессов, требующих преобразования, следует учитывать возможность взаимного перехода вопроса и условия друг в друга по мере осуществления такого преобразования.

Также в понятии задачи находит отражение диалектическое единство явления и сущности. Задача во внешнем своём проявлении выступает как некая оболочка, форма выражения связей именно данной ситуации. Но в то же время в задаче представлено постоянство основных элементов, обобщённых подходов к её постановке и решению.

Среди большого числа самых разных задач выделяют особый класс познавательных задач. «Познавательная задача, – пишет И.Я. Лернер, – это задача, решение которой обращено на получение новых знаний с помощью уже известных способов решения или новых способов решения» [54, с. 20].

Близким к понятию познавательной задачи является понятие учебной задачи, введённое впервые в психологию Д.Б. Элькониным, но часто рассматриваемое с дидактической точки зрения и поэтому представляющее для нас интерес. Основной отличительной особенностью учебных задач является то, что их цель и результат состоят в изменении субъекта, заключающемся в овладении им определёнными способами действия, в получении некоторого знания. «Учебная задача существенно отличается от тех реальных задач, которые решает в своей деятельности взрослый человек», – пишет Ю.Н. Кулюткин, апеллируя к работам Д.Б. Эльконина. «Как известно, при решении любой задачи имеет место двоякий результат: внешне этот результат выражается в нахождении конкретного решения данной задачи... внутренне же результат этот предстаёт в виде развития знаний, отношений, способов действия субъекта. Этот эффект в обучении становится главной целью педагогического воздействия. И поэтому смысл учебной задачи заключается в том, чтобы на её примере сформулировать у учащихся определённые структуры действия» [48, с. 13].

М.Л. Фрумкин, разрабатывая систему учебно-познавательных задач для профессионально-педагогической подготовки учителя, исходит из общего понимания задачи как результата осознания субъектом цели и условий действия, структурной единицы деятельности, а решения задачи – как процесса формирования и выполнения действия и соответствующим образом определяет учебные задачи. Учебные задачи рассматриваются им как информационные модели профессиональных познавательных задач, воспроизводящих эти задачи в процессе обучения, поскольку «в основе построения познавательных учебных задач и программ их решения лежит дидактическое моделирование профессиональной деятельности как сложной системы практических и соответствующих им познавательных задач» [107, с. 84].

Все обозначенные точки зрения на понятие задачи, её специфические характеристики должны быть учтены при систематике задач, выделении их классов и видов.

При составлении системы задач в какой-либо области человеческой деятельности необходимо учесть существующий опыт построения систем задач в других областях. Работа по выявлению видов задач и их классификации ведётся многими дидактами и методистами, представителями других наук. Её необходимость доказывается, а часто и просто принимается аксиоматически, например, в педагогической и психологической литературе, посвящённой вопросам преподавания в средней школе.

Обосновывая позицию важности и необходимости классификации задач с целью дальнейшего использования информации о различных их видах и классах в учебном процессе, сразу следует сослаться на результаты исследований Н.А. Менчинской и её сотрудников. Они убедительно доказали, что факты, положенные в основу возражений против необходимости классификации задач и ознакомления учащихся с выделенными классами задач, не только не являются аргументами в пользу оппонентов, а как раз говорят об обратном, ибо подобным указанному образом мыслят не только дети, но и взрослые люди при решении задач [65, с. 141].

Вполне определённо по вопросу типизации задач высказывается А.Ф. Эсаулов. Он отмечает, что «в педагогике развивается... тенденция, вообще отрицающая необходимость использовать в учебных целях какие-либо типы задач или, по крайней мере, пытающиеся доказать крайне ограниченную целесообразность в их типизации» [116, с. 15–16]. Критикуя эту позицию, А.Ф. Эсаулов пишет: «Но ведь решение задач включает в себя и умение ориентироваться в их многообразных типах. Понятие всякой задачи непременно связано с определённой степенью обобщения конкретных форм различных типичных задач, то есть достаточно общей характеристики задачи вообще, в целом. Следует думать, что отразить перспективность в разработке типизации задач – это значит поступить крайне недальновидно. Наоборот, такого рода исследования нужно всячески приветствовать, так как вредно действующая на учащихся трафаретность и рецептурность задач объясняется прежде всего крайне низким уровнем их стандартизации и

типизации, при котором составитель ограничивается преимущественно элементарными приёмами построения задач, ведущими к её структурному обеднению» [116, с. 16].

Каждая система задач базируется на своём основании, определяемом совокупностью целевых установок, действующих в рассматриваемой области и задающих главные параметры классификации. Содержание предметной деятельности может определять структуру классификации. Структура классификации может задаваться и объективными внутренними характеристиками задач: содержанием текста, вопроса, особенностями процесса решения и т. п.

Задачи нельзя отнести к каким-то избранным областям взаимодействия человека с окружающей действительностью. Задачные структуры, процессы постановки и решения задач могут быть выделены практически во всех сферах преобразующей деятельности человека. Специфика учебной деятельности, её особые цели по сравнению с практической деятельностью, позволяет ряду исследователей провести и для задач уже одно из самых грубых делений их на задачи учебные и задачи практические.

Под практическими задачами понимаются всякие задачи, возникающие и решаемые с целью преобразования объекта задачной ситуации. Учебные задачи, как правило, предполагают преобразование субъекта познавательной деятельности. Структура и процессуальная часть решения учебных и практических задач могут совпадать, поскольку эти стороны не лежат в основе их деления. К практическим задачам относятся, например, задачи, возникающие в процессе научного творчества [43]. Среди практических задач выделяется обширная группа (глубоко рассмотренных с психологической точки зрения и представляющих немалый интерес для дидактики) технических задач [4, 33, 46, 112] и, как существенная их составная часть, конструкторских задач [68, 76]. Конструкторские задачи связываются с поисковой деятельностью решающего, с выбором им оптимального варианта решения из ряда имеющихся. Причём в процессе решения конструкторских задач ярко проявляется аналитико-синтетическая деятельность сознания. Если процесс поиска представляет анализ, то комби-

наторная деятельность является синтетической деятельностью. В основе классификации этих задач лежит вид деятельности – в данном случае конструкторская деятельность.

Поскольку в работе идёт речь о процессе учебной деятельности, особый интерес представляет рассмотрение существующих систем и видов именно учебных задач.

В основу одной из наиболее распространённых классификаций учебных задач положено их целевое назначение, роль в учебном процессе. С этих позиций А.Ф. Эсаулов выделяет задачи для закрепления изложенного педагогом теоретического материала, для самостоятельного приобретения новых знаний, для контроля знаний [116].

По дидактическим целям делят задачи на тренировочные и контрольные Н.Н. Тулькибаева и А.В. Усова [96].

Часто приходится слышать, что решение задач не является самоцелью в процессе обучения, а служит исключительно средством достижения других целей. Но есть и иная точка зрения.

Мысль о том, что решение задач по физике является и средством и целью в обучении, является одним из базисных положений диссертационного исследования В.Е. Володарского [26].

Преследуя цели возбуждения интереса учащихся, поддержания их внимания во время учебного процесса, В.Е. Володарский предлагает использовать на уроках физики специальные группы задач, облечённых в беллетристическую форму, задач-рассказов. Ставя цель конструкторского характера, заключающуюся в создании условий для успешного овладения знаниями о единицах физических величин, он же выделяет специальные серии задач на выработку правильной терминологии, на определение обозначений производных единиц физических величин и их соотношений с другими подобными единицами, на анализ физического смысла величин по их единицам, на доказательство равносильности обозначений единиц физических величин и т. д. В данном плане очень интересны задачи по физике на основе литературных сюжетов, составленные А.П. Усольцевым [102, 103].

Процессы решения задач неизбежно предполагают наличие процессов постановки задач. Поэтому формирование уме-

ний ставить задачи является не менее важной дидактической целью, чем формирование умений их решать. С целью выработки приёмов подбора и постановки учебных задач по физике, например, на формирование у учащихся навыков мыслительной деятельности, на овладение ведущими умственными операциями, В.Е. Володарский предлагает давать учащимся задания, направленные не только на решение, но и на постановку задач. При выполнении таких заданий ученик не только знакомится с приёмами работы, свойственными для процессов постановки задач, и выступает, таким образом, в роли объекта обучения, но и предстаёт в данной деятельности в качестве субъекта обучения, поскольку берёт на себя часть функций педагога, решая одновременно с предметными задачами задачи дидактического содержания, характерные для конструкторской деятельности учителя.

Таким образом, отметим, что задания, связанные с требованием составления учебных предметных задач, рассматриваемым не с точки зрения конструкторских целей обучения данному предмету, а с точки зрения осуществления функций учителя, могут выступать как вид дидактических задач, связанных с формированием специфических профессиональных функций учителя.

Ряд психологов, педагогов, методистов основывают классификацию учебных задач на степени их сложности. Так, в методике преподавания физики выделяются задачи несложные, направленные на истолкование смысла формул, подбора системы единиц, нахождения величин по готовой формуле; более сложные, содержащие проблемную ситуацию и элемент новизны и творческие, в которых поставлена проблема и «ничего не дано».

«С понятием задачи, – пишет Ю.М. Колягин, – тесно связаны понятия сложности и трудности задач. Понятия простоты и сложности являются весьма общими и весьма важными понятиями, с которыми приходится иметь дело не только в науке, но и в технике, в производстве, в быту и т. п. Естественно, что в последнее время эти понятия стали объектом рассмотрения философии... и, хотя проблема оценки сложности и трудно-

сти ещё далека от разрешения даже в общем плане, практика школьного обучения требует, по крайней мере, серьёзного обсуждения её дидактических аспектов» [44, с. 66–67].

В связи со сказанным следует отметить, что, несмотря на распространённость названной классификации задач и внимание к ней со стороны педагогов и психологов, основывается она на эмпирическом материале. Дидактическая же классификация задач, построенная на объективной основе и учитывающая степень их сложности и трудности для решающих, пока отсутствует.

Понятия задачи и процесса её решения включают в себя информационные процессы и оперирование ими, вполне поддающиеся количественному описанию, а следовательно, и объективной оценке. Необходимость преобразований структурных элементов задачи в ходе её решения и число таких преобразований могут вполне характеризовать одну из существенных сторон задачи – степень её сложности. Например, И.Я. Лернер сложность задачи видит как в сложности и опосредованности условий предъявляемой задачи, так и в числе операций, необходимых для её решения [54].

А.Ф. Эсаулов, дав определение задачи с позиции информационных процессов, сразу же соотносит его со степенью сложности задач. «Таким образом, выше сделанное определение, – пишет он, – распространяется как на более простые, преимущественно формальные задачи, требующие заранее предписанного оперирования с формулами или символами в некоторых разделах математики, логики, так и не более сложные задачи, где такого готового предписания нет и по ходу решения его нужно ещё добыть» [116, с. 17].

Поскольку речь идёт об учебных задачах, уже имеющих решение, то сложность задачи может быть оценена, в отличие от задач практических, заранее, до предъявления их решающему.

Всякая задача содержит кроме условия вопрос. Степень ответственности вопроса сюжету задачи, по Л.М. Фридману, также определяет степень её сложности. С этих позиций Б.М. Кедров [43], А.Ф. Эсаулов [116] связывают степень трудности задач с формой предъявления требования к ней – прямой, косвенной,

или отсутствием его. Причём, как показано в исследовании, проведённом А.Ф. Эсауловым, неверно сформулированный вопрос к задаче существенно повышает степень её трудности, поскольку вызывает появление барьеров психологического характера, часто ведущих к тупиковым решениям. Поиск верного решения связывается с необходимостью отказа от уже сформулированного вопроса и построением нового, по своему содержанию частично и даже полностью не совпадающего с предыдущим, т. е. с его переформулировкой. Различные барьеры (вопроса, прошлого опыта и т. д.), возникающие в процессе решения задачи и определяющие, соответственно, степень её трудности, выделяются В.М. Кедровым [43], А.Ф. Эсауловым [116], Л. Секеем [85].

Связь понятия задачи с информационными процессами, осуществляемыми при её решении, даёт основание соотносить степень сложности задачи с её элементарным составом. При таком понимании сложность задачи увеличивается с ростом числа разнородных групп элементов, входящих в её состав, то есть в зависимости от увеличения качественного разнообразия элементов. Причём элементами задачи здесь следует считать не только вещественные части её как целого образования (условие, вопрос, данные, искомые), но и свойства, функции, этапы, стадии функционирования и развития процесса решения.

Классификация задач по степени сложности действительно является односторонней, в ней не отражаются многие как объективные характеристики задач, так и субъективные факторы их решения.

Л.М. Фридман, анализируя задачи с точки зрения информационных процессов, выделяет виды, основанием которых являются способы представления информации в текстах задач. «Все обычно встречающиеся в практике и в учебном процессе задачи – это задачи с неполно заданной (свёрнутой) информацией» [106, с. 49]. Такие задачи Л.М. Фридман называет свёрнутыми. «При этом степень свёрнутости этих задач может колебаться в больших пределах, – отмечает он. – Можно представить себе и крайний случай, когда в условии задачи явно задана (развёрнута) вся необходимая для её решения специ-

фическая информация» [106, с. 49]. Такие задачи он называет полно поставленными или развёрнутыми. Основным отличием свёрнутых задач от развёрнутых является то, что в условии первых теория, положенная в основу их решения, не задаётся в явном виде.

Таким образом, анализ информационных процессов, представленных в текстах задач, приводит к необходимости их рассмотрения с другой точки зрения. В частности, языковой анализ задач позволяет их классифицировать по способу описания и выделить «подлинные» задачи и «задачи-описания». По этому поводу Л.М. Фридман пишет: «Любая задача требует использования специальных методов и средств, которые были выработаны человеком в процессе исторической справки. Каждое средство решения задачи принадлежит некоторой области знания и поэтому излагается и усваивается субъектом на том языке, который является языком этой области знаний. Поэтому каждой задаче как бы соответствует определённый язык. Однако та же задача может быть сформулирована и на других языках. Поэтому следует различать задачи, сформулированные на соответствующем ей языке, и задачи, сформулированные на другом языке» [106, с. 90]. Рассмотрев такие характеристики задач, сформулированных на естественном языке, Л.М. Фридман называет этот тип задач сюжетными.

Рассматривая различные классификации учебных задач, можно заметить, что многие из них строятся с ориентацией на способы их решения. Выделяя классификацию задач, основанную на способах задания условия и способах решения, В.Е. Володарский называет задачи с одним, несколькими решениями и с отрицательным решением, правда, он здесь отмечает, что «в процессе обучения физике используются задачи с одним решением. Весьма редко (случайно) используются задачи, допускающие несколько решений, и совсем нет задач с неопределённым или отрицательным решением» [26, с. 42].

Л.М. Фридман, рассматривая задачи с позиции результата решения, выделяет группу неправильных задач. Об этом типе задач он говорит: «Конечно, всякая неправильная задача не имеет решения. Однако отсюда не следует, что эти задачи нельзя

использовать в обучении. Разбор же некоторых неправильных задач является весьма поучительным. Поэтому применение неправильных задач в обучении вполне допустимо, однако при этом предполагается, конечно, что учитель понимает характер и особенности предлагаемых задач» [106, с. 34].

Сопоставляя процессы постановки и решения учебных и реальных жизненных, технических и тому подобных задач, ряд исследователей (А.Ф. Эсаулов, В.Е. Володарский, Л. Секей) основную разницу между ними видят в том, что в реальных задачах набор данных, как правило, не соответствует необходимому их числу. Особенно часто это несоответствие встречается в тех задачах, которые решающий ставит сам.

Как видно, среди учебных задач выделяются задачи с неполным или избыточным числом данных. Эти задачи моделируют реальные жизненные задачи и служат развитию мыслительных процессов учащихся.

Существенным элементом всякой задачи является требование, высказанное в её тексте. В зависимости от его характера Ю.Н. Кулюткин выделяет три больших класса задач: задачи на распознавание, задачи на конструирование, задачи на объяснение и доказательство [48, с. 19].

Одной из наиболее распространённых классификаций учебных задач является классификация по содержанию той науки, к области которой относится данная система задач. «Система задач задаётся, как правило, программой обучения тому или иному учебному предмету», – замечает Ю.Н. Кулюткин [48, с. 13]. В физике такая классификация, например, проведена и описана С.Е. Каменецким и В.П. Ореховым [40].

Можно отметить, что одни основания классификации задачи являются ведущими и выступают в качестве основных, другие являются подчинёнными относительно основных и выступают как второстепенные. При этом и сами структуры одних классификаций могут являться компонентами других классификаций более общего порядка. Причём основания классификаций обладают свойством коммуникативности, то есть в разных системах классификаций одни и те же основания могут выступать как в качестве основных, так и подчинённых.

Близкими, хотя и принципиально различными понятиями в дидактике являются понятия задачи и проблемной ситуации. Л.М. Фридман, например, рассматривает проблемные ситуации как генетически исходные понятия для задач и показывает, что в структурном отношении они одинаковы. Ю.Н. Кулюткин также считает, что «постановку задачи можно рассматривать как моделирование проблемной ситуации, а саму задачу – как знаковую её модель» [48, с. 28]. С этой точки зрения, относящимся к проблеме классификации учебных задач является опыт классификации основных типов проблемных ситуаций, проведённый с разных позиций М.И. Махмутовым [62] и А.Н. Матюшкиным [60].

Среди педагогических задач часто выделяются стратегические и тактические задачи, отражающие характер педагогических целей и временные рамки их действий. Стратегические задачи связаны с определением главного перспективного направления, выработкой плана руководства деятельностью учащихся, определением основных путей и средств достижения намеченной цели. Тактические задачи определяют методы и средства решения стратегических задач на том или ином временном интервале.

Ю.Н. Кулюткин отмечает, что выделение оснований, по которым возможно построение классификации педагогических задач, может быть связано с разными сторонами организации учебной деятельности учащихся, относиться к разным этапам педагогической деятельности и к разным уровням педагогических решений. В качестве примера он приводит классификацию задач по основным аспектам организации учебной деятельности и классификацию задач в соответствии с основными этапами развёртывания педагогической деятельности. Первая классификация подразумевает выделение задач, связанных с организацией предметного содержания учебной деятельности, и задач, связанных с организацией форм учебной деятельности учащихся. Вторая классификация включает задачи аналитического характера, возникающие на ориентационном этапе деятельности педагога; задачи проектировочного характера, возникающие в процессе конструирования

способов и средств педагогического воздействия; задачи коммуникативного характера, возникающие в процессе реализации методических замыслов и проектов [48, с. 18].

Важным и широко используемым в обучении видом задач являются качественные задачи. Применительно к физике определение и описание таких задач даёт М.Е. Тульчинский: «Качественной задачей по физике называется такая задача, в которой ставится для разрешения проблема, связанная с качественной стороной физического явления, решаемая путём логических умозаключений, основанных на законах физики, путём построения чертежа, выполнения эксперимента, но без применения математических действий. Следует отличать качественную задачу от вопроса по проверке формальных знаний (например, что называется ампером, как формулируется закон Ома). Цель последних – закрепить формальные знания учащихся; ответы на эти вопросы в готовом виде имеются в учебнике, и ученик должен лишь вспомнить их. В качественной задаче ставится такой вопрос, ответ на который в готовом виде в учебнике не содержится» [97, с. 4].

Подводя итоги данной части работы, отметим следующее.

Среди исследований в области подготовки специалистов высшей квалификации выделяются исследования, ориентированные на пути привития будущему специалисту черт стиля мышления, специфических для его будущей профессии.

При этом упор делается на одно из эффективных средств достижения стратегических и тактических целей обучения, установления связи теории и практики – задачу организацию учебного процесса.

Использование систем специальных задач в учебном процессе позволяет формировать структуры деятельности педагога на уровне знаний, умений, мастерства, творчества, ценностных ориентаций. Задачная организация учебного процесса позволяет преодолеть и многие недостатки в подготовке специалистов, стабильно появляющиеся в ходе традиционного обучения. Задачная организация учебного процесса должна распространить его на все элементы микроструктуры обучения.

Задачная организация процесса профессиональной подготовки специалиста предполагает необходимость изучения студентами понятия, структуры и видов задач. Это поможет субъекту обучения глубже осознать цели обучения и овладеть общим методом решения задач. Через конструирование и решение задач будущий специалист овладевает как содержанием предмета, так и общими приёмами мыслительной деятельности. Таким образом, система задач является основой для формирования и специальных, и общих знаний и умений. Кроме того, задачи могут совмещать дидактическую и диагностическую функции.

Анализ понятия «задача» показывает, что оно является чрезвычайно ёмким и может рассматриваться с разных точек зрения, в том числе с общенаучной, психологической, дидактической, методической. Понятия, отражающие разную степень общности функционирования задачи, не являются противоречивыми, а составляют иерархически соподчинённую систему. Понятия более низких уровней общности строятся на понятиях высших уровней и включают в себя последние как узловые и исходные компоненты. Вместе с тем понятия более низких уровней общности неизбежно отражают специфику той предметной области, в которой они работают, поэтому эти понятия более конкретны, содержательны, но в силу их предметной ограниченности информативно менее ёмки, чем понятия высших уровней обобщённости.

Анализ существующих видов задач показывает необходимость рассмотрения их с разных точек зрения, учёта при их классификации сущностных характеристик, специфики предмета, целевых установок различного уровня общности.

Сущностные характеристики задачи подразумевают анализ её предметной области, способы представления информации, выделение основных компонентов и определение вида её структурной модели, степень её сложности. Процесс решения задачи связывается с анализом основных аспектов в организации учебной деятельности решающего и основных этапов развёртывания учебной деятельности решающего, способов решения, уровней самостоятельности решающего, доминирующих условий в процессе решения.

При построении конкретной системы задач должен быть учтён существующий опыт классификации задач, а также специфика рассматриваемого вида задач и сферы их приложения. Одна из главных особенностей задач, используемых в процессе профессиональной подготовки специалиста, заключается в том, что объектом усвоения обучаемых должна быть не только информация предметного характера, но и информация об её направленности, структуре и основаниях структуры. Для этого должна быть организована специальная деятельность, направленная на выявление и овладение этим видом информации. Главным объектом усвоения при организации задачного подхода к обучению должны стать не ответы на задачи как изолированные элементы знаний, а процессы работы над системой задач как связующее звено между этими элементами и средство формирования профессионально значимых качеств специалиста.

Выделенные понятия, классы и виды задач не являются всеобъемлющими, отражают небольшой пласт исследований в обозначенной области и являются лишь ориентиром для построения одной из конкретных систем задач, в данном случае учебных экспериментальных задач по физике.

1.3. Понятие и виды экспериментальных физических задач

Поскольку данная работа посвящена экспериментальным задачам, на них следует остановиться более подробно.

Из множества исследований в обозначенной области остановимся на нескольких специализированных учебных пособиях, не потерявших актуальность в наши дни, но изданных несколько десятилетий назад и успевших стать библиографической редкостью [5, 32, 49, 69].

Прежде всего, необходимо определиться с самим понятием «экспериментальная физическая задача». При этом, как и вез-

де в тексте, предполагается, что речь идёт о задачах учебного назначения.

Как отмечает И.Г. Антипин: «К экспериментальным задачам относятся такие физические задачи, постановка и решение которых органически связаны с экспериментом: с различными измерениями, воспроизведением физических явлений, наблюдениями за физическими процессами, сборкой установок электрических цепей и т. п. Большинство таких задач строится так, чтобы в ходе решения ученик сначала высказал предположения, обосновал умозрительные выводы, а потом проверил их опытом» [5, с. 5].

Уточнение понятия «экспериментальная задача» провёл С.С. Мошков. Для начала он разграничил понятия «экспериментальная задача» и «экспериментальное задание» и обозначил, что «задание, требующее только непосредственных измерений, без дальнейшего использования результатов этих измерений в качестве исходных данных для определения других величин, мы не будем называть задачей» [69, с. 13].

Признаком экспериментальной задачи С.С. Мошков называет «не просто наличие эксперимента, проделанного в связи с её решением, а невозможность постановки задачи или осуществления её решения без эксперимента» [69, с. 15]. После этого он даёт определение: «Экспериментальной задачей следует называть такую задачу, «данные» для решения которой получают экспериментально, непосредственно на глазах учащихся или самими учащимися. Причём в понятие эксперимента включаются и различного рода физические измерения, наблюдения физических процессов и конкретных физических установок» [69].

Классифицируются экспериментальные задачи по разным основаниям. Так, С.С. Мошков и И.Г. Антипин на первое место ставят их деление на качественные и количественные экспериментальные задачи.

К качественным экспериментальным задачам С.С. Мошков относит задачи, «поставленные на конкретном вещественном материале, конкретной физической установке и не требующие для своего решения количественных данных и математи-

ческого расчёта» [69, с. 16]. В качестве примеров таких задач он ссылается на задачи-вопросы из многочисленных сборников задач при условии, что они будут ставиться не отвлечённо, а на конкретной вещественной установке.

И.Г. Антипин указывает, что «в решении качественных задач отсутствуют числовые данные и математические расчёты. В этих задачах от ученика требуется или предвидеть явление, которое должно совершиться в результате опыта, или самому воспроизвести физическое явление с помощью данных приборов. При решении количественных задач сначала производят необходимые измерения, а затем, используя полученные данные, вычисляют с помощью математических формул ответ задачи [5, с. 7].

«Задачи, не требующие количественного определения каких-либо величин», то есть качественные задачи, «в которых нужно лишь предложить способ выполнения некоторой операции», выделяет среди экспериментальных задач на смекалку и В.Н. Ланге [49, с. 4].

Количественными экспериментальными задачами С.С. Мошков называет такие задачи, «решение которых осуществляется путём математической обработки данных, полученных экспериментально, в процессе их решения, т. е. уже после того как задача была поставлена». Сделанную оговорку он считает существенной, «так как решение экспериментальной задачи начинается с планирования эксперимента, который должен быть поставлен для получения количественных данных, нужных для решения задачи». «Это положение, – пишет он, – является одним из принципиальных отличий экспериментальной задачи от текстовой и чрезвычайно важным с точки зрения развития у учащихся умения применять свои теоретические знания к решению практических вопросов» [69, с. 20].

Далее С.С. Мошков делит количественные экспериментальные задачи на две группы. К первой группе он относит «те количественные задачи, в ходе решения которых физический процесс осуществляется» [69]. Ко второй группе он относит «такие задачи, участие эксперимента в которых ограничено и сводится только к получению нужных для решения задачи величин путём непосредственных измерений». Далее он

расшифровывает сказанное следующим образом: «Правильность решения задач этой группы чаще всего не проверяется совершенно, и это типично для задач этой группы, или проверяется по справочникам и данным, указанным на приборе, являющемся объектом задачи. Отличительным признаком задач второй группы и вместе с тем их недостатком является неосуществление в ходе решения задачи того физического процесса, о котором идёт речь в задаче. На протяжении всего решения задач этой группы вещественные установки, на которых они ставятся, не участвуют в том физическом процессе, о котором идёт речь, т. е. эксперимента, осуществляющего физический процесс, не проводится» [69, с. 27].

Говоря о значении экспериментальных задач в преподавании физики, И.Г. Антипин выделяет задачи,

- способствующие повышению активности учащихся на уроках, развитию их логического мышления, заставляющие ученика напряжённо думать, привлекать к решению все полученные теоретические знания и практические навыки;
- воспитывающие стремление активно, собственными силами добывать знания и активно познавать окружающий мир;
- помогающие в борьбе с формализмом в знаниях, способствующие получению прочных и осмысленных знаний, позволяющих использовать их в жизни;
- способствующие формированию целостного мировоззрения; способствующие активному приобретению умений и навыков исследовательского и конструкторского характера, развитию творческих способностей;
- воспитывающие критический стиль мышления [5, с. 5–6].

По месту эксперимента в учебном процессе И.Г. Антипин делит задачи на следующие группы:

«1. Задачи, в которых для получения ответа приходится либо измерять необходимые физические величины, либо использовать паспортные данные приборов, либо экспериментально проверять эти данные.

2. Задачи, в которых ученики самостоятельно устанавливают зависимость и взаимосвязь между конкретными физическими величинами.

3. Задачи, в условии которых дано описание опыта, а ученик должен предсказать его результат.

4. Задачи, в которых ученик должен с помощью данных ему приборов и принадлежностей показать конкретное физическое явление без указаний на то, как это сделать, или собрать электрическую цепь, сконструировать установку из готовых деталей в соответствии с условиями задачи.

5. Задачи на глазомерное определение физических величин с последующей экспериментальной проверкой правильности ответа.

6. Задачи с производственным содержанием, в которых решаются конкретные практические вопросы» [5, с. 7–8].

У С.С. Мошкова дальнейшее деление экспериментальных задач проводится по их месту на уроке и постановке.

По этому признаку он выделяет экспериментальные задачи, ставящиеся при изложении нового материала, при закреплении материала, изложенного на данном уроке, при упражнении учащихся, при опросе учащихся [69, с. 28–44].

По использованию экспериментальных задач в процессе обучения И.Г. Антипин, наряду с задачами, являющимися темой урока, выделяет задачи, использующиеся в качестве иллюстраций, подтверждающие правильность и важность сделанных теоретических выводов; для проверки степени понимания учениками изученного на уроке материала, его закрепления, опроса, разбора и выяснения причин допущенных ошибок, контроля, домашних заданий, кружковой работы, факультативных занятий, физических вечеров [5, с. 10–12].

В.Н. Ланге разбивает свои экспериментальные задачи на смекалку согласно обстановке, в которой предполагается выполнить задание. Таким образом, им выделяются задачи «В домашней обстановке», «На прогулке», «На озере», «Во время путешествия», «В школьной лаборатории», «На заводе», «В космосе». Внутри же этих разделов он располагает задачи в порядке нарастания их трудности [49, с. 5–24].

В.А. Зибер среди экспериментальных задач выделяет особую группу задач-опытов, характерной особенностью которых он считает простоту используемых физических приборов и ма-

териалов, собранных или не собранных в экспериментальную установку. Кроме задач-опытов, он в своём пособии представляет небольшое число задач-вопросов, среди которых, в свою очередь, выделяются чисто вопросами-задачами, а часть представляет задачи-опыты, для которых по разным соображениям не даётся экспериментальной установки [32, с. 3–10].

Как видно, у авторов, специально занимавшихся проблемой экспериментальных физических задач, на чьи работы выше были сделаны ссылки, есть и общие подходы к её решению, есть и некоторые разночтения. Но главное, что авторами при классификации экспериментальных задач выделяются лишь их отдельные стороны, например способ представления или решения, роль и место в учебном процессе. Множество же характеристик задач остаётся вне поля зрения. Это и понятно, и вполне оправдано. Характеристик очень много, их сочетание позволяет создать такое множество задач, в котором легко заблудиться, и которое вряд ли будет востребовано на практике. Вместо готового набора разнообразных задач специалиста в данной области надо научить принципам построения задач, а для этого необходимо построить многомерную модель учебной задачи, основанную на классификации задач по разным основаниям. Выделенные на определённых этапах классификации виды задач можно определённым образом зашифровать. В дальнейшем, согласно определённым обстоятельствам, можно будет на основании сочетания характеристик разных видов задач самостоятельно конструировать или переконструировать уже известные задачи.

1.4. Экспериментальные задачи в структуре учебного физического эксперимента

Физический эксперимент – неотъемлемая составляющая преподавания физики, как в средней, так и в высшей школе. При этом особая роль отводится эксперименту, выполняемому учащимися и студентами самостоятельно. В средней

школе этот вид эксперимента проводится в основном в форме фронтальных лабораторных работ, когда все учащиеся выполняют однотипные действия на одинаковом оборудовании всем классом, всем фронтом, одновременно. В вузе принята другая форма самостоятельного выполнения физического эксперимента, называемая физическим практикумом. Надо отметить, что ранее физический практикум ставился и в старших классах средней школы. В настоящее время эта форма в сильно урезанном виде осталась лишь в профильных физико-математических классах. Физический практикум отличается от фронтальных лабораторных работ тем, что малые группы или даже отдельные учащиеся выполняют разные работы, как правило, на более сложном оборудовании, чем оборудование, предназначенное для фронтального лабораторного эксперимента.

Наряду с фронтальными лабораторными работами и практикумами самостоятельная постановка физического эксперимента может проводиться учащимися и в форме решения экспериментальных задач. Но ни в средней, ни в высшей школе эта форма не является обязательной к исполнению. Перечни экспериментальных задач не включаются в программы, а соответствующие сборники не имеют официального статуса и носят рекомендательный характер.

Анализ инструкций к фронтальным лабораторным работам и работам физических практикумов для средней школы и разных типов высших учебных заведений показывает, что многие из них строятся в основном по одной схеме. В инструкциях обозначается тема работы, формулируется её цель, перечисляются используемые приборы и материалы, приводится рисунок экспериментальной установки с описанием её особенностей, если в этом есть потребность. Во многих инструкциях приводятся основные теоретические сведения, необходимые для осознанного выполнения эксперимента. Далее пошагово даются указания, которые необходимо выполнить, чтобы достичь поставленную цель. В инструкциях обычно присутствуют и формы для отображения полученных экспериментальных данных. Следует отметить, что практически всегда для выполнения лабораторных работ ученикам и

студентам даются уже собранные лабораторные установки. В школе такие установки в соответствии со стандартными описаниями загодя готовятся, оперативно выставляются и так же оперативно убираются учителем в соответствии с расписанием учебных занятий в кабинете физики. В вузе лабораторные установки нередко годами, а иногда и десятилетиями стоят в специализированных лабораториях в состоянии готовности к использованию в любое время. В такой стабильности есть свои плюсы и минусы, определяемые вторым видом ориентировочной основы действий, на котором они строятся. Этот вид ориентировки в заданиях направлен на некое усреднённого ученика или студента и гарантирует выполнение им работы при строгом соблюдении данных указаний. Ориентировка первого типа, характеризующаяся своей неполнотой, предполагающая конкретизацию действий самим учащимся и выполнение заданий путём проб и ошибок, в лабораторном эксперименте используется только при постановке творческих работ. При решении же экспериментальных задач олимпиадного вида эта ориентировка оказывается ведущей. Ориентировочная основа действия третьего типа, имеющая полный состав и содержащая ориентиры обобщённого вида, предполагает наличие в изучаемом курсе методологической составляющей, в которой в весьма объёмном виде представляются вопросы теории, техники и технологии проведения экспериментальной исследовательской работы. Отсутствие специальной методологической составляющей в курсах физики не позволяет в полной мере использовать ориентировку третьего типа при составлении инструкций к лабораторным работам.

Но самое главное, подавляющее большинство выверенных временем инструкций, как для фронтальных лабораторных работ, так и для физических практикумов, содержат описания, ориентированные на классические экспериментальные установки и классическую измерительную аппаратуру. Относительно новое для нашей средней и высшей школы оборудование – датчики физических величин, микролаборатории, целостные программно-аппаратные комплексы – пока ещё с трудом приходят на смену традиционному оборудованию, не-

смотря на то, что это оборудование позволяет принципиально изменить способы сбора, обработки и отображения информации, получаемой при выполнении экспериментальных работ.

Представленное положение дел в области лабораторного физического эксперимента усугубляется в педагогических вузах. Выполнение будущими учителями лабораторных работ на заранее собранных, отлаженных и готовых к использованию установках не способствует формированию у них профессионально значимых умений комплектовать и собирать подобные установки при работе в школе. Использование в практикумах однотипных стандартизованных и единых для всех инструкций не отражает идей дифференцированного подхода к организации педагогического процесса, не позволяет индивидуализировать обучение студентов, не готовит их к дальнейшей работе в многопрофильной и разноуровневой школе. Игнорирование при проведении эксперимента относительно нового для отечественной школы учебного оборудования не способствует подготовке будущих учителей к внедрению такого оборудования в учебный процесс средней школы. Обозначенные проблемы требуют перестройки системы лабораторного физического эксперимента в педагогических вузах. Эта перестройка должна учитывать специфику будущей профессиональной деятельности студентов педагогического вуза, соотноситься с ведущими педагогическими идеями, ориентироваться на современные технологии сбора, обработки и отображения информации.

Вариантом решения обозначенной проблемы является подготовка студентов к самостоятельному конструированию и решению экспериментальных физических задач.

Для организации такой подготовки, прежде всего, необходимо провести отбор сюжетов, которые в дальнейшем будут положены в основу задач. Далее следует выделить те классы и виды задач, которые отражают структуру и содержание изучаемого курса физики. За основу классификации сюжетных экспериментальных задач целесообразно взять обобщённые планы описания различных видов научного знания. Для перевода проектируемых задач на экспериментальную платформу можно создать относительно несложную элементную базу,

построенную по типу технических конструкторов и позволяющую оперативно собирать большое число различных экспериментальных установок. При решении экспериментальных задач ориентироваться надо на использование современных средств сбора и обработки данных.

1.5. Классификация учебных физических задач

Анализ работ, посвящённых задачам, показывает, что классов и видов задач чрезвычайно много. Для практической работы в какой-либо области, связанной с задачами, вряд ли потребуется всё их многообразие. В частности, для обучения студентов конструированию и решению учебных экспериментальных задач по физике, вероятно, достаточно будет ограничиться лишь их отдельными видами. При этом можно взять за основу уже проведённую ранее кем-либо, например Ю.М. Колягиным [44], В.Е. Володарским [26, 27], Н.Н. Тулькибаевой и А.В. Усовой [96], классификацию. Можно создать собственную классификацию задач, отражающую специфику поставленных в работе целей. Можно предложить классификацию, учитывающую накопленный опыт в обозначенной области, отразив в ней собственные взгляды. Именно такая классификация представляется ниже. Эта классификация проводится по разным основаниям, причём по ряду оснований выделяются разные виды задач.

К этому следует добавить, что приводимая классификация задач является одномерной. Реальные же задачные конструкции всегда будут многомерными и содержать элементы описаний, относящихся к разным классам и видам задач.

Итак, по признаку принадлежности к той или иной предметной области физические задачи можно делить на монопредметные физические задачи; задачи межпредметного характера; задачи, традиционно относящиеся к иным предметным областям.

Задачи по физике с текстами собственно физического содержания естественны и вопросов обычно не вызывают.

Примеры монопредметных физических задач

Задача по физике, явно вычислительная, позволяющая получить ответ с точностью до точности заданных величин, вряд ли имеющая какой-то практический смысл.

Два точечных тела с одноименными зарядами величиной $q = 5$ нКл каждый находятся на расстоянии 3 см друг от друга. С какой силой и по какому направлению будут действовать эти заряженные тела на точечное тело с таким же по величине положительным зарядом, находящееся от каждого из них на расстоянии 10 см? Каковы величина и направление этой силы, если первые два тела имеют разноименные заряды?

Задача по физике, явно вычислительная, позволяющая получить ответ с точностью до точности заданных величин, имеющая практический смысл в узкой области знания.

В электрическом поле, образованном двумя вертикально расположенными пластинами, разгоняется электрон. Начальная скорость электрона равна нулю. Ускоряющее напряжение $U_0 = 1$ кВ. Вылетев через отверстие за пределы вертикальных пластин, электрон попадает в пространство между горизонтально расположенными пластинами. Длина этих пластин $L = 10$ см, расстояние между ними $x = 2$ см. Какое напряжение U надо приложить к горизонтально расположенным пластинам, чтобы электрон не смог вылететь за их пределы?

Задача по физике, явно вычислительная, позволяющая произвести оценку численного значения искомой величины, имеющая познавательное значение в узкой области знания.

Оцените среднюю скорость направленного движения электронов в медном проводнике площадью поперечного сечения 1 мм^2 при силе тока 1 А.

Далее, монопредметные физические задачи можно делить согласно охвату разделов (глав) курса физики и выделять задачи, относящиеся к одному разделу (главе), и комплексные задачи.

Задачи, относящиеся к одному конкретному разделу (главе), предполагают использование знаний, относящихся именно к данной главе. Такие задачи можно найти в большом количестве сборников задач для средней школы, профессиональных училищ, техникумов и вузов. Название разделов (глав) в этих сборниках задач соответствует названию соответствующих разделов (глав) в программах курсов и учебниках. Вместе с тем к задачам этого вида можно отнести и задачи, в которых наряду со знаниями, относящимися к изучаемому разделу (главе), в качестве вспомогательных используются знания, полученные ранее. Комплексные задачи предполагают в равнозначном порядке использование знаний, относящихся к разным разделам (главам) курса физики.

Задачи, относящиеся к одному разделу (главе), в свою очередь, часто делятся на задачи по механике, молекулярной физике, термодинамике, электродинамике, колебательным и волновым процессам, атомной и ядерной физике. Бывают и другие варианты крупного деления физических задач.

В каждом разделе (главе) обычно происходит более мелкое деление задач. Так в механике выделяют задачи по кинематике, динамике, статике, законам сохранения.

В кинематике и динамике, как самостоятельные, решаются задачи на поступательное и вращательное движение.

В статике есть задачи, являющиеся частным случаем задач на применение второго закона Ньютона, и задачи на использование правила моментов сил.

В сборниках задач задачи на законы сохранения в механике также обычно начинаются с задач на закон сохранения импульса и закон сохранения энергии, и только потом переходят к задачам на их комплексное использование.

Аналогичная картина наблюдается и в других разделах (главах) курса физики.

Выделение разделов и глав курса физики не является единым и общепризнанным. Главы могут быть более или менее

общими, их число может быть другим. Разделов внутри глав также может быть иное количество. Названия глав и разделов вариативны.

Названный принцип деления задач используется в огромном числе учебников и соответствующих им задачников для средней и высшей школы, пособий для поступающих в вузы и для подготовки к итоговой государственной аттестации за курс основной и полной средней школы.

Само по себе такое деление наиболее логично и понятно. Однако следует иметь в виду, что явное отнесение задачи к вполне определённой области является существенной подсказкой для её решения. Многие из задач, о которых идёт речь, ориентированы на закрепление теоретических знаний и отработку умений применять полученные знания в конкретных ситуациях. Согласно выполняемым функциям такие задачи правильнее называть упражнениями, как, кстати, это часто и делается.

Но на фоне таких задач ярко выделяются задачи, слабо связанные или вообще никак не связанные с определёнными разделами курса физики. Ярким примером таких задач являются знаменитые задачи П.Л. Капицы [41]. Большинство олимпиадных задач также в явном виде не связывается с конкретными законами, которые необходимо будет применить при их решении.

Примеры задач П.Л. Капицы

Астрономические наблюдения показывают, что на планете Венера полная облачность, так что «жители Венеры» лишены возможности наблюдать небесные светила. Опишите, каким методом «жители Венеры» могли бы точно измерить длину своих суток.

Оцените порядок скорости, с которой человек должен бежать по воде, чтобы не тонуть.

Укажите, какие, по вашему мнению, наиболее простые и точные экспериментальные методы возможны для того, чтобы по известным физическим постоянным и располагая

в качестве эталона длиной (метр) можно было бы воспроизвести единицу времени (секунду), не пользуясь при этом астрономическими наблюдениями и постоянной ускорения силы тяжести (как если бы опыт производился в глубокой шахте или на другой планете).

Какие можно придумать эксперименты, чтобы установить абсолютную шкалу температур ниже $0,5^\circ\text{K}$?

Какое количество капель воды находится в кубическом сантиметре тумана, если видимость равна 100 м и туман держится около часа?

При конструировании текстов задач можно ориентироваться как на приведённое, так и на любое другое деление, включая своё собственное.

Приведённый вариант лишь показывает сам принцип деления задач по содержанию самого курса физики. Этот принцип может быть использован и при делении задач по иным основаниям.

Комплексные задачи можно разделить по объёму охвата глав курса физики, выделив задачи, решаемые в пределах одной главы, и задачи, выходящие за пределы одной главы.

Комплексными задачами, решаемыми в пределах одной главы, являются сложные задачи по механике, в которых используется, например, закон сохранения механической энергии, формулы кинетической и потенциальной энергии тела, второй закон Ньютона, формулы для расчёта силы трения скольжения, основное уравнение кинематики равнопеременного движения. Необходимость использования при решении некоторых тригонометрических формул, правил решения квадратных уравнений и систем уравнений не выводит данный вид задач за пределы одной главы курса физики.

Пример сложной комплексной задачи по механике

На длинной нити укреплен шарик. Нить отведена в горизонтальное положение. Шарик отпускают и он начинает

движение по окружности радиуса L . На расстоянии $L/2$ на вертикали, проходящей через точку крепления маятника, в стену вбит гвоздь. Нить зацепляется за этот гвоздь, и шарик продолжает своё движение по окружности радиуса $L/2$. Как высоко шарик может подняться над уровнем, проходящим через нижнюю точку траектории?

Задачей, выходящей за пределы одной главы, является задача на разгон заряженной частицы в электрическом поле и дальнейшее её движение в магнитном поле или в скрещенных электрическом и магнитном полях.

Пример задачи, требующей знаний из механики, электричества, магнетизма

Электрон, не имеющий начальной скорости, разгоняется в однородном электрическом поле и с приобретённой скоростью влетает в скрещенные под прямым углом электрическое и магнитное поля, не испытывая отклонения при движении. Напряжённость электрического поля $E = 10$ кВ/м, а индукция магнитного поля $B = 0,1$ Тл. Чему равна ускоряющая разность потенциалов, обеспечившая такую скорость электрона?

Межпредметные задачи, как правило, в своих текстах содержат информацию, традиционно относящуюся к области других наук. Но решаются эти задачи с использованием знаний из курса физики. Чаще всего межпредметные связи в содержании задач распространяются на область математики и естественных наук – биологии, химии, астрономии. Задачи, содержание которых относится к «другой предметной области», также являются межпредметными, но чаще всего (но не всегда) распространяются на гуманитарные дисциплины – историю, литературу и, самое важное, используются в первую очередь для достижения целей, которые стоят перед гуманитарными дисциплинами.

Деление задач межпредметного характера может проходить по области межпредметных связей. Так, могут выделяться физико-математические, физико-химические, биофизиче-

ские, физико-астрономические задачи. Естественно, что число областей может быть существенно расширено.

Примеры задач, решение которых основано на связи физики и математики

Задача, решение которой может быть выполнено путём исследования функции на минимум и максимум с помощью производной и путём построения и исследования графика квадратичной функции.

||| При каком сопротивлении нагрузки мощность, выделяемая на ней, будет максимальной?

Задача, решение которой может быть выполнено путём исследования функции на минимум и максимум с помощью производной и путём проведения физического эксперимента.

||| Под каким углом надо тянуть сани, чтобы прилагать минимальную силу?

Примеры задач, в которых устанавливается связь физики и химии

Вычислительная задача со всеми заданными для решения величинами, за счёт чего связь с химией в значительной мере утрачивается. При данной постановке практическое значение сомнительно.

||| При электролизе медного купороса расходуется мощность 45 Вт. В течение 1 часа выделяется 10 г меди. Валентность меди – 2, относительная молекулярная масса – 64. Какова сила тока в электролитической ванне? Чему равно сопротивление электролита?

Вычислительная задача с явно отсутствующими данными, решение которой требует комплекса знаний по химии и физике.

||| Необходимо детский воздушный шарик наполнить водородом так, чтобы он смог взлететь. Какие вещества и в

||| каком количестве необходимо взять дня получения водорода? Как технически осуществить данный процесс и как соблюсти нормы техники безопасности?

Примеры задач с биологическим содержанием, в которых биологическая часть присутствует в фактическом материале

||| Масса тела среднего человека равна 60 кг. Масса крови в среднем составляет 8 % от массы тела человека; плотность крови $\rho = 1,050 \text{ г/см}^3$, содержание гемоглобина (Hb) в ней – 14 г на 100 мл; 1 г гемоглобина связывает примерно 1,34 мг кислорода. Сколько кислорода может перенести кровь за один кругооборот?

||| Определите объем и массу кислорода и углекислого газа в воздухе, который пройдет через лёгкие человека за 1 ч, если он делает 16–20 вдохов в минуту. Содержание кислорода в воздухе 21 % (об.), а диоксида углерода – 0,03 % (об.).

||| В 100 г плазмы крови содержится 350 мг хлора (в виде ионов). Масса плазмы составляет 55 % от массы крови. Сколько хлора входит в состав крови человека массой 70 кг?

Среди межпредметных задач выделяется очень большая группа псевдомежпредметных задач. На первый взгляд, в их содержании присутствует информация из смежных областей знания. Однако практический смысл таких задач весьма проблематичен. Сказанное можно проиллюстрировать на задачах, в тексты которых включены материалы биологического содержания.

Примеры псевдобиологических задач

||| Прыжок блохи можно анализировать при помощи замедленной фотосъёмки. Движение можно разделить на два этапа. Первый этап – отталкивание продолжается около 10^{-3} с. В течение этого времени ноги блохи, отталкива-

ясь от земли, ускоряют блоху до скорости около 1,0 м/с. На втором этапе полет блохи в воздухе происходит только под действием силы тяжести (прыжок вертикальный). Вычислите:

а) ускорение блохи во время отталкивания, выраженных в величинах, кратных g ;

б) высоту подъёма над землёй во время отталкивания;

в) высоту, которой достигнет блоха после взлёта с земли. Фотосъёмка показывает, что блоха прыгает на высоту, составляющую лишь $2/3$ вычисленного значения; дайте этому объяснение.

Когда пеликаны ныряют за рыбой, они складывают свои крылья и совершают свободное падение в воду. Предположим, что пеликан начинает нырять с высоты 25 м и, падая, не в состоянии изменить траекторию. Если у рыбы есть в запасе 0,15 с, то она может сманеврировать и уклониться от пеликана. Какова высота, на которой рыба должна заметить пеликана, чтобы спастись? Считайте, что рыба находится у поверхности воды.

Тигр прыгает горизонтально со скоростью 7,0 м/с со скалы высотой 16 м. На каком расстоянии от основания скалы он приземлится?

Если бросить кошку вверх ногами, она все равно приземлится на лапы. Даже бесхвостые кошки обладают этой загадочной способностью. Каким образом кошка переворачивается в воздухе на 180 градусов?

Если пощекотать лежащего на спинке жука-щелкуна, он подпрыгивает вверх сантиметров на 25, при этом раздаётся сильный щелчок. Жучок без помощи ног делает толчок с начальным ускорением $400g$, а затем переворачивается в воздухе и приземляется уже на ноги. Мощность, развиваемая при толчке, раз в сто больше мощности, которую может обеспечить какая-либо из мышц жучка. Как удаётся ему развить такую мощность?

Паук массой 0,085 г спускается по нити паутины, которая поддерживает паука с силой $4,8 \cdot 10^{-4}$ Н. Каково ускорение паука? Соппротивлением воздуха пренебрегите.

Саранча массой 3,0 г в прыжке развивает скорость 3,4 м/с. Чему равна её кинетическая энергия при этой скорости? Если саранча преобразует энергию с КПД = 40 %, то сколько энергии она затрачивает на этот прыжок?

Обезьянка массой 4,2 кг перепрыгивает с одной ветки на другую, расположенную на 1,7 м выше первой. На сколько при этом изменится потенциальная энергия обезьянки?

У млекопитающих, существование которых зависит от умения быстро бегать, форма ног такова, что внизу они довольно тонкие, а мясо и мышцы сосредоточены высоко на верху (вблизи лопаток). Объясните, почему?

Сухожилие животного длиной 16 см под действием силы 12,4 Н удлиняется на 3,3 мм. Сухожилие можно считать круглым в сечении с диаметром 8,6 мм. Рассчитайте модуль упругости этого сухожилия.

Примеры физико-астрономических задач, относящихся к кинематике

Приведите наиболее простые способы определения скорости вращения Земли вокруг своей оси и вокруг Солнца.

Каковы линейная и угловая скорости движения точек земной поверхности, расположенных на экваторе и на широте населённого пункта, в котором вы живёте?

Рассчитайте расстояние до Луны и Солнца.

Примеры физико-астрономических задач,
относящихся к динамике

||| Найдите величину первой космической скорости на Земле, Луне, Марсе, Венере, Юпитере.

||| Рассчитайте массу Луны, Земли, Марса.

||| Найдите гравитационные радиусы Земли и Солнца.

||| Какова сила гравитационного притяжения между Землей и Солнцем, Землей и Луной?

||| Стальной трос какого диаметра мог бы удерживать Землю на ее орбите при исчезновении тяготения?

Примеры физико-астрономических задач,
относящихся к законам сохранения в механике

||| Найдите величину второй космической скорости на Земле, Луне, Марсе, Венере, Юпитере.

||| На какой высоте над поверхностью Земли находятся стационарные спутники связи?

Примеры физико-астрономических задач,
относящихся к молекулярной физике и термодинамике

||| Какова максимальная высота гор на Земле, Луне, Марсе?

||| Каковы давление и температура в центре Земли, Солнца?

||| Сколько пороха необходимо для запуска ИСЗ?

Примеры физико-астрономических задач,
относящихся к электродинамике

||| Чему равна емкость Земли? Каковы размеры эквивалентного плоского конденсатора?

Какова скорость электронов, пробивающих радиационный пояс Земли в районе экватора?

Примеры физико-астрономических задач, относящихся к оптике и квантовой физике

Каковы скорости разбегания галактик?

На сколько уменьшилась масса Солнца за время существования Земли?

Примеры задач с историческим содержанием, в которых историческая часть присутствует в фактическом материале

Ракета-носитель вместе с космическим кораблём серии «Союз» имеет стартовую массу 300 т. При старте запускаются одновременно четыре двигателя первой ступени ракеты (боковые блоки), сила тяги каждого из которых 1 МН, и один двигатель второй ступени, сила тяги которого 940 кН. Какую перегрузку испытывают космонавты в начале старта?

Знаменитый древнегреческий учёный Аристотель, живший в IV в. до н. э., для доказательства невесомости воздуха взвешивал пустой кожаный мешок и тот же мешок, наполненный воздухом. Обнаружив одинаковый вес, Аристотель сделал заключение, что воздух не имеет веса, т. е. невесом. Почему вывод Аристотеля неверен? В чем заключалась ошибка Аристотеля?

У Отто фон Герике (1602–1686) появилось сильное желание убедиться в возможности образования пустоты. Для этой цели (по данным немецких историков, это было до 1654 г.) он наполнил винную бочку водой, присоединил к ней насос и попытался выкачать жидкость. Как только началась откачка, ободы бочки треснули. То же самое повторилось и во второй раз с более прочной бочкой. Герике повторил опыт

и в третий раз, но уже с медным сосудом. Почему, по словам Герике, произошло следующее: «...внезапно, ко всеобщему ужасу, шар со страшным шумом разлетелся на мелкие куски, как если бы он был сброшен с высочайшей башни»?

Вивиани, ученик Торричелли, в 1643 г. проделал опыт по наблюдению явления поднятия ртути в стеклянной трубке. Раздумывая над этим опытом, Торричелли пришёл к заключению, что истинной причиной поднятия в трубке ртути является давление воздуха, а не «боязнь пустоты». При постановке одного из подобных опытов в трубке в столбике ртути оказался пузырьёк воздуха. Будет ли изменяться объем этого пузырька при изменении атмосферного давления? Удастся ли опыт Торричелли, если барометрическую трубку со ртутью поставить открытым концом не в чашку с ртутью, а в чашку с водой?

В 1654 г. Отто Герике (1602–1686) в г. Магдебурге, чтобы доказать существование атмосферного давления, произвёл такой опыт. Он выкачал воздух из полости между двумя металлическими полушариями, сложенными вместе. Давление атмосферы так сильно прижало полушария друг к другу, что их не могли разорвать восемь пар лошадей. Вычислите силу, сжимающую полушария, если считать, что она действует на площадь, равную 2800 см^2 , а атмосферное давление равно 760 мм рт. ст.

В годы ВОВ сапёры использовали миноискатели, которые представляли собой генератор незатухающих электромагнитных колебаний звуковой частоты. Индуктивность контура была выполнена в нем в виде проволочного кольца. Когда кольцо, передвигаемое по земле, приближается к mine, в телефонных наушниках высокий тон сменяется на низкий. Попробуйте объяснить, как это получается.

Среди задач с межпредметным содержанием выделяют задачи, в текстах которых приведены выдержки из художественных произведений. Огромное количество инте-

реснейших задач такого вида приведено и описано в книгах А.П. Усольцева [102, 103].

Примеры задач с художественным содержанием

В романе «Россия молодая» Ю. Герман описывает высадку русской эскадры на берег во время похода Петра I на шведскую крепость Нотебург: «Матросы, солдаты, пушкари, офицеры, монастырские приписанные мужики, надсаживаясь, со страшным трудом выволакивали из липкой тундровой грязи тяжёлые дубовые лафеты, пушечные стволы, бочки с мукой, с солёной рыбой, с сухарями, нагружали на сотни телег, поданных к самому берегу... Телеги тут же вязли по самые ступицы, лошади хрипели, оскальзываясь, валились в грязь. Меньшиков... распорядился строить дощатый помост. Выгрузку остановили, навели мостки для телег, Пётр, надрывая горло, голодный, обросший щетиной, сам установил черед, – дело пошло толковее. Кони перестали падать, подводы вязнуть». Почему подводы перестали вязнуть в грязи?

В романе М. Шолохова «Поднятая целина» есть такой эпизод: дед Щукарь объелся телятиной и у него заболел живот. Чтобы вылечить деда, лекарка поставила ему на живот разогретую «махотку» (глиняный горшок). «Ой, живот мне порвёт! Ой, родненькие, ослобоните! – закричал дед Щукарь». Тогда Давыдов взял скалку и стукнул ею по дну махотки, она рассыпалась, и «воздух со свистом рванулся из-под черепков». Почему не удалось снять горшок и пришлось его расколоть? Верно ли с точки зрения физики описано поведение воздуха после того, как разбили «махотку»?

В романе А. Кларка «Город и звезды» на одной из планет главные герои «...встретили целую флотилию огромных мешковатых пузырей, плывших по ветру. Из каждого этого полупрозрачного мешка свешивались ветви, образуя свое-

го рода перевёрнутый лес. Некоторые растения в попытке избежать смертоубийственных конфликтов на поверхности планеты приноравливались, оказывается, жить в воздухе! Благодаря какому-то чуду адаптации, они научились производить водород и запасать его в резервуарах, что позволило им подняться в сравнительно безопасные слои нижней части атмосферы».

Каким должен быть объем пузыря такого растения, если его масса равна 100 кг (без учёта массы водорода), а плотность атмосферы планеты $2,00 \text{ кг/м}^3$?

В романе Х. Клемента «Экспедиция "Тяготение"» рассказывается о планете, где сила тяжести в несколько раз больше, чем на Земле. На этой планете из моря на берег выброшено огромное морское животное: «На добрых шестьсот футов растянулось оно на песчаном грунте; при жизни это тело было, вероятно, цилиндрической формы и имело более восьмидесяти футов в диаметре. Теперь же, вне жидкой среды, в которой оно обитало, оно напоминало восковую модель, слишком долго пролежавшую под горячими лучами солнца. Даже если предположить, что плотность тела у этого чудовища примерно вдвое меньше, чем у земных животных, вес его должен быть огромен, если ещё учесть тройную, по сравнению с земной, силу тяжести».

Какова масса описанного в романе животного и почему оно, выброшенное на берег, погибает? Может ли такое произойти на Земле с морскими животными? Плотность тела земных животных считать равным плотности воды.

Однако в ряд задач с художественным содержанием часто ставятся задачи, лишь формально и отдалённо их напоминающие. Введение в содержание каких-либо персонажей, даже известных и хорошо узнаваемых, придумывание сюжетов, описывающих действие этих персонажей, вряд ли позволяет считать тексты художественными.

Примеры задач с псевдохудожественным содержанием

Очень лёгкий Чебурашка массой 1 кг и очень тяжёлый Крокодил Гена массой 100 кг решили совершить прогулку по зимнему лесу. Гена одел лыжи, площадь которых $2\,000\text{ см}^2$, а Чебурашке достались ходули площадью опоры 800 мм^2 . Кто из друзей получит большее удовольствие от прогулки, если снег выдерживает давление в $10\,000\text{ Па}$?

По заданию учителя труда Петя пытался проделать отверстие в доске гвоздём площадью острия 1 мм^2 с силой 30 Н, самый сильный мальчик в классе Коля пытался проткнуть доску металлическим штырём площадью 1 см^2 , прикладывая силу 0,1 кН, а самая слабая девочка в классе Катя проткнула доску шилом площадью острия $0,01\text{ мм}^2$ с силой 10 Н. Кто из ребят получил «пятёрку» по труду и «пятёрку» по физике за создание наибольшего давления?

В отличие от задач с межпредметным содержанием, задачи можно делить по областям, обслуживаемым или используемым курсом физики. К этим областям могут относиться практически все отрасли знания, в частности история, литература, биология, химия, география, астрономия.

Реализуется такой вариант, когда учитель физики решает не узкие задачи конкретных учебных дисциплин, а выходит на уровень решения задач общепедагогического плана. При этом он на время может выйти в запредельную для своей дисциплины область и для более эффективного решения подобных задач воспользоваться ресурсами другой учебной дисциплины.

Можно привести такой пример.

В 8-м классе, после изучения видов теплопередачи, на уроке выделяется время для беседы с учениками о том, какие книги они читают, любят ли они научно-фантастические произведения, книги каких авторов им больше нравятся. Здесь же можно поделиться и собственными вкусами (если, конечно, учитель компетентен в данной области). Разговор о литературе сам по

себе не вреден. Но общий разговор можно плавно перевести на конкретное произведение Артура Кларка «Лунная пыль», в котором описывается интереснейший сюжет, имеющий непосредственное отношение к только что изученной теме. Очень кратко можно пересказать суть первой части данного произведения, поставить ряд проблемных вопросов относительно объяснения описанных событий и дать задание предсказать, как эти события могли бы развиваться дальше, чтобы финал истории оказался счастливым. Домашнее задание заключается в том, чтобы написать изложение по первой части и сочинение по второй части произведения.

Подобное отвлечение от официального программного материала, содержание домашнего задания более характерны для уроков литературы, чем для уроков физики. Однако выход в область далеко отстоящей от естественных наук дисциплины способствует формированию у школьников творческого воображения, логического мышления, умения кратко и чётко излагать свои мысли. Кроме того, для написания изложения-сочинения ученику непременно надо неплохо знать изученный на уроках физики материал.

Практика показывает, что ученики оказываются неравнодушными к такого рода заданиям. В период выполнения работы, перед тем как изложить мысли на бумаге, постоянно подходят с просьбами выслушать свои версии предстоящего описания. Немаловажно и то, что всегда находятся ребята, которые находят книгу Кларка и прочитывают её. Конечно, в их пересказе фантазии уже нет, но сам факт прочтения книги важен сам по себе.

По содержанию текста различаются абстрактные задачи и задачи, содержащие фактологический материал.

При этом фактологический материал может не иметь определённой ориентации, быть практико-ориентированным, либо просто занимательным.

Среди практико-ориентированных задач наиболее распространёнными являются задачи с техническим и сельскохозяйственным содержанием.

Следующий отрывок, относящийся к условиям смены воздуха в отопляемом помещении, взят из технического журнала:

Всякое вентиляционное отверстие (в жилом помещении) создаёт обмен воздуха. Испорченный, более тёплый воздух втягивается в отдушину, а так как место его должно быть заполнено, то снаружи во все щели дверей, окон и даже самих стен устремляется свежий воздух. При топке с открытой дверцей получается хорошая вентиляция. Для горения дров нужен кислород воздуха, который с большой силой и засасывается из комнаты в печь. Продукты горения поступают не обратно в комнату, а улетают в трубу. На освобождающееся внутри комнаты место должен притечь снаружи свежий воздух.

Правильно ли описаны в этом отрывке воздушные течения?

Практическая ориентация, естественно, не ограничивается ориентацией на технику и сельское хозяйство. Ряд может продолжаться ориентацией на медицину, астрономию, географию и другие области.

Среди многочисленных видов занимательных задач выделяются задачи, представленные в форме сказок, стихов, рассказов или их фрагментов. В этот же ряд следует поставить весёлые и логические задачи. Сейчас в сети Интернет на различных сайтах можно найти множество подобных задач. К сожалению, часто достоверно установить их авторство не представляется возможным.

Примеры задач в форме сказок

«Репка» – русская народная сказка. «Позвала кошка мышку. Мышка за кошку, Кошка за Жучку, Жучка за внучку, Внучка за бабу, Бабу за деду, Дедка за репку – Тянут –

||| потянут – И вытянули репку». Какие силы действовали на репку? Могла ли мышка оказать существенное влияние на вытягивание репки?

Примеры задач в форме стихов

||| В графин с водою карандаш
Мальвина уронила.
«Карандаш не утонул, –
Заметил Буратино. –
Погрузился карандашик
На три четверти всего!»
А теперь скажи, какая
Была плотность у него?

||| Дед Мазай рыбачил с лодки.
Чтоб измерить глубину,
Отклонил он на полметра
В реке тростиночку одну.
На ладонь тростинка эта
Погрузилась в бездну вод,
А теперь скажите: можно ль
Перейти ту речку вброд?

||| Купила мама Лёшке
Отличные сапожки –
Восемь дюймов высотой
И с подошвою литой.
В них Алёше целый день
Лужи измерять не лень.
Ворчала мама: «Ай-ай-ай,
Ведь залилось же через край!»
В чём же Лешина вина?
Казалась меньше глубина!

Легендарный рассказ о задаче Архимеда с золотой короной передаётся в различных вариантах. Древнеримский архитектор Витрувий (I век нашей эры) сообщает об этом следующее:

Когда Гиерон (Гиерон – сиракузский правитель, по преданию – родственник Архимеда. Не смешивать с учёным-механиком древности Героном), достигши царской власти, пожелал в благодарность за счастливые деяния пожертвовать в какой-либо из храмов золотую корону, он повелел изготовить ее и передал мастеру необходимый материал. В назначенный срок тот принёс изготовленную корону. Гиерон был доволен; вес короны соответствовал количеству материала. Но позже стали доходить слухи, что мастер похитил некоторое количество золота, подменив его серебром. Гиерон, рассерженный обманом, просил Архимеда придумать способ обнаружить подмену.

Занятый этим вопросом, Архимед пришёл случайно в баню и, войдя в ванну, заметил, что вода вылилась через край из ванны в количестве, отвечающем глубине погружения тела. Сообразив причину явления, он не остался в ванне, а радостно выскочил и нагой побежал домой, крича на бегу по-гречески: Эврика, эврика! (нашёл).

Затем, исходя из своего открытия, он взял два куска того же веса, как корона, один из золота, другой из серебра. Наполнив глубокий сосуд доверху водой, он погрузил в него серебряный кусок. Вода вытекла в количестве, отвечающем объёму куска. Вынув кусок, он дополнил сосуд тем количеством воды, какое из него вылилось, измеряя приливаемую воду, пока сосуд вновь наполнился до краёв. Отсюда он нашёл, какой вес серебра соответствовал определённому объёму воды. После того он опустил подобным же образом в наполненный сосуд кусок золота и, когда пополнил вытекшую воду, нашёл измерением, что вытекло её меньше настолько, насколько кусок золота имеет меньший

объем, чем кусок серебра того же веса. Когда затем он ещё раз наполнил сосуд и погрузил в него корону, он нашёл, что вытекло воды более, чем при погружении куска золота, и с помощью этого избытка вычислил примесь серебра к золоту, обнаружив таким образом обман мастера.

Можно ли было по описанному здесь методу Архимеда вычислить количество золота, подменённое в короне серебром?

Примеры весёлых задач [74]

Плывя вниз по реке, гребец преодолевает 5-вёрстное расстояние за 10 мин. Возвращаясь, он проплывает то же расстояние за один час, следовательно, 10 вёрст он проплывает за 1 час 10 мин. А сколько времени ему понадобится, чтобы проплыть 10 вёрст в стоячей воде озера?

Машинист железнодорожного состава задолжал крестьянке за молоко и уклонялся от платежа. Молочница долго ждала и наконец придумала, что делать. Однажды, когда пары были уже разведены и поезд должен был тронуться, она стала у паровоза и заявила машинисту:

– Отдавай долг, иначе не пущу поезд!

Машинист, разумеется, только усмехнулся, услышав такую угрозу.

Но женщина не шутя намеревалась не дать поезду тронуться с места.

И что же? Машинист пустил в ход машину, но паровоз ни с места. Машина работает, а поезд стоит, словно заколдованный.

– Отдай деньги – пущу поезд! – с торжеством объявила крестьянка.

Пришлось машинисту заплатить долг полностью; тогда только поезд тронулся.

В чём же состояло «колдовство» молочницы, и как оно было снято?

Подобные задачи достаточно понятны и в особых комментариях не нуждаются. Но в обозначенный ряд входят и задачи, которые можно было бы назвать «хулиганскими».

Ярким примером задач с «хулиганским» содержанием являются знаменитые задачи Г. Остера [71]. Отношение разных людей к этим задачам неоднозначное. Но коль они существуют, имеет смысл выделить их в отдельный вид.

Примеры занимательных задач с экспериментальной основой

Попробуйте проделать такой фокус: наполните чистый стакан доверху водой и поспорьте с гостями, что в стакане ещё очень много свободного места. Вам, конечно, не поверят, но вы начнёте осторожно, не касаясь воды, но и без всплесков опускать в стакан одну за другой монетки. И вода при этом из стакана не будет выливаться – вы докажете, что в ней ещё есть место! Почему же так получается?

На двух чашах рычажных весов находятся два ведра, наполненные водой. Уровень воды в них одинаков. В одном ведре плавает деревянный брусок. Будут ли весы находиться в равновесии?

С помощью линзы получено действительное изображение электрической лампочки. Как изменится изображение, если закрыть верхнюю половину линзы?

Школьник, придя домой, удивил своих родителей следующим фокусом. Он тщательно печатными буквами написал на листе бумаги два слова: красным карандашом слово «кофе», а синим – слово «чай». Затем наполнил водой пробирку и предложил через воду посмотреть на каждое из этих слов. Первое слово осталось прежним, а второе перевернулось. В чём здесь дело?

На морозе стоят взрослый человек и ребёнок, оба одеты одинаково. Кому из них холоднее?

Известно, что бумеранг можно бросить так, что он вернётся обратно. Можно ли бросить теннисный мяч, чтобы он вернулся обратно?

Известно, что для измерения толщины тонких проволок или пластин используются приборы для точных измерений: например, штангенциркуль или микрометр. К сожалению, у вас под рукой таких приборов не оказалось.

Как вам измерить как можно точнее толщину одно- и двухкопеечной монеты, листа бумаги или фантика от шоколадных конфет (можно использовать подручные измерительные предметы)?

Снежная лавина накрыла, разметала лагерь альпинистов. Выкарабкались, вытащили, что могли, собрались. Слава Богу, все живы. Один, правда, здорово повредился. Лихорадит. Доктор умудрился спасти аптечку! Вколол обезболивающий, достал новое чудо фармацевтики. В ампуле порошок и написано: «Растворить в столовой ложке кипящей воды». И ни у кого ни спичек, ни зажигалки, ни лупы. Но доктор физику знает по жизни. Через минуту порошок начал растворяться в кипящей воде. Как он это сделал?

На гладкую доску положили 2 кирпича – один плашмя, а другой на ребро. Кирпичи весят одинаково. Какой кирпич соскользнёт первым, если наклонять доску?

Примеры логических задач [58]

Космонавт вышел из корабля в космос и с помощью индивидуального ракетного двигателя совершает прогулку по окрестностям. Возвращаясь, он несколько передержал двигатель включённым, подошёл к кораблю с избытком скорости и стукнулся о него коленом. Будет ли ему больно?

Космический корабль-спутник совершает вокруг Земли 10 оборотов в сутки. По каким-то соображениям ему нужно

ускорить свое движение так, чтобы совершать 12 оборотов в сутки. Что должен сделать космонавт: ускорить или затормозить корабль?

Вы находитесь на орбите спутника Земли, и вам предстоит приземление. Известно, что для этого надо сделать: развернуть корабль с помощью двигателей ориентации так, чтобы сопла тормозных двигателей были направлены вперед по линии вашего полета, и затем включить тормозные двигатели. И вдруг вы обнаруживаете, что двигатели ориентации вышли из строя. Как быть? Сумеете ли вы развернуть корабль без двигателей?

На полюсе Солнце полгода находится над горизонтом, полгода же – под горизонтом. А Луна?

На фоне действительно занимательных и интересных задач неким диссонансом выступают задачи, привлекающие внимание даже слабоуспевающих и не мотивированных на решение каких-либо задач учеников. В первую очередь, речь идет об уже упоминавшихся выше задачах Г. Остера [71]. Педагогическое содержание и возможность использования таких задач в учебном процессе сомнительны. Во всяком случае, однозначного мнения о ценности этих задач, в отличие от самих задач, на сей момент не существует.

Примеры псевдозанимательных задач

Коля ловил девочек, окунал их в лужу и старательно измерял глубину погружения каждой девчонки, а Толя только стоял рядышком и смотрел, как девчонки барахтаются. Чем отличаются Колины действия от Толиных, и как такие действия называют физики?

Если схватить Петю и резко встряхнуть – из карманов у него вылетят гвозди, ножик, рогатка, камешки, пробки, кусочки свинца и 144 рубля мелочью. В чем причина такого удивительного явления природы?

Какую силу должен прилагать пятиклассник Егор Букин, чтобы одной рукой держать за шивороты в воздухе трёх первоклассников, общая масса которых 53 кг?

Коля и Толя влюбились в Олю и стали тянуть ее в разные стороны. Коля тянет за ноги с силой 115 ньютонов, а Толя за руки с силой 110 ньютонов. Вычислите, чему равна равнодействующая этих сил и узнайте, как будет двигаться Оля: вперёд ногами или головой?

Грабители отняли у потерпевшего деньги, документы, раздели его догола и решив, что взять с него больше нечего, кинули с моста в речку. Чем все-таки обладал потерпевший на полпути к холодной воде?

По содержанию программного материала выделяются задачи, которые заданы программой, и задачи, выходящие за её пределы.

Среди внепрограммных задач наиболее известными и разработанными являются олимпиадные задачи.

В настоящее время в этом классе задач стали особо выделяться задачи, предназначенные для организации проектной и исследовательской деятельности учащихся.

Задачи можно делить по уровню охватываемой предметной области на задачи пропедевтического уровня, задачи, предназначенные для средней и высшей школы, послевузовского образования.

Под физическими задачами пропедевтического уровня понимаются задачи для детей дошкольного, младшего и среднего школьного возраста до того периода, когда они начнут изучать физику в школе. Это не обязательно седьмой класс, поскольку есть варианты раннего изучения предмета с пятого класса. А о возможности решать физические задачи с маленькими детьми свидетельствует хотя бы книга Л. Сикорука «Физика для малышей» [86].

Уровень средней школы можно делить дальше, выделяя основную и полную среднюю школу, общеобразовательные школы, лицеи и гимназии, профильные и непрофильные клас-

сы. То же самое относится и к уровню высшей школы. Физика преподаётся и в классических университетах, и в педагогических, технических, медицинских, аграрных вузах.

Во всех случаях специфика образовательных учреждений должна отражаться и на специфике задач, решаемых в соответствующих курсах физики.

По способу описания можно выделить подлинные задачи и задачи-описания.

Пример задачи-описания [73]

В последнее время большую популярность на Западе, особенно в Америке, приобрела занимательная игрушка, называемая там йо-йо. Это катушка, которая спускается на разматывающейся ленте и сама затем поднимается. Игрушка – не новость: ею развлекались ещё солдаты наполеоновских армий и даже, по разысканиям сведущих людей, герои Гомера.

С точки зрения механики йо-йо не что иное, как видоизменение общеизвестного маятника Максвелла: небольшой маховичок падает, разматывая навитые на его ось нити, и приобретает постепенно столь значительную энергию вращения, что, развернув нити до конца, продолжает вращаться, вновь наматывая их и, следовательно, поднимаясь вверх. При подъёме, вследствие превращения кинетической энергии в потенциальную, маховик замедляет вращение, наконец останавливается и опять начинает падение с вращением. Опускание и подъем маховичка повторяются много раз, пока первоначальный запас энергии не рассеется в виде теплоты, возникающей при трении.

Прибор Максвелла описан здесь для того, чтобы предложить следующий вопрос:

Нити маятника Максвелла прикреплены к пружинному безмену. Что должно происходить с указателем безмена в то время, когда маховичок исполняет свой танец вверх и

вниз? Останется ли указатель в покое? Если будет двигаться, то в какую сторону?

По используемому языку описания – на задачи, сформулированные на языке, соответствующем языку изучаемой науки, и сформулированные на другом языке.

Под «другим языком» подразумевается не иностранный, а русский, но не научный, а, например, бытовой язык.

Сюда, в частности, попадают задачи-«почемучки».

Примеры формулировок задач-почемучек можно встретить, например, в рубрике журнала «Юный техник» середины 1960-х гг. «Один профан спросил и озадачил мудреца».

Почему у кошки в темноте глаза светятся?

Почему волосы вьются?

Почему по льду ходят мелкими шажками?

Почему жареное вкуснее варёного?

Особенно много таких задач можно услышать родителям от своих маленьких детей.

Если не пытаться решать такие задачи и не находить приемлемые ответы на них, значит, скорее бессознательно, не только самим отказываться от интеллектуального развития, но и отлучать детей от творчества и содействовать их отуплению. Хорошо, если этот процесс где-то и кем-то будет направлен в иное направление.

По информационной представленности текстов задач выделяются свёрнутые и развёрнутые задачи.

В свёрнутых задачах необходимая для решения информация задана неполно, а в развёрнутых, соответственно, задана вся необходимая информация.

Задачи можно делить по авторству.

Естественно, что автором является человек, составивший текст задачи. Так, известными являются задачи Я.И. Перельмана, П.Л. Капицы, Л.Ф. Магницкого и ряда других талантливых учёных, педагогов, популяризаторов науки.

Однако часто имена составителей значительной части задач, включённых во многие сборники, оказываются по тем или иным причинам неизвестными. Особенно это относится к задачам, тексты которых включаются в разные сборники. При этом автором называется тот человек, кому принадлежит соответствующий сборник.

Автором, если задача оригинальна и полностью придумана самостоятельно, или соавтором, если известная задача существенно изменена, может быть учитель или ученик.

Примеры задач Я.И. Перельмана [73]

Я получил ряд писем с выражением недоумения по поводу затяжного прыжка мастера парашютного спорта Евдокимова, поставившего мировой рекорд 1934 г. Евдокимов падал в течение 142 секунд с нераскрытым парашютом и, лишь пролетев 7 900 м, дернул за его кольцо. Это никак не согласуется с законами свободного падения тел. Легко убедиться, что если парашютист свободно падал на пути 7 900 м, то должен был употребить не 142 секунды, а только 40. Если же он свободно падал 142 секунды, то должен был пролететь путь не в 7,9 км, а около 100 км. Как разрешается это противоречие?

Небесные тела по массе больше земных во много раз. Но их взаимное удаление превышает расстояние между земными предметами тоже в огромное число раз. А так как притяжение прямо пропорционально первой степени произведения масс, но обратно пропорционально квадрату расстояния, то странно, почему мы не замечаем притяжения между земными предметами и почему оно так явно господствует во Вселенной?

Объясните это.

На тему предыдущей задачи мною составлена была для немецкого журнала статья. Прежде чем её напечатать, редакция обратилась ко мне со следующей просьбой:

Нам кажется, что в ваших расчётах не все правильно.

Притяжение двух тел равно:

$$\frac{\text{масса} \cdot \text{масса} \cdot \text{постоянная тяготения}}{\text{квадрат расстояния}}$$

Вы, однако, оперируете всюду с весом, а не с массами. Вес равен mg , откуда масса равна весу, делённому на 9,81. Это в ваших расчётах не было принято в соображение. Не будете ли вы любезны пересмотреть расчёты?

Правильно ли замечание редакции? Нужно ли при вычислении силы притяжения умножать килограммы на килограммы, или необходимо предварительно делить число килограммов на g ?

Среди авторских задач особо хочется отметить знаменитые задачи П.Л. Капицы [41], которые, как и задачи Я.И. Перельмана [72–74], лучше читать, решать и анализировать отдельно.

По способам представления и оформления содержания можно выделить текстовые, графические, видеозадачи, задачи-рисунки.

Содержание задач может быть представлено в форме тестов, собственно задач, упражнений, вопросов.

Тесты, в свою очередь, могут быть открытыми, с выбором одного или нескольких ответов.

То, что в один ряд с задачами поставлены тесты, упражнения и вопросы, не означает, что эти понятия являются синонимами. Но, к сожалению, синонимичность данных понятий достаточно прочно закреплена на обыденном уровне. В данном случае ряд приведён не для того, чтобы подстроиться под бытовую терминологию и подкрепить её, а для того, чтобы показать, что и тесты, и упражнения, и вопросы могут быть после ряда несложных процедур преобразованы в различного вида задачи.

Наиболее известными способами преподнесения содержания задач являются устный, письменный, экспериментальный, видео. Но в данный ряд можно добавить и некоторые невербальные способы.

По степени сложности выделяются простые и сложные задачи.

Объективными критериями, определяющими степень сложности задачи, могут являться число преобразований её текста в ходе решения и число разделов курса физики, материал которых привлекается для решения.

При этом следует отметить, что понятие сложности является относительным. Для одного человека задача может оказаться чрезвычайно сложной, а для другого та же самая задача будет выглядеть очень простой. Ориентируясь на личностные характеристики людей, уровень их знаний, опыт применения этих знаний в ситуациях, связанных с решением задач, по обозначенному основанию вряд ли можно классифицировать задачи, отделить простые от сложных, установить степень сложности той или иной задачи.

В данном случае к простым задачам следует относить правильно поставленные задачи с оптимальным числом данных, чётко и ясно сформулированным вопросом или требованием, решение которых, как правило, проводится в рамках одного раздела курса физики с использованием известных формул. Понятие сложности задачи связывается с представлением о том, что решение задачи является системой последовательных преобразований её текста – условия и требований. Именно число таких преобразований и определяет объективную сложность решения задачи. Если решение требует привлечения знаний из разных разделов курса физики или других наук, то число используемых разделов добавляется к показателю сложности задачи.

От показателя сложности отличается показатель трудности задачи. Этот показатель имеет психологическую основу. Часто объективно простая задача оказывается трудной, а объективно сложная – не трудной.

Таким образом, задачи по уровню их трудности делятся на трудные и нетрудные.

Трудные задачи, в свою очередь, могут быть субъективно и объективно трудными.

Субъективная трудность задач может быть обусловлена банальным отсутствием знаний, необходимых для решения, либо отсутствием соответствующих умений или опыта решения данного класса задач.

Объективная трудность вызывается либо тем, что решающему попадается принципиально новая задача, аналогии которой отсутствуют в его опыте, либо наличием в задаче барьеров – шаблона, прошлого опыта, сильной стороны вещи, текста и др.

Субъективно трудные задачи, обусловленные отсутствием у решающего знаний и опыта применения этих знаний к решению задач особого интереса не представляют. Появятся знания и умения, и трудные задачи перестанут быть таковыми. Некоторый интерес представляют принципиально новые задачи. Но, если эти задачи можно будет отнести к какому-либо известному классу, проблема их решения, при условии компетентности решающего, также снимается.

Наибольший интерес представляют так называемые барьерные задачи.

Трудность в их решении заключается в том, что в условиях и вопросах (или требованиях) таких задач заложены психологические препятствия, называемые барьерами. Если барьер найден, идентифицирован и преодолен, задача из трудной почти всегда переходит в ранг сложной или даже простой.

Все психологические барьеры могут быть детализированы и в связи с этой детализацией выделяются отдельные виды задач.

Например, текстовые барьеры задач делятся на барьеры условия и барьеры вопроса.

Среди барьеров условия выделяются барьеры данных и барьеры терминологии.

Барьеры данных могут быть обусловлены их неполнотой, избыточностью, неправильностью или отсутствием таковых.

Терминологические барьеры возникают из-за использования неверной или неизвестной терминологии.

Барьеры в вопросах или требованиях к задачам часто появляются потому, что вопрос поставлен неверно. Но встречаются случаи, когда вопрос в задаче в явной форме вовсе отсутствует.

Пример барьерной задачи с противоречащими друг другу данными

Чему равно сопротивление медного провода длиной 1 м и диаметром 1 мм², если при напряжении на его концах, равным 10 В, сила протекающего тока равна 2 А?

Пример барьерной задачи с неправильными данными

Чему равно ускорение движения небольшого шарика, если он, будучи брошенным с высоты 2 м вертикально вниз с начальной скоростью 2 м/с, достиг поверхности за 0,8 с?

Пример барьерной задачи с отсутствующими данными и неоднозначным решением

Для проверки справедливости закона Ома для участка цепи собрали электрическую цепь, состоящую из последовательно соединённых источника тока с регулируемым напряжением на выходе, амперметра, и электролампочки. Параллельно электролампочке подсоединили вольтметр. Изменяя и измеряя напряжение на выходе источника тока, фиксировали соответствующие значения силы тока. Удалось ли в данном опыте подтвердить справедливость закона Ома для участка цепи?

Примеры барьерных задач с отсутствующими данными в свёрнутом условии

Как зависит относительный показатель преломления среды от её температуры?

Во сколько раз отличаются импульсы грузового и легкового автомобилей, движущихся с одинаковой скоростью?

Пример барьерной задачи с отсутствующими данными в условии и неявно сформулированным вопросом

Как из динамических громкоговорителей собрать звуковую колонку, которая при подключении к заданному эстраднему усилителю работала бы наиболее эффективно?

К барьерным задачам можно отнести задачи-парадоксы и задачи-софизмы [50, 94]. (Парадокс представляет из себя явление или высказывание, которое противоречит ожиданиям, здравому смыслу, жизненному опыту. В основе софизма лежит заведомо ложное умозаключение, основанное на преднамеренном нарушении правил логики, сознательно сделанной ошибке.)

Пример физического парадокса [50, с. 35]

Уже первые воздухоплаватели, поднимавшиеся сравнительно невысоко над земной поверхностью, отметили понижение температуры воздуха. На высоте нескольких километров, где проложены трассы современных пассажирских реактивных самолётов, господствует такой сильный мороз, что пассажиры попросту бы замёрзли, если бы кабины самолёта не отапливались. Однако при дальнейшем подъёме наблюдается так называемая инверсия, то есть температура начинает возрастать, и на высоте нескольких сотен километров молекулы воздуха обладают скоростями, которым соответствуют температуры в несколько тысяч градусов! Почему же в таком случае не плавятся и не сгорают летающие именно на таких высотах в течение длительного времени искусственные спутники Земли?

Пример физического софизма [50, с. 58]

Известно, что $2 \text{ гВт} = 200 \text{ Вт}$ и $3 \text{ гВт} = 300 \text{ Вт}$. Перемножив эти равенства почленно, получаем: $6 \text{ гВт} = 60\,000 \text{ Вт}$, или $6 \text{ гВт} = 60 \text{ кВт}!$?

По уровню оригинальности текстов задачи делятся на оригинальные и, соответственно, неоригинальные.

По уровню творчества при их решении – на творческие и нетворческие [59, 80].

Примеры творческих задач [59, с. 53]

Как проще сравнить удельные теплоёмкости двух различных металлов, не имея таблицы удельных теплоёмкостей? Большая точность не требуется. Предложите способ.

Как определить вес металлического предмета (например, железной гайки), не прибегая к его взвешиванию и измерению объёма? Предложите способ.

Как приблизительно определить температуру нагретой железной гайки? Придумайте способ.

По видам творчества, проявляемым при их решении, – на изобретательские, конструкторские и исследовательские [79].

Пример изобретательской задачи

Для выполнения лабораторной работы по определению ускорения движения шарика, скатывающегося с наклонной плоскости, необходим метроном – прибор, издающий громкие короткие звуки через равные промежутки времени. В кабинете физики такой прибор отсутствует.

Как за относительно короткое время из подручных материалов изготовить прибор, заменяющий метроном?

Примеры конструкторских задач

Сконструируйте прибор, позволяющий определить силу нормального давления на наклонной плоскости при различных углах наклона.

Сконструируйте модель кронштейна, которая бы давала возможность наблюдать разложение силы по правилу параллелограмма.

Сконструируйте прибор для проверки правила разложения силы на клине.

Сконструируйте кусачки, которые при обычной длине ручек и губок давали бы в несколько раз больший выигрыш в силе, чем обычные.

Сконструируйте прибор, который бы позволял устанавливать зависимость лобового сопротивления от формы тела.

Сконструируйте прибор, который бы позволил пронаблюдать разность статического давления над крылом самолёта и под крылом, находящимся в воздушном потоке.

Изобретательские задачи, по способам их решения, делятся на задачи, решаемые на основе метода «проб и ошибок», решаемые с помощью алгоритмов АРИЗ, решаемые с помощью ТРИЗ.

АРИЗ – это алгоритм решения изобретательских задач, а ТРИЗ – теория решения изобретательских задач. Предполагается, что решение любых видов изобретательских задач будет проводиться на основе идей, изложенных в книгах Г.С. Альтшуллера [4] и его последователей, посвящённых применению ТРИЗ в учебном процессе.

Приведённые ниже примеры различных видов задач, решаемых с помощью ТРИЗ и АРИЗ, взяты из книги Б.Л. Злотина и А.В. Зусман [33], в которой можно найти решения и анализ как этих, так и других аналогичных задач.

Пример задачи на поиск противоречия

Газосварщик работает в защитных очках со специальными темно-синими стеклами. В инструкции сказано: очки следует содержать в чистоте, протирать стекла мягкой тряпочкой. А как быть с капельками расплавленного металла, прилипшими к темным стеклам? Их не только тряпочкой, ножом не отскоблишь. Сварщик перестает видеть, что сваривает, стекла надо менять. Но, оказывается, темно-синие стекла – дефицит. Какое здесь противоречие?

Пример задачи на системный подход

Детали, получаемые литьем в земляную форму, нужно потом очищать от приставшей горелой земли. Делают это с помощью сильной струи воздуха. Получается неплохо, но есть недостаток: подхваченные струей песчинки взлетают в воздух, засоряют атмосферу цеха. Нужно бы поставить воздухоочистные установки, но участок старый, для них совершенно нет места... Как быть?

Примеры задач на поиск красивого решения

У массивной стальной шестерни привода экскаватора стерлись верхушки зубьев, всего на 1-2 миллиметра, но шестерня диаметром в несколько метров непригодна к работе. Как быть?

Танкеры привозят нефть и перекачивают ее на нефтеперегонный завод, стоящий на берегу. Для хранения нефти заводу нужны огромные резервуары. Где взять для них место? Все свободное пространство занято заводскими строениями.

На дрейфующей полярной станции случилось ЧП: уронили в прорубь важную часть прибора – медную трубку диаметром 100 миллиметров. Стали искать замену – нашлась только труба диаметром около 80 миллиметров. Но с такой прибор работать не будет. Как быть?

Пример задач на свёртывание и развёртывание (создание бисистем)

На заводе, производящем кабель, возникла проблема. Кабельные катушки положено перевозить в железнодорожных вагонах «на ребре». Чтобы катушки весом в несколько тонн не катались по всему вагону, под них устанавливают

полукруглые подставки. Требуется много древесины, труда. Как быть?

В середине пятидесятих годов советский ученый Николай Федотович Казаков изучал странное явление – при больших скоростях резания металла на резце возникали небольшие бугорки – наросты. Оказалось, что причина их появления – диффузия атомов металла заготовки в резец, происходящая при высоких температурах и высоких давлениях в зоне резания. Так была открыта диффузионная сварка, позволяющая надежно соединять самые разные металлы и даже металл со стеклом, керамикой. Но процесс этот очень капризный. Необходимо практически полное отсутствие кислорода, потому что даже тончайшая окисная пленка на поверхности металла мешает диффузии. Существуют два способа проведения такой сварки. Первый – в вакуумной камере. Но требуется откачка воздуха до миллионной доли атмосферы – это трудоемкий и дорогой процесс. Другой способ – сварка в инертном газе. Но для этого нужен дефицитный газ высокой очистки, в котором примеси кислорода не превышают миллионной доли. А в имеющемся в любом количестве обычном инертном газе примесей – тысячные доли. Как быть?

Пример задачи на построение полисистем

Приходит грузовое судно в порт и ждет, пока его разгрузят и загрузят снова. Даже при самых производительных способах разгрузки и загрузки это приводит к большим убыткам. Как быть?

Примеры задач на вепольный анализ

На заводе есть станок для резки труб. Отрезанный кусок скатывается вниз по направляющим со страшным грохотом. Как уменьшить грохот?

Ягоды облепихи успешно сопротивляются всякому механизированному сбору. Нужно придумать способ уборки, не повреждающий ягоды.

Экскаватор рыл котлован. Нождаданно ковш заскрежел по металлу. Машинист взглянул в яму и замер: бывший солдат мгновенно узнал тысячеклограммовую бомбу. Приехавшие по срочному вызову саперы установили, что у сброшенной во время войны бомбы замедленного действия взрыватель не сработал. Но кто знает, может быть, достаточно ее тронуть, чтобы рвануло? А вокруг жилые дома, детсад, школа... И в этот момент саперы услышали, что внутри бомбы затикали часы. Что делать?

Пример задачи, решаемой с помощью АРИЗ

Для резки толстых листов металла применяются плазмотроны. На рисунке показано, как он устроен. Мощный источник тока одним полюсом подключен к разрезаемому металлу, а другим – к катоду плазмотрона, и между ними загорается электрическая дуга. В зону дуги через сопло под давлением подается воздух или инертный газ, который под действием дуги ионизируется и превращается в плазму. Достигнув поверхности металла, ионы снова превращаются в молекулы газа. При этом выделяется огромная энергия, как бы «взятая взаймы» у электрической дуги. Температура в зоне резания доходит до десятков тысяч градусов. Металл плавится, испаряется. Плазмотрон – высокопроизводительный инструмент, чем мощнее дуга, тем быстрее режется металл, но при этом быстро разрушается катод. Как быть?

Пример задачи, решаемой с помощью указателя физических эффектов

Знаменитый ученый-изобретатель первой половины XX века Огюст Пиккар прославился изобретением стратостата и батискафа. При их создании ему пришлось решить немало задач, в частности об управлении клапаном гондолы стратостата. Управление производилось с помощью веревки, пропущенной через металлическую оболочку герметичной гондолы внутрь нее. (Электронике Пиккар не доверял, считая ее ненадежной.) При этом возникла проблема: через узкое отверстие не выходил воздух из гондолы, но тяжело проходила веревка. А через широкое веревка проходила легко, но так же легко уходил и воздух. Как быть?

Среди учебных физических задач особо выделяются различные виды исследовательских задач. Их в значительном или незначительном количестве можно встретить практически во всех сборниках задач, учебных пособиях и популярных изданиях, приводимых в списке литературы (с. 196–206).

Предполагается, что творческие изобретательские, конструкторские, исследовательские задачи должны в первую очередь лечь в основу конструирования экспериментальных задач по физике.

Примеры исследовательских задач, требующих оценки значений физических величин

Оцените величину тормозного пути автомобиля при движении по сухому и мокрому асфальту с предельно разрешённой на трассе скоростью и при превышении этой скорости на 20 км/час.

Оцените угол наклона дороги, когда она идёт на уклон.

Оцените оптическую силу очков для близорукого и дальнозоркого человека.

Оцените величину освещённости поверхности листа бумаги, лежащей на столе под настольной лампой или под люстрой.

Оцените скорость ветра.

Пример исследовательской задачи со сформулированными условием и заданием, требующей проведения измерений

Соберите электрическую цепь, состоящую из последовательно соединённых источника постоянного тока с регулируемым напряжением, миниатюрной электролампочки и амперметра. Параллельно электролампочке подключите вольтметр. Ступенчато изменяйте напряжение от нуля до номинального значения с минимально возможным шагом. Как будут изменяться сила тока в цепи, мощность, выделяемая на электролампочке, сопротивление нити накала электролампочки?

Пример исследовательской задачи, требующей самостоятельного доопределения и проведения измерений в течение относительно короткого времени

Имеется маятник Максвелла. Исследуйте, как изменяются скорость, ускорение и сила натяжения подвеса маятника при его колебательном движении.

Пример исследовательской задачи, требующей самостоятельного доопределения и проведения измерений в течение длительного времени

Компьютеризированный датчик магнитного поля позволяет измерять индукцию магнитного поля в заданной точке Земли. Исследуйте с его помощью, как изменяется эта величина в течение суток и в период вспышек на Солнце.

По типу ориентировочной основы действия (ООД), выделяются задачи, в основе решения которых лежат ориентировки первого, второго или третьего типа.

По подходам к постановке и (или) решению задачи делятся на теоретические и экспериментальные.

Согласно типу используемой при решении измерительно-вычислительной аппаратуры, выделяются экспериментальные задачи, решаемые с использованием «традиционных» приборов и решаемые с использованием программно-аппаратных комплексов.

По способу постановки и (или) решения выделяются аналитические и графические задачи.

По уровню использования математического аппарата при их постановке и решении задачи можно разделить на качественные, количественные и качественно-количественные. Как и во всех других случаях, каждый из этих видов задач можно делить и дальше.

Пример качественной задачи, основанной на бытовом, известном многим опыте

Почему скрипит мел, если мы неправильно держим его, когда пишем на доске? Как влияет на скрип положение мела относительно доски и чем определяется частота издаваемого им звука? Почему скрипят двери и почему визжат шины автомобиля, когда он резко трогается с места?

Пример качественной задачи, основанной на описании эксперимента

Если по стеклянной трубке провести тряпочкой, смоченной спиртом, то трубка будет издавать достаточно громкий звук.

Почему звучит трубка? Можно ли заранее определить частоту основного тона, который будет издавать трубка? Какие условия надо соблюсти, чтобы опыт получился?

Пример качественной задачи, основанной на эксперименте, который предлагается поставить самостоятельно

Зажмите стеклянную трубку в лапке штатива так, чтобы трубка слегка касалась листа бумаги, лежащего на горизонтальной поверхности. Проведите по трубке ваткой, предварительно смоченной в спирте, и добейтесь звучания трубки. Посыпьте лист бумаги сыпучим порошком, состоящим из кристалликов какой-нибудь соли и хорошо выделяющимся по цвету на её фоне. Вновь возбудите колебания трубки. Добейтесь, чтобы на листе бумаги образовалась картина из чередующихся кучек порошка и свободных от порошка областей.

Какие условия надо соблюсти, чтобы опыт получился? Каков механизм образования полученного с помощью порошка рисунка? Если вместо порошка взять пыль и повторить опыт, рисунок на бумаге изменится. Почему?

Пример качественной задачи, основанной на практически важном опыте

Почему не следует резко тормозить на повороте? Предположим, вы, уже совершая поворот, вдруг решили, что еде-

те слишком быстро. Что произойдёт, если вы резко нажмёте на педаль тормоза? Гонщики нажимают на педаль газа, выходя из поворота, но не на повороте. Почему?

Пример качественной задачи по постановке, но требующей количественного решения

Водитель автомобиля задремал за рулём. В какой-то момент он просыпается и видит перед собой пропасть.

Необходимо мгновенно принять одно из двух решений: тормозить или поворачивать?

Пример качественных задач, требующих объяснить демонстрируемое физическое явление

Объяснить, почему вода не выливается из ведра, если ведро вращается в вертикальной плоскости.

Объяснить, почему кристаллы гипосульфита, насыпанного в пробирку, плавятся и превращаются в жидкость при значительном нагревании на пламени спиртовки, но образовавшаяся жидкость не кристаллизуется при её дальнейшем охлаждении до комнатной температуры.

Объяснить, почему неодимовый магнит падает в вертикально расположенной алюминиевой трубе значительно дольше, чем аналогичный по размерам стальной цилиндр.

Объяснить, почему зелёный луч от лазерной указки, проходя сквозь слой воды, в которую добавлено немного розового антифриза для автомобиля, становится жёлтым, а после выхода из воды вновь восстанавливает зелёный цвет.

Пример количественной (вычислительной) задачи,
явно требующей решения в общем виде
с использованием формул

Через неподвижный блок переброшена нерастяжимая нить, массой которой можно пренебречь. Также можно пренебречь массой блока и трением в его оси. К концам нити привязаны грузы. Массы грузов m_1 и m_2 . На один из грузов поставили перегрузок, в результате чего система пришла в ускоренное движение. Масса перегрузка равна m_3 .

С каким ускорением будут двигаться грузы? Чему равна сила натяжения нити? С какой силой перегрузок давит на груз?

Пример количественной (вычислительной) задачи,
явно требующей решения с использованием формул
и позволяющей получить ответ
с точностью до точности заданных величин

К стальной проволоке диаметром 1 мм и длиной 2 м подвесили груз массой 5 кг.

Чему равны абсолютная и относительная деформации проволоки, а также механическое напряжение, возникшее в ней? Модуль Юнга для стали равен $E = 200$ ГПа.

Пример количественной (вычислительной)
задачи, но явно не требующей решения
с использованием формул

С какой скоростью должны лететь две мухи навстречу друг другу, чтобы после столкновения от них мокрого места не осталось?

Пример количественной (вычислительной),
оценочной задачи, принципиально
не позволяющей получить точного значения
искомой величины

Оцените диаметр молекулы воды. (Относительная молекулярная масса воды $M_r = 18$, а плотность $\rho = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$).

Пример количественных (вычислительных) задач,
вряд ли имеющих какое-то практическое значение

С какой глубины в водоёме всплывает пузырёк воздуха, если при этом его объём увеличивается в N раз?

Н очень маленьких шарообразных капелек ртути сливаются в одну большую каплю, также имеющую шарообразную форму.

Как изменится температура ртути?

Пример количественной (вычислительной)
задачи, имеющей некоторое практическое значение

На сколько градусов необходимо нагреть воздух внутри воздушного шара, чтобы он начал подниматься вверх?

Пример количественной (вычислительной)
задачи, имеющей существенное практическое значение

Осенним вечером температура воздуха равна 20°C , а относительная влажность воздуха 60% . Согласно прогнозу погоды, утром температура воздуха упадёт до 12°C . С утра Вы собираетесь идти в лес за грибами. Какую обувь надо планировать надеть – резиновые сапоги или лёгкие кроссовки?

Пример качественно-количественной задачи
(может решаться на качественном и количественном уровнях)

В жилой комнате было холодно. После того как затопили батареи, температура воздуха повысилась на $\Delta t = 20^\circ\text{C}$. Объем комнаты $V = 150 \text{ м}^3$. Как изменилась внутренняя энергия воздуха, находящегося в комнате?

По возможности применения при решении предписаний алгоритмического типа задачи делятся на алгоритмические и эвристические.

Алгоритмические задачи рационально делить согласно видам используемых при решении алгоритмических предписаний, которые могут быть предписаниями общего или частного вида.

По характеристикам решения встречаются задачи с одним или несколькими решениями, с отрицательным и неопределённым решением.

По назначению в педагогическом процессе задачи могут быть прагматическими и задачами по интересу.

Одним из видов прагматических задач могут быть задачи профориентационного, точнее «профессионально-зачинательского» содержания.

Примеры «профессионально-зачинательских»
задач, представленных как олимпиадные задачи

В недалеком прошлом выпускник сельской школы Сорокин, мечтавший в стать учителем, приехал в г. Барнаул подавать документы в Алтайский государственный педагогический университет (АлтГПУ). Его путь в приемную комиссию проходил мимо института информационных технологий и физико-математического образования (ИИТиФМО). Сорокин, из природного любопытства, зашел в корпус ИИТиФМО. После знакомства с лабораториями, компьютерными клас-

сами, беседы с директором института и некоторыми преподавателями, Сорокин с твердым намерением поступать именно в ИИТиФМО, быстро пошел в главный корпус университета подавать документы.

Расстояние от привокзальной площади до ИИТиФМО в два раза меньше, чем от ИИТиФМО до главного корпуса АлтГПУ. На первом участке, будучи еще в раздумьях, Сорокин двигался медленно со скоростью 3 км/час. На втором участке, уверенный в своем решении, Сорокин двигался со скоростью 5 км/час.

Другой выпускник сельской школы – Белобокин, уже подав документы в ИИТиФМО, той же дорогой двигался от главного корпуса университета в сторону вокзала. В отличие от Сорокина, он две трети всего времени движения шел со скоростью 5 км/час, а одну треть времени – со скоростью 3 км/час.

Какой была бы средняя скорость движения Сорокина на всем участке движения от привокзальной площади до главного корпуса АлтГПУ, если бы он не заходил в корпус ИИТиФМО?

Какой была средняя скорость Белобокина на обратном пути от главного корпуса АлтГПУ до привокзальной площади?

Каково расстояние от привокзальной площади ИИТиФМО и до главного корпуса АлтГПУ, если Белобокин затратил на весь путь 30 минут?

Здание института информационных технологий и физико-математического образования АлтГПУ имеет 4 этажа. Высота каждого этажа 4 м. Между этажами имеется по два лестничных пролета. Каждый пролет имеет по 20 ступенек. Лестничные пролеты расположены под углом 30° к плоскости горизонта.

Одновременно с первого и четвертого этажей навстречу друг другу начали движение будущие учителя физики и информатики Сорокин и Белобокин. Сорокин с тяжелым грузом двигался вверх очень медленно и затратил на путь до лестничной площадки второго этажа целую минуту. Белобо-

кин двигался вниз гораздо быстрее, в силу чего лестничной площадки второго этажа приятели достигли одновременно.

Когда Сорокин только занес ногу над первой ступенькой, к его носу подлетела «навязчивая» муха. Сорокин отогнал муху, после чего она полетела вверх и попыталась сесть на нос Белобокина. Белобокин тоже отогнал муху. Тогда муха вновь полетела к Сорокину, который уже успел немного подняться вверх по ступенькам. Сорокин опять отогнал муху, и она вновь полетела к Белобокину. Белобокин, спускаясь вниз по ступенькам, не дал мухе сесть себе на нос. Муху потому и называют назойливой, что она не оставляет своей затеи, пока ее не поймают или не прихлопнут. Так и эта муха летала от отбивающихся от нее Сорокина и Белобокина, пока при встрече на площадке второго этажа один из них, изловчившись, не сбил ее влет.

Какой путь преодолела муха, считая от ее первой попытки сесть на нос Сорокина, до бесславного окончания челнокообразного полета? Известно, что имеющая определенную цель муха может достаточно долго летать со скоростью 2 м/с.

В институте информационных технологий и физико-математического образования АлтГПУ работает студенческий клуб, члены которого занимаются организацией и проведением большого количества самых разных интересных мероприятий. Для многих из этих мероприятий нужна мощная звуковоспроизводящая аппаратура. Конечно, в клубе есть современные эстрадные усилители звуковой частоты, звуковые колонки. Но будущие учителя физики Сорокин и Белобокин, имея опыт радиомонтажных работ, как-то решили самостоятельно изготовить и усилитель, и соответствующие звуковые колонки, тем более что в лаборатории радиотехники нашлись все необходимые радиодетали.

Собранный приятелями усилитель должен был иметь максимальную выходную мощность 50 Вт при напряжении

на нагрузке 60 В. Внутреннее сопротивление усилителя, согласно инструкции по сборке, равно 10 Ом. В распоряжении приятелей оказалось огромное количество динамических громкоговорителей, каждый из которых имел сопротивление 4 Ом и номинальную мощность 4 Вт каждый.

Сколько громкоговорителей потребуется Сорокину и Белобокину для сборки звуковой колонки?

Как эти громкоговорители должны быть соединены между собой, чтобы мощность на нагрузке была максимальной?

Одной из «фишек» института информационных технологий и физико-математического образования является собственная обсерватория, современные оптические телескопы которой входят в состав глобальной сети 23 обсерваторий мира. Проект Международной научной оптической сети (ISON) управляется Институтом прикладной математики Российской академии наук.

Среди множества наблюдений за объектами Вселенной, которые проводят ученые и студенты университета (в том числе вездесущие и любознательные Сорокин и Белобокин), есть и наблюдение за геостационарными спутниками Земли.

На какой высоте летают геостационарные спутники? Как рассчитать эту высоту?

На какую максимальную высоту над плоскостью горизонта поднимается орбита геостационарных спутников на широте Барнаула?

Зачем вообще необходимо вести наблюдения за геостационарными спутниками?

В лаборатории образовательной робототехники института информационных технологий и физико-математического образования АлтГПУ студенты (конечно же, Сорокин и Белобокин в их числе) и ученики школ г. Барнаула занимаются конструированием и программированием роботов. Один из собранных в лаборатории из конструкторского набора Bioloid Premium Kit человекоподобных роботов (андроидов) может имитировать достаточно сложные спор-

тивные упражнения. Вместе с тем в исходной позиции робот не слишком устойчив.

Возвращаясь к своим начальным шагам в области освоения робототехники, Сорокин и Белобокин вспомнили, что их когда-то заинтересовал вопрос: «При каком угле наклона к плоскости стола, на котором робот стоит, он не опрокинется?». А правда, при каком?

Лаборатория цифровых образовательных ресурсов института информационных технологий и физико-математического образования АлтГПУ располагает несколькими современными программно-аппаратными комплексами и множеством датчиков физических величин, позволяющих производить измерения принципиально более точно, чем это делается с помощью традиционных приборов. При этом обработка информации производится с помощью компьютеров.

Однажды Сорокин и Белобокин, работая в лаборатории, вспомнили, что когда-то в школе им рассказывали о плавлении и кристаллизации твердых тел. При этом говорили, что одной из особенностей твердых тел является вполне определенная и одинаковая температура, при которой происходит переход твердого тела в жидкое состояние, и обратный процесс кристаллизации жидкости.

Друзья даже вспомнили форму графика соответствующего процесса, приводившуюся в учебнике физики. Они решили проверить справедливость утверждения и экспериментально получить соответствующий график, используя современное оборудование.

В качестве образца они взяли имеющийся в лаборатории гипосульфит (вещество, когда-то использовавшееся в фотографии для закрепления полученных при проявлении изображений на фотопленках и фотобумагах).

Насыпав в пробирку кристаллы гипосульфита и опустив в них чувствительный термометр, приятели начали нагревать вещество, а после того, как оно полностью превратилось в жид-

кость и еще немного подогрелось, стали его охлаждать и при этом производить измерения температуры через каждые 0,1 с.

К удивлению приятелей, кристаллизация жидкости не началась при температуре плавления. Больше того, даже когда жидкий гипосульфит стал очень холодным, он все-равно не перешел в твердое состояние. Почему?

Приятелям все-таки удалось стимулировать процесс кристаллизации. Что они для этого сделали?

Оказалось, что на графике, отображенном на компьютере, переходы из одного агрегатного состояния в другое не были столь резкими, как это изображено в учебнике. А какими они были?

Более того, реальный график отличался от графика в учебнике и по другим параметрам.

Как и почему выглядел реальный график зависимости температуры от времени для нагревания и охлаждения тела, изначально находившегося в кристаллическом состоянии, затем перешедшего в жидкое состояние, а потом вновь вернувшегося в твердое состояние?

По педагогическим целям, преследуемым при постановке и решении, задачи можно разделить на обучающие, развивающие и воспитательные.

Если в основу деления обучающих задач положить дидактические цели, преследуемые при их постановке и решении, то выделится множество видов задач, среди которых, в частности, можно назвать задачи, направленные на формирование понятий, формирование представлений о границах применимости формул, демонстрацию рациональных и нерациональных способов решения, демонстрацию ошибочности использования очевидных формул, закрепление теоретических выводов.

В основу задач развивающей направленности разумно положить цели психологического плана.

В этом случае выделятся задачи, специально направленные на формирование внимания, памяти, мышления, творческих способностей и т. д. К этому же ряду надо будет отнести и диагностические задачи.

Здесь ещё раз следует отметить, что во фрагменте, посвящённом педагогическим целям, представлена лишь малая часть их видов.

Ряд дидактических целей может быть продолжен за счёт отражения всех элементов содержания образования.

Ряд психологических целей может связываться с формированием свойств и качеств личности, детализации психических процессов.

Воспитательные задачи могут быть направлены на формирование нравственности, трудовых навыков, эстетическое, экологическое воспитание и другие направления воспитательной работы.

По выполняемым в педагогическом процессе функциям задачи могут быть формирующими, тренировочными, контрольными, иллюстрационными, критериальными.

Задачи формирующие (в дидактике обучающие), тренировочные (упражнения), контрольные являются основными видами задач, используемых большинством педагогов как в средней, так и в высшей школе. При этом обозначенные функции часто реализуются совместно.

Иллюстрационные задачи также не являются редкостью в учебном процессе. Это те задачи, которые обычно решает педагог. Но при этом обязательно, что он делает это для демонстрации способов решения не отдельных задач, а целого их класса, для знакомства с предписаниями алгоритмического типа, правилами оформления.

Критериальные задачи – это задачи, анализ решения которых позволяет одновременно ответить на ряд существенных вопросов, касающихся уровня подготовки учащегося в определённой области знания.

По месту решения задачи могут быть названы классными, внеклассными, домашними.

Приведённая выше классификация задач является далеко не исчерпывающей. И классов, и видов задач существенно больше, чем названо. При желании работу по их поиску и систематике можно продолжить. Можно направить усилия на поиск, а лучше придумывание разнообразных примеров задач. Собственно ради этого и написан данный параграф.

К использованному понятийному аппарату вряд ли следует относиться слишком критично. Избранные названия классов и видов задач являются относительно условными. В литературе встречаются и иные названия представленных задач, и иные трактовки к использованным названиям.

В любом случае, выделяя тот или иной класс задач, надо уметь дать ему или определение, или привести описание.

Определяя же виды задач, отнесённых к данному классу, надо следить за тем, чтобы кроме видовых отличий у задач были и общие родовые признаки.

1.6. Сущность задачного подхода к преподаванию физики

С точки зрения теории проблемного обучения учебный процесс можно рассматривать как последовательную постановку и решение ряда задач. Структура и дидактическое назначение их могут быть различными, но если брать понятие задачи в широком смысле слова, то в качестве объектов, служащих основанием для них, могут выступать такие дидактические единицы, как рассказ, практическая и лабораторная работа, кинофильм, собственно предметная задача.

Рассмотрение задач предполагает в первую очередь определение их функций, которые вытекают из общих целей обучения и воспитания учащихся, зависящих в свою очередь от социального заказа школе. Общество требует, в частности, от школы подготовки высокообразованной личности, не только обладающей всесторонними знаниями, но личности думающей, умеющей применять имеющиеся знания в разнообразных, в том числе нешаблонных ситуациях.

Один из путей решения этой проблемы состоит в задачной организации учебного процесса, что предполагает широкую трактовку самого понятия задачи, обучение учащихся общим подходам к процессу постановки и решения задач.

Ниже речь пойдёт только о собственно задачах, но основные положения, высказанные при этом, могут и должны быть, в связи со сказанным, применимы и к другим структурным единицам дидактики. Следует заметить, что в методической литературе назначение учебных задач рассматривается чаще всего как средство применения, закрепления полученных знаний, их контроля, самостоятельного приобретения знаний (последние в гораздо меньшей степени). Однако роль учебных задач существенно шире.

Только путём включения задач в учебный процесс можно сформировать у учащихся те или иные подходы к учебному материалу, отработать мыслительные операции, вывести их на высший уровень сформированности знаний, связанный с умением применять знания в новых, нестандартных ситуациях.

Адекватность процесса мышления процессу решения задач говорит о дидактической незаменимости задач другими средствами. При этом задачи должны не столько способствовать закреплению знаний, тренировке в применении изученных законов, сколько формировать сам исследовательский стиль умственной деятельности, метод подхода к изучаемым явлениям. А раз основным ориентиром в обучении является стиль мышления ученика, развитие его творческих способностей, объектом анализа в первую очередь должно являться не решение отдельных конкретных задач по тому или иному предмету, а общий метод их решения, процесс постановки и решения задач вообще. Для этого необходима система задач, нацеленная на формирование у учащихся методов поисковой деятельности, самостоятельности мышления.

Эта деятельность с позиции задачного подхода к учебному процессу связывается, в первую очередь, с необходимостью преобразования информации, определяемой в качестве учебной. В результате преобразования происходит осмысление информации и, соответственно, принятие или непринятие её субъектом как ценности.

С этой точки зрения сам процесс преобразования представляет особый интерес с позиции дидактики, поскольку является дей-

ственным способом формирования определённого эмоционально-чувственного отношения учащихся к учебному материалу.

Задачи являются информационными системами, к которым в наиболее явной форме предъявляются требования в их преобразовании. Само решение задачи есть не что иное, как система последовательных преобразований данных и вопроса задачи. Это полностью относится и к учебным физическим задачам. Покажем это на примере.

Исходная задача

Небольшое тело соскальзывает с наклонной плоскости, переходящей в «мёртвую петлю».

Какой должна быть минимальная высота горки, чтобы тело сделало полный оборот?

При анализе предложенного сюжета задача разбивается на две относительно независимые задачи, решаемые последовательно друг за другом:

Подзадача 1

Какую скорость должно иметь тело, движущееся по внутренней части обруча в верхней его части, чтобы не упасть?

Подзадача 2

Небольшое тело соскальзывает с наклонной плоскости, переходящей в «мёртвую петлю».

Какова должна быть высота горки, чтобы в верхней части петли тело имело скорость v ?

Далее, по мере решения каждой из этих задач идёт дальнейшее преобразование их текстов в направлении выделения более мелких подзадач, соответственно, с переформулировкой текста основной задачи.

Например, после определения способа решения первой задачи с помощью второго закона Ньютона текст ее будет первоначально сформулирован следующим образом:

Подзадача 3

Тело, движущееся по внутренней части окружности, проходит верхнюю точку со скоростью v .

Какие силы действуют на него в системе отсчёта, связанной с Землёй?

После ответа на поставленный вопрос и некоторых математических преобразований текст задачи перестраивается следующим образом:

Подзадача 4

*Уравнение движения тела имеет вид: $\frac{mv^2}{R} = mg$.
Какова скорость движения тела?*

Подобным же образом может быть разбита на более мелкие задачи и вторая подзадача.

Приведённый пример показывает, что процесс решения и постановки задачи неразрывно связаны друг с другом, поэтому не следует разделять их в учебном процессе. Напротив, ученика следует учить способам постановки и способам преобразования текстов задач по мере их решения. К тому же в жизни человеку редко приходится сталкиваться с готовыми, уже сформулированными задачами, но необходимость их ставить велика. Это также говорит о том, что процесс работы над задачей следует начинать с этапа её постановки.

При этом могут реализоваться две принципиально разные возможности в подходе к постановке задачи: задачу ставит учитель и задачу ставит ученик.

В процессе самостоятельного составления задачи ученик частично выполняет работу, характерную для учителя. При этом его функции за счёт выполнения конструктивной деятельности расширяются. Ученик становится не только объектом, на который направлен педагогический процесс, но и активным его участником.

Необходимость рассматривать задачу с этапа её постановки обуславливается не только адекватностью этой операции реальным жизненным ситуациям, но и внутренней природой самого процесса решения задачи.

Часто формулировка задачной ситуации и вопроса к ней уже определяют направление в решении и способы решения задачи. Именно таким образом, чётко, конкретно и ясно сформулировано большинство задач в школьных сборниках задач.

Примером может служить следующая задача.

«На наклонной плоскости длиной 5 м и высотой 3 м находится груз массой 50 кг.

Какую силу, направленную вдоль плоскости, надо приложить, чтобы этот груз втягивать вверх с ускорением 1 м/с^2 ?

Коэффициент трения скольжения груза о поверхность плоскости равен 0,2».

Из условия задачи совершенно ясно, что она решается с помощью второго закона Ньютона, поскольку именно этот закон определяет соотношение между силами, действующими на тело, и ускорением его движения.

Алгоритмическое предписание по решению динамических задач достаточно хорошо известно и при использовании его, нахождение ответа к поставленной задаче не вызывает труда.

И наоборот, в психологических исследованиях показано, что часто сформулированный вопрос не позволяет решить задачу.

Вопрос может подталкивать мысль не в том, и даже в противоположном направлении, поэтому в сложных реальных задачах часто по ходу анализа перестраивается не только содержание задачи, но и само требование. Более того, суть большинства творческих задач заключается в необходимости отказаться от уже поставленного в тексте задачи требования и построить новое, по своему смыслу совершенно или частично не совпадающее с предыдущим. И именно характер вопроса к задаче, соответствие его дальнейшему ходу решения, а также число переформулировок текста задачи определяют степень её трудности.

Процесс решения нередко предполагает тупиковые ситуации, вызванные неверно сформулированными вопросами или неверно заданными условиями. Отсюда следует, что важно показать ученику способы действий при встрече с такими ситуациями.

В связи с этим среди учебных задач могут быть выделены специальные задачи, посвящённые анализу тупиковых ситуаций, неверных условий и т. п.

Хорошей иллюстрацией к сказанному является следующая задача.

Исходная задача:

С какой минимальной скоростью следует бросить камень, чтобы перебросить дом высотой H и длиной L ?

На первый взгляд, эта задача представляется недоопределённой и усилия решающего нередко затрачиваются именно на доопределение задачи, т. е. на поиск точки, из которой производится бросок, и угла, под которым он производится. При этом решающий неявно переформулирует задачу и сводит её к такой:

Какую скорость следует сообщить камню, брошенному под углом α из точки с координатами (x_0, y_0) , чтобы перебросить дом высотой H и длиной L ?

Недостаточное количество данных для этой задачи часто не позволяет решающему подвинуться дальше в ее решении, т. е. осуществить следующие переформулировки.

Неверное направление анализа, вызванное специфической формулировкой задачи, приводит к психологическому барьеру, поставленному самим решающим.

В подобной ситуации следует научить учащихся отказываться от созданной ими формулировки и пытаться провести анализ основной задачи в другом направлении и, соответственно, по-иному сформулировать задачу.

Предлагаемая задача, например, может быть сформулирована вновь так:

Какой должна быть траектория движения камня, чтобы на высоте H он при минимальной скорости перелетел крышу длины L ?

Такая формулировка как дает плодотворную идею решения задачи, так и позволяет на качественном уровне доопределить предыдущую неверно сформулированную задачу.

Среди множества задач можно выделить группу таких задач, в которых вопрос хотя и сформулирован, но для решающего остаётся неясным, что следует в задаче искать, что же в ней в действительности является неизвестным. В таких задачах основная трудность состоит в первоначальной переформулировке поставленного вопроса.

Часто трудность такого рода состоит в том, что вопрос к задаче сформулирован не в терминах того предмета, к которому

относится сам сюжет задачи. Например, задача может быть физической, а вопрос к ней сформулирован на житейском языке.

Перевод вопроса на язык задачи означает переформулировку ее текста и снимает первый и основной психологический барьер его неясности. Правильная переформулировка определяет уже и направление решения задачи. Задачи такого вида обычно относятся к олимпиадным.

Примером может служить следующая задача:

Формулировка задачи в терминах житейского языка:

Почему сосиски лопаются при варке обычно вдоль, а не поперек?

Формулировка задачи в физических терминах:

Как отличаются силы, проходящиеся на единицу длины поперек и вдоль сосиски при возрастании давления внутри нее на величину Δp ?

Встречаются случаи, когда вопрос к задаче сформулирован вроде бы и ясно, но в то же время совершенно не понятно, что же в задаче следует искать, т. е. в рамках какой теории решать задачу.

Пример: *С какой скоростью нужно бежать по воде, чтобы не утонуть?*

Как было показано, неверно поставленный вопрос может служить своеобразным психологическим барьером при решении задачи. В качестве барьеров могут выступать и данные задачи – недостающие либо лишние, и опыт прошлого решения задачи, поэтому одно из требований к тексту задачи должно заключаться в большей или меньшей степени их неопределённости. Это приблизит учебные задачи по содержанию к конструкторским задачам, которые являются задачами-проблемами в полном смысле этого слова.

При обозначенном выше подходе учащимся могут предлагаться недоопределённые задачи, точнее задаваться модели физических процессов. Деятельность ученика при этом должна заключаться в:

- 1) формальном описании с помощью математических формул заданного процесса;
- 2) задании величин и формулировке сюжета задачи;

3) постановке вопроса.

Рассмотрим в качестве примера процесс движения тела по наклонной плоскости при наличии трения между соприкасающимися поверхностями.

Как видно из приведённой формулировки, в качестве объекта анализа предлагается не задача, построенная на основе конкретного сюжета и имеющая текст и вопрос, а физический процесс.

Тем не менее формальное описание этого процесса может идти в соответствии с тем же алгоритмическим предписанием, что и решение любой задачи на движение тела по наклонной плоскости.

Например, если в качестве такого предписания будет выбрано алгоритмическое предписание по решению задач на основе второго закона Ньютона, то после

- выбора системы отсчёта,
 - выполнения чертежа с нанесением на него динамических и кинематических характеристик движения,
 - записи уравнения второго закона Ньютона в векторной форме и в проекциях на оси координат,
 - решения полученных скалярных уравнений,
- мы будем иметь выражение вида: $\alpha = g(\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha)$.

При необходимости это уравнение можно переписать, введя кинематические характеристики: $2S = gt^2(\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha)$.

Полученное уравнение описывает процесс движения тела по наклонной плоскости, если на это тело не действует сила тяги со стороны другого тела.

Анализируя рассматриваемый процесс и полученное уравнение, можно сформулировать множество различных задач, которые решаются одинаковым образом, так же, как формально описывался процесс движения тела по наклонной плоскости безотносительно какого-либо вопроса.

Например, это могут быть задачи такого содержания:

Для случая $\alpha = 0$:

Определить коэффициент трения скольжения дерева по дереву, если небольшой брусок, положенный на деревянную линейку длины L см, начинает соскальзывать с неё при поднятии

одного из концов линейки на высоту h см над горизонтальной поверхностью?

Для случая $\alpha > 0$:

Определить значение силы тяги, которую следует приложить к телу, чтобы равномерно поднимать его по наклонной плоскости, расположенной под углом α к горизонту.

Для случая $\alpha < \arctg \mu$:

Определить ускорение движения тела по наклонной плоскости, расположенной под углом α к горизонту.

Определить перемещение, которое совершает тело, движущееся по наклонной плоскости, расположенной под углом α к горизонту, за время t .

Определить, за какое время тело соскользнёт с наклонной плоскости длины L , если плоскость расположена под углом α к горизонту.

Существенно, что данный подход может быть использован как при формулировке теоретических задач, так и заданий экспериментального характера.

О необходимости меньшей определённости в текстах задач при их постановке говорил в 1970 г. на международном конгрессе по вопросам подготовки преподавателей физики для средней школы академик П.Л. Капица [42]. Он отмечал, что именно при таком подходе к постановке задач можно воспитывать самостоятельное творческое мышление учащихся.

Всем преподавателям физики, вероятно, известны знаменитые задачи Капицы для студентов, задачи недоопределённые, часто не имеющие точного решения.

Именно аналогичные, только менее трудные задачи предлагает П.Л. Капица давать для обсуждения и учащимся.

Это задачи типа:

Определить мощность мотора насоса, необходимого для поддержания струи, чтобы тушить пожар шестизэтажного дома.

При решении таких задач ученик должен сам, на основании собственного жизненного опыта, подобрать необходимые ему данные, предварительно формально описав предложенное физическое явление.

Возможны и специальные случаи, когда учащимся предлагают вполне определённые, но неправильно поставленные задачи. Но, разумеется, как отмечает Л.М. Фридман в книге «Как научиться решать задачи», что учитель при этом полностью понимает суть и назначение таких задач.

Особое внимание должно быть обращено на постановку цели, которая преследуется при решении задач.

Рассмотрим отдельные цели, возможные при решении школьных физических задач.

Решение задач с целью формирования физических понятий

Например, в разделе «кинематика» курса механики одними из основных являются понятия пути и перемещения.

Учащиеся достаточно хорошо понимают разницу между ними, но тем не менее при решении некоторых задач путают их. Особенно это относится к случаю, когда тело движется вдоль одной прямой, но в какой-то момент времени меняет направление своего движения.

Чтобы иметь полное представление о той или иной величине, надо знать не только ее особенные, но и отличительные черты.

Для демонстрации отличия понятий пути и перемещения можно предложить учащимся следующую задачу:

Тело, имеющее скорость 10 м/с, с некоторого момента начинает двигаться с ускорением $-2 \frac{м}{с^2}$. Какой путь пройдёт это тело за первые 6 секунд, начиная с момента начала торможения?

Обычно эта задача решается сразу по формуле: $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$,

что, естественно, неверно, т. к. ищется в этом случае не путь, а перемещение тела.

Чтобы навести решающего на мысль об ошибочности решения, можно предложить ему рассчитать путь, пройденный

телом за 8 секунд, считая с момента начала замедленного движения.

Ответ получается меньшим, чем в первом случае, что противоречит как здравому смыслу, так и определению пути.

Ошибка в подходе к решению задачи связана с барьером прошлого опыта решения задач и кажущейся лёгкостью решения (имеется расчётная формула и все необходимые для подстановки в неё данные).

Более детальный анализ сюжета задачи и методичное следование пунктам алгоритмического предписания по решению кинематических задач позволяют как найти искомый путь, так и выяснить, в чем состоит различие между понятиями пути и перемещения.

Параллельно с этим обращается внимание на необходимость следования алгоритмическому предписанию по решению задач, даже несмотря на кажущуюся вначале их простоту.

Решение задач с целью формирования представлений о границах применимости формул, законов

В курсе кинематики средней школы изучается равнопеременное движение. Это движение описывается выражениями вида:

$$v = v_0 \pm at \quad v^2 - v_0^2 = 2aS \quad S = v_0t + \frac{at^2}{2}$$

У учащихся часто складывается неверное представление об универсальном характере действия этих формул в случае неравномерного движения.

В связи с этим возникают трудности в объяснении разных ответов при использовании непротиворечивых формул при решении следующей задачи:

Троллейбус, имевший скорость 10 м/с, начал тормозить.

При каком ускорении он пройдёт до полной остановки 8 м за 2 с?

Решение:

$$a = \frac{v - v_0}{t}; \longrightarrow a = \frac{-10 \frac{M}{c^2}}{2c} = -5 \frac{M}{c^2}.$$

$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2S}; \longrightarrow a = \frac{-100 \frac{M^2}{c^2}}{2 \cdot 8M} = -6,25 \frac{M}{c^2}.$$

$$a = \frac{2(v_0 t - S)}{t^2}; \longrightarrow a = -\frac{2(10 \frac{M}{c} \cdot 2c - 8M)}{4c^2} = -6 \frac{M}{c^2}.$$

Суть ответа сводится к тому, что если считать движение равнозамедленным, то одно из данных задачи является лишним и неверным. В случае такого движения подобного соотношения данных быть не может.

Но возможен и такой вариант, когда все данные являются верными, но тогда движение должно быть неравнозамедленным и ни одна из использованных формул для его описания применена быть не может.

Анализ подобной задачи позволит лучше, чем где-либо показать границы применимости используемых при решении задач формул.

Решение задач с целью демонстрации рациональных и нерациональных способов решения, а также необходимости использования предписаний алгоритмического типа

Гораздо большую пользу принесёт учащимся решение одной задачи несколькими способами, нежели решение большого количества задач одним способом. При этом среди разных способов можно выделить способы как рациональные, так и нерациональные.

Часто рациональные способы не используются учащимися в силу тех или иных особенностей мышления, привычки и т. д.

Перед учащимися возникают своеобразные психологические барьеры, перешагнув через которые они дальше без особого труда могут решить предлагаемую задачу способом более рациональным и легким, нежели способом стандартным или кажущимся лёгким на первый взгляд.

Приведём пример задачи:

Из гондолы воздушного шара, поднимающегося вертикально вверх с постоянной скоростью 10 м/с, выпал предмет, который упал на Землю через 5 с.

На какой высоте находился шар в тот момент, когда предмет коснулся Земли?

Очень часто такую задачу решают поэтапно:

1. Находят время движения выпавшего предмета вверх:

$$t_1 = \frac{v_0}{g}; \quad t_1 = 1 \text{ с.}$$

2. Находят время падения предмета до того места, откуда он выпал из гондолы шара: $t_2 = t_1 = 1 \text{ с}$, и скорость в этой точке. $v = 10 \text{ м/с}$ и направлена вертикально вниз.

3. Находят перемещение предмета за оставшиеся 3 с, т. е. высоту, на которой находился шар в момент отделения от него предмета $h_1 = 75 \text{ м}$.

4. Находят перемещение шара за 5с.

$$h_2 = v_0 t; \quad h_2 = 50 \text{ м.}$$

5. Находят общую высоту как $H = h_1 + h_2$;

$$H = 125 \text{ м.}$$

Но эта же задача может быть решена с помощью координатного метода.

Записываются уравнения движения шара и тела в системе отсчёта, связанного с Землёй:

$$\begin{cases} x_1 = y_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}; \\ x_2 = y_0 + v_0 t \end{cases} \quad x_1 = x_2 - \frac{gt^2}{2}$$

По условию задачи: $y_1 = 0 \Rightarrow y_2 = \frac{gt^2}{2}$; $y_2 = 125$ м.

В итоге оказалась неустребованной скорость шара. Уже отсюда вытекает, что, хотя первый способ и кажется физически более понятным и простым, на самом деле он становится неприемлемым, как только из условия задачи будет исключена скорость шара.

Приведённые решения позволяют показать преимущества общего подхода к решению кинематических задач.

Но задача имеет и более рациональное решение.

Если связать систему отсчёта с движущимся шаром и ось y направить вертикально вниз, то уравнение движения тела запишется:

$$\begin{array}{c} \downarrow y \quad \downarrow g \end{array} \quad y = \frac{gt^2}{2}; \quad y = 125 \text{ м.}$$

Такое решение редко приводится учащимися в силу того, что они «привыкли» связывать систему отсчёта с Землёй, каким-то неподвижным телом.

Решение задач, направленное на демонстрацию
ошибочности использования наиболее
очевидных формул, законов

Задача

Поезд первую половину **пути** шёл со скоростью 30 км/ч, а вторую половину **пути** – со скоростью 50 км/ч.

Какова средняя скорость движения поезда на всем пути?

Типичный ответ – 40 км/ч, который сразу дают ученики, связан с внешним, хотя и очень отдалённым сходством предлагаемой задачи с задачами на отыскание среднего арифметического.

Эта кажущаяся очевидность и заставляет учеников «забыть» хорошо известную им определительную формулу для

вычисления средней скорости: $v_{ср.} = \frac{L_{вс \text{ е } \text{ в } e}}{t_{вс \text{ е } \text{ в } e}}.$

Чтобы навести учащихся на мысль об ошибочности их ответа, целесообразно сразу же привести задачу с теми же данными, но слегка изменённым сюжетом:

*Поезд первую половину **времени** шёл со скоростью 30 км/ч, а вторую половину **времени** - со скоростью 50 км/ч.*

Какова средняя скорость поезда на всем пути движения?

И только после того, как учащиеся задумаются над вопросом – в чем разница между задачами, можно их решить, акцентируя внимание на совершенно одинаковом подходе к решению и необходимости знания всего лишь одной определенной формулы для решения разных задач на нахождение средней скорости.

Особо ещё раз следует отметить, что для достижения цели, задачи должны предлагаться с очень похожим сюжетом, с одинаковыми числовыми значениями и обязательно в паре – одна за другой.

Решение задач для закрепления теоретических выводов

Известно затруднение в решении ряда задач на колебательные системы, вызванное некорректностью либо поспешностью выяснения физического смысла коэффициента пропорциональности «k» в дифференциальном уравнении, описывающем гармонические механические колебания:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot x = 0$$

Это задачи, аналогичные такой:

В жидкости плавает ареометр. Его выводят из положения равновесия путём лёгкого погружения в жидкость, после чего отпускают.

Найти период колебаний ареометра.

Сопротивлением движению пренебречь.

При изучении темы «Механические колебания» один из акцентов должен быть сделан на том, что поскольку формула

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ получается непосредственно при решении уравне-

ния, описывающего гармонические механические колебания любых механических систем, она является основной формулой для расчёта периода, а все остальные формулы, в том числе и формула для расчёта периода колебаний математического маятника $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, могут быть получены как ее частные случаи.

При этом последовательность действий по решению задач данного вида будет такой.

Ставится вопрос: является ли рассматриваемое движение гармоническими колебаниями, т. е. пропорциональна ли сила, выводящая тело из положения равновесия, смещению и направлена ли эта сила к положению равновесия?

Если при анализе выяснится, что результирующая сила, действующая на тело, не пропорциональна смещению, то формула $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ не подходит для расчёта периода колеба-

ний и задача в рамках курса физики средней школы является нерешаемой.

Если же, наоборот, сила оказывается пропорциональной смещению, то период колебаний будет находиться по этой формуле.

Для нахождения периода достаточно будет подставить в имеющуюся формулу значение коэффициента пропорциональности между силой и смещением, которое получается при количественном анализе задачи.

Таким образом, сложная для учащихся задача может стать обычной стандартной и использоваться в данном случае как упражнение, направленное на закрепление и отработку полученного в теории знания.

Существенное место в деятельности учителя по конструированию учебно-воспитательного процесса (в том числе и в рамках задачного подхода) отводится отбору образовательного, в частности, фактологического материала для урока.

Не вдаваясь в суть и состояние проблемы, отметим лишь, что следует показывать существование и жизненность объективных закономерностей развития общества и определяемых ими закономерностей развития производства, орудий труда, перспективы их роста. Учителю надо находить возможности для изучения таких материалов во время учебного процесса. Особое внимание при этом должно быть обращено на способы формирования у учащихся глубоких и прочных знаний материалов, составляющих сюжет задачи и используемых при ее постановке в качестве вспомогательных.

Один из путей включения школьников в активную деятельность связан с самостоятельным поиском ими числового материала в справочниках или указанной учителем литературе.

Можно составлять задачи на материале местного производства. При этом в разных школах целесообразно использовать краеведческие задачи, наиболее близкие учащимся. На основе этих задач и общих принципов ученики легко смогут провести экстраполяцию изученных закономерностей в другие области народного хозяйства.

Как было отмечено выше, в процесс конструирования учебных физических задач могут быть включены учащиеся. Процесс самостоятельного поиска злободневного материала и конструирование на его основе текстов задач должны иметь большие воспитательные и развивающие потенции.

Чтобы работа по отбору фактологического материала носила развивающий характер, необходимо направить ее на систематизацию этого материала.

В курсе физики само содержание учебного материала определяет один из важнейших принципов его отбора – в соответствии с основными направлениями развития производства. Объединение материала вокруг основных направлений развития производства вызывает необходимость в его первичном преобразовании, а следовательно, уже на этом этапе отбора материала требует совершения тех или иных мыслительных операций.

В соответствии с теорией поэтапного формирования умственных действий, задачи должны строиться учеником на разной ориентировочной основе. Соответственно, должны

выделяться и разные виды предлагаемых учащимся заданий в зависимости от сложности преследуемых целей.

Начинать обучение составлению задач следует с отработки простых операций. Ученику предлагается готовый сюжет задачи с поставленным вопросом, но не заданными или заданными не полностью фактическими и числовыми данными. От ученика требуется осуществить подбор данных, пользуясь указанной учителем литературой, материалами, полученными во время производственных экскурсий, так, чтобы эти данные отражали тенденции развития отдельных направлений производства.

На этом этапе учащимся предлагается найти лишь часть данных, заменить в условиях задач устаревшие данные новыми.

Например, при изучении темы «Работа и энергия» решаются задачи на преобразование механической энергии в электрическую, осуществляемую, в частности, на гидроэлектростанциях.

Энергетическое уравнение, описывающее подобные процессы, имеет вид: $N t = \eta mgh$.

На основе этого уравнения учащимся может быть предложена, например, такая задача:

Мощность на валу гидротурбины N-й ГЭС составляет ... МВт. Коэффициент использования энергии потока ... %. Определить расход воды в секунду, если высота напора составляет ... м.

Кроме того, учащимся даётся задание конкретизировать условие задачи, взяв параметры современных ГЭС на страницах (указываются источники информации).

Выполняя это задание, учащиеся должны прочитать цельный отрывок предложенного текста и сделать выборку необходимого материала. При этом они неизбежно будут выполнять простейшие операции по его преобразованию в соответствии с конкретными ориентирами и получать дополнительную информацию (имеются в виду данные о работающих и вводимых в строй электростанциях, основных тенденциях в их строительстве и т. п.). Для закрепления этой информации с учащимися может быть проведён дополнительный разговор.

Здесь же решается задача на преобразование внутренней энергии топлива в механическую энергию энергоблоков паровых турбин.

Энергетическое уравнение, описывающее эти процессы, имеет вид: $N t = \eta q m$.

Учащимся предлагается задача вида:

Энергоблок паровой турбины мощностью N_1 расходует на 1 кВт · ч M_1 кг условного топлива, а энергоблок мощностью N_2 расходует на выработку 1 кВт ч – M_2 кг условного топлива.

Определить КПД турбины.

Сколько топлива экономится за сутки на N-й ГРЭС по сравнению с M-й ГРЭС?

Конкретные данные можно найти на страницах (так же указывается источник).

Прочитав предложенный отрывок, учащиеся не только смогут подобрать необходимые данные и получить сведения о современных энергетических установках, но и узнать, что КПД растёт с увеличением единичных мощностей энергоблоков.

После выполнения задачи полученные сведения могут быть дополнительно обсуждены в беседе с учащимися.

Примеров задач такого типа может быть приведено много. Уровень их сложности является минимальным, поскольку деятельность, связанная со вторым преобразованием, необходимым при конструировании текстов задач, для ученика пока снята, а для проведения первого преобразования, производимого при отборе информации, заданы конкретные ориентиры в виде явно выраженных требований найти ту или иную информацию. На этом уровне формируются начальные поисковые умения учащихся и производится первичное знакомство с фактическим и числовым материалом.

К заданиям более высокого уровня сложности могут быть отнесены задания, при выполнении которых учащиеся вовлекаются в деятельность по самостоятельному первичному преобразованию информации.

В отличие от заданий предыдущего уровня, конкретные указания о требованиях к отбираемому материалу заменяются ориентирами более общего характера, задающими направление в поисковой деятельности в виде системы целевых установок (показать пути роста промышленного и сельскохозяйственного производства, экономии природных

богатств и т. д.). На этом этапе отрабатываются умения производить элементарные операции по преобразованию информации в соответствии с ориентирами обобщённого характера. Здесь учащимся могут предлагаться задачи, аналогичные следующей:

Каково ежесуточное потребление топлива современными ТЭС, АЭС? За счёт чего достигается экономия топлива на современных ТЭС, АЭС? Каковы тенденции развития теплоэнергетики в нашей стране?

Необходимые данные учащиеся могут найти в указанных учителем источниках. В отличие от задач первого типа, содержание этих задач является более неопределённым. В предлагаемых информационных сообщениях нет сведений, которые учащиеся могли бы сразу включить в текст задачи. Нет также и прямых указаний на то, какие именно данные следует использовать для того, чтобы ответить на поставленный вопрос. Учащиеся предварительно должны решить задачу в общем виде, или, как было показано выше, описать математически предложенный физический процесс, а затем самостоятельно определить, какие данные следует искать в предложенных материалах.

К этому же этапу относится деятельность по обучению учащихся осуществлению операции синтеза, которая заключается в конструировании текстов задач на основе предложенных физических явлений путём включения в них готовых информационных сообщений. Здесь же даются задания на постановку вопроса к предложенному задачному сюжету.

Примером задачи такого вида может быть следующая:

ТЭС мощностью P МВт потребляет в сутки M кг топлива. Взять данные для давно введённых и новейших ТЭС. На основе их сравнения составить задачу так, чтобы вопрос отражал уровень и тенденцию развития страны в области теплоэнергетики.

Глава 2

Педагогические основы конструирования экспериментальных задач по физике

2.1. Конструирование экспериментальных задач с ориентацией на основные виды учебных знаний по физике

Анализ учебных курсов физики с методологической точки зрения показывает, что предметом этой дисциплины является изучение физических явлений (процессов, состояний), величин; связей между величинами и законов; теорий; приборов, механизмов, машин, технологических процессов, основанных на физических знаниях. При этом в основе физических явлений лежат наблюдения и опыты, позволяющие получить экспериментальные факты. Основанием физических теорий также являются экспериментальные факты, которые объясняются через выдвижение гипотез. Гипотезы же подтверждаются либо опровергаются путём экспериментальной проверки полученных на их основе логических следствий. Физические величины вводятся на экспериментальной основе. Физические законы и закономерности также устанавливаются экспериментально. Эксперимент не только является органической частью всех видов научного и учебного физического знания, но и имеет применительно к каждому виду знания своё место и назначение. В связи с этим конструирование экспериментальных задач по физике прежде всего целесообразно связывать именно с видами и структурой знаний, изучаемых в данном курсе.

В методике преподавания физики каждый вид изучаемого знания принято описывать с помощью обобщённых планов, наиболее известными и отработанными из которых являются планы, разработанные А.В. Усовой.

Таким образом, решение задач, связанных с целостным изучением явления, процесса или состояния физического объекта, предполагает:

- наблюдение явления и его описание с целью констатации опытных фактов;
- установление условий, при которых явление протекает;
- введение, измерение, нахождение величин, необходимых для формирования условия и дальнейшего решения задачи;
- установление закономерностей протекания явления или процесса;
- выдвижение предположений о механизме протекания явления;
- построение математической или качественной модели протекающего явления;
- предсказание результатов, которые будут получены при наполнении модели конкретными данными;
- экспериментальная проверка предсказаний;
- установление связи данного явления с аналогичными явлениями, которые описываются сходными моделями;
- указание на то, где данное явление может быть использовано или уже используется.

Этот вариант решения экспериментальных задач представляется наиболее общим и самым трудным. Здесь трудность может быть обусловлена отсутствием у решающего знаний о видах и структуре изучаемого материала и опыта использования этих знаний не только для решения задач, но даже для обычного описания физических явлений. В этом случае учащийся, встретивший подобные формулировки задач, может предпринять какие-то действия по её решению, получить какой-то результат, и при этом даже не понять, что же от него на самом деле требовалось. В случае же наличия соответствующих знаний и опыта их применения в разных ситуациях уча-

щемуся предстоит переформулировать задачу так, чтобы она соответствовала данному виду задач, выстроить конкретную стратегию её решения согласно обобщённому плану описания явления, и представить решение согласно выработанной стратегии.

При решении экспериментальных задач на определение значения физической величины можно придерживаться следующего плана:

- опишите представленное в задаче явление на математическом языке;
- решите полученное уравнение относительно искомой величины;
- найдите в полученной формуле неизвестные и известные величины;
- укажите способы нахождения неизвестной величины и найдите эту величину;
- найдите численное значение искомой величины;
- рассчитайте абсолютную и относительную погрешности измерений и запишите с их учётом окончательный результат;
- проведите экспериментальную проверку правильности полученного результата.

При решении экспериментальных задач на исследование зависимостей между физическими величинами можно придерживаться следующего плана:

- определите, зависимость между какими величинами Вы будете исследовать в ходе эксперимента;
- соберите экспериментальную установку;
- если будет исследоваться зависимость между тремя и более величинами (a , b , c), то, оставляя постоянными величины b , c ..., определите зависимость $x = f(a)$. Затем, оставляя постоянными величины a , c , ..., определите $x = \varphi(b)$ и т. д.;
- определите абсолютную и относительную погрешности измерений, постройте с их учётом графики зависимостей, установленные в эксперименте;
- учитывая точность измерений, сформулируйте выводы, отражающие установленные в эксперименте зависимости.

При решении экспериментальных задач на конструирование приборов, механизмов, машин, технологических процессов необходимо осветить следующие вопросы:

- название прибора, механизма, машины, технологического процесса;
- его назначение;
- схема устройства;
- принцип или процесс работы;
- возможные области применения.

Если обучение решению экспериментальных задач будет проводиться с ориентацией на эти или подобные обобщённые планы описания различных видов знания, то учащиеся будут усваивать методы решения целого класса задач. Обучение будет основано на ориентировочной основе действия третьего типа.

Если каждая задача будет сопровождаться конкретными указаниями на то, как её решать, какие действия выполнять на каждом этапе решения, то учащиеся будут решать быстрее и успешнее, чем в предыдущем случае. Но учиться они будут не методу решения класса задач, а решению данной конкретной задачи. В основе такого обучения лежит ориентировочная основа действия второго типа.

Если каждая задача будет решаться как самостоятельная и независимая от других задач, без обобщённых ориентиров, без подсказок и конкретных указаний, то при решении будет превалировать метод проб и ошибок, в основе которого лежит ориентировочная основа действия первого типа.

В обучении должны встречаться все три типа ориентировочной основы действия, но предпочтение надо давать ориентировке третьего типа.

Ниже будут приведены систематизированные по видам учебного знания и разделам курса физики задания нескольких уровней, которые необходимо преобразовать в задачные структуры.

2.2. Формализованный подход к конструированию экспериментальных задач по физике

Чтобы разработать систему экспериментальных задач по какому-то разделу курса физики, целесообразно исходить из следующих соображений.

Взяв за основу раздел курса физики, или выделив в рассматриваемом разделе подразделы, необходимо провести их анализ с методологической точки зрения и выявить виды и структуру знаний, изучаемых в анализируемом разделе или подразделе курса.

В результате такого анализа должны быть выделены факты, понятия и величины, законы, элементы теории, эксперименты, приборы, механизмы, технологические процессы и структурные элементы каждого из выделенных видов знания.

В соответствии с выделенными видами знаний следует определить возможные виды экспериментальных задач.

Для каждого вида экспериментальных задач необходимо разработать обобщённые предписания алгоритмического типа по их решению.

Ориентируясь на содержание выделенных знаний, можно начать конструирование различных видов экспериментальных задач.

Первым его этапом будет описание сюжетов, которые будут лежать в основе изучения анализируемого раздела или подраздела курса физики. Описанные сюжеты в дальнейшем послужат основой для подбора оборудования и комплектования конкретных установок, с помощью которых будут решаться задачи. В качестве принципов комплектования таких установок можно предложить принципы простоты и возможности использования одних и тех же приборов и материалов, отдельных блоков в разных установках по типу технических конструкторов. Для реализации этих принципов необходимо провести работу по отбору состава элементов конструктора.

При успешности названного подхода возникает возможность создания такого комплекта оборудования, из которого, в идеале, можно будет собрать установки, соответствующие любому из описанных физических сюжетов. Это даст возможность при подготовке практикума по решению экспериментальных задач задать для каждого студента (а в средней школе ученика) или каждого звена такую последовательность решения задач, которая соответствовала бы логике изучения физического знания в изучаемом курсе.

Исходя из выделенных видов экспериментальных задач, можно к ограниченному числу физических сюжетов разработать большое число вариантов задач, достаточное для того, чтобы обеспечить самостоятельность их выполнения каждым звеном или даже отдельным студентом.

Изучение основных и производных понятий и величин, законов и уравнений, связывающих эти величины, связано с решением методических задач. Перечень этих задач достаточно узок и, при соотнесении с основными видами экспериментальных заданий, может быть следующим.

1. Изучение физического явления с целью накопления фактического материала для его дальнейшего анализа.

Примерами могут быть изучение явлений прямолинейного равнопеременного движения тела и движения связанных тел в механике, явлений изотермического и адиабатного изменения объёма газа в молекулярной физике, явлений прохождения постоянного и переменного тока по электрическим цепям в электродинамике.

2. Введение и анализ производной физической величины.

Величины, выполняющие в курсе физики одинаковые функции и схожие между собой по форме записи, вводятся и анализируются по одним и тем же правилам.

К таким величинам, например, можно отнести плотность, мощность, электроёмкость, электрическое напряжение и напряжённость электрического поля.

3. Определение численного значения физической величины.

Примеров заданий для экспериментальных задач такого вида чрезвычайно много. Вот только некоторые из них: «Определение начальной скорости снаряда, выпущенного из баллистического пистолета», «Определение коэффициента трения скольжения деревянного бруска по поверхности стола», «Определение массы тела при его взаимодействии с другим телом известной массы», «Определение электроёмкости конденсатора и индуктивности катушки», «Определение фокусного расстояния и оптической силы собирающей и рассеивающей линз».

4. Определение численного значения физической постоянной.

Примеры: «Определение универсальной газовой постоянной и постоянной Больцмана», «Определение постоянной Планка».

5. Исследование зависимостей между величинами и анализ выявленных зависимостей.

Типичными примерами являются такие работы: «Исследование зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления и площади соприкасающихся поверхностей», «Исследование зависимости силы тока на участке цепи от параметров этой цепи».

6. Изучение или конструирование прибора, механизма, технологического процесса.

Примерами являются: «Изготовление и градуировка динамометра и весов», «Изготовление шунта и добавочного сопротивления к гальванометру», «Изучение устройства и принципа действия различных приборов для измерения времени».

Проведение поэлементного анализа раздела курса физики и систематизация полученного материала позволяют не только выделить в нем обозначенный перечень видов знания, но и подобрать сюжеты, которые могут лечь в основу последующего конструирования экспериментальных задач. Ниже в качестве примера перечень сюжетов, которые могут быть положены в основу обучения принципам конструирования экспериментальных физических задач.

Перечень сюжетов для конструирования экспериментальных задач

- Равномерное движение тела (бруска, тележки, шарика) по горизонтальной (или слегка наклонённой для компенсации силы трения) поверхности.
- Равномерное вращение тела по окружности в горизонтальной плоскости.
- Равноускоренное движение тела (бруска, тележки, шарика) по наклонной плоскости.
- Равномерное движение связанных, уравнивающих друг друга грузов в вертикальной плоскости.
- Равноускоренное движение связанных, неуравновешивающих друг друга грузов в вертикальной плоскости.
- Равноускоренное движение тела по горизонтальной поверхности (без учёта силы трения) под действием падающего груза.
- Равноускоренное движение тела по горизонтальной поверхности (с учётом силы трения) под действием падающего груза.
- Равноускоренное движение тела по наклонной плоскости (без учета силы трения) под действием падающего груза.
- Равноускоренное движение тела по наклонной плоскости (с учетом силы трения) под действием падающего груза.
- Подъём тела на некоторую высоту с помощью шероховатой наклонной плоскости.
- Равномерное движение бруска по горизонтальной поверхности под действием горизонтально приложенной силы.
- Равномерное движение бруска по горизонтальной поверхности под действием силы, направленной под углом к горизонту.
- Равномерное движение бруска вверх вдоль наклонной плоскости под действием приложенной к нему силы.
- Равномерное скольжение бруска вниз по наклонной плоскости.
- Движение бруска по горизонтальной поверхности под действием силы упругости, уменьшающейся по линейному закону.

- Равномерное вращение тела по окружности в горизонтальной плоскости. Тело привязано к нити, пропущенной через трубку. Второй конец нити привязан к пружине динамометра или к другому телу. (Провисание нити мало.)

- Равномерное вращение тела по окружности в горизонтальной плоскости. Тело привязано к нити, другой конец которой неподвижно закреплён. Нить при движении описывает коническую поверхность.

- Упругий центральный удар шаров, подвешенных на нитях.
- Неупругий центральный удар шаров, подвешенных на нитях.

- Выстрел из баллистического пистолета под углом к горизонту.

- Выстрел из баллистического пистолета в брусок, подвешенный на нитях. Снаряд застревает в бруске.

- Растяжение спиральных пружин с помощью динамометра или подвешиваемых к ним грузов.

- Растяжение резиновых жгутов с помощью динамометра или подвешиваемых к ним грузов.

- Падение двух тел с разных высот на равномерно вращающийся диск.

- Движение шаров разных размеров и масс по различным трекам.

- Движение цилиндров разных размеров и масс по различным трекам.

- Падение тел различной формы и массы в средах с большой и малой вязкостью.

- Колебания пружинного маятника.

- Колебания нитяного маятника.

- Колебания маятника Максвелла.

- Колебания струн.

- Термоакустические колебания.

- Распространение звука в газах, жидкостях и твёрдых телах.

- Отрыв проволочных скоб и пластин от поверхности жидкости.

- Газовые процессы.

- Фазовые переходы при нагревании и охлаждении вещества.

- Падение постоянного магнита в трубах из неферромагнитных материалов.
- Прохождение постоянного тока по различным цепям.
- Изготовление и использование самодельных источников электрического тока.
- Фазовые соотношения в цепях переменного тока.
- Прохождение световых лучей через прозрачные среды.
- Прохождение света через линзы.
- Прохождение света через сложные оптические системы.
- Прохождение света через дифракционные решётки.

Естественно, перечень сюжетов, которые могут лечь в основу конструирования экспериментальных задач, на этом не ограничивается. Наряду с приведёнными, только в механике могут быть рассмотрены сюжеты, характеризующие состояние тела в движущемся вертикально с ускорением лифте; система статических сюжетов: силы упругости, возникающие в балках, укосах, равновесие рычагов, плоских пластин и объёмных тел; различные преобразования энергии.

Рассмотрим, каким может быть принцип конструирования экспериментальных задач по физике. Для наглядности этот принцип может быть представлен в виде схемы, которая строится путём формального анализа сюжета, лежащего в основе экспериментальной установки.

Подробно эта схема ранее описана и проиллюстрирована нами на примере механики [110, 113]. Не повторяясь, отметим лишь её основные характеристики.

Основой для построения задач является задачный сюжет (С). Сюжет описывается уравнением или системой уравнений (У). Из уравнений выделяются все входящие в них величины (В). Величины располагаются в строках.

В столбцах располагаются основные виды задач согласно их классификации по видам и элементам знаний, изучаемых в курсе физики. На пересечении строк и столбцов появляются основания для обобщённых формулировок требований к задачам (З).

Покажем, как данная схема может быть использована для отбора и формулировки экспериментальных заданий и задач

на примере сюжетов из электродинамики и механики вращательного движения твёрдого тела.

Пример 1

Описание сюжета (С):

К источнику постоянного тока подключается реостат. Через реостат протекает электрический ток. На реостате падает электрическое напряжение. Протекающий по цепи электрический ток оказывает тепловое действие.

Для начала проанализируем сюжет с качественной стороны.

Допустим, что сопротивление нагрузки, в качестве которой выступает реостат, очень мало и в идеале равно нулю. Такое состояние цепи называется коротким замыканием. Очевидно, что электрический ток в цепи при коротком замыкании достигает максимальной силы, и его величина полностью определяется параметрами источника тока.

Если сопротивление внешнего участка равно нулю, равна нулю и мощность, выделяемая на внешнем участке. Вся энергия в виде тепла выделяется внутри источника тока.

С практической точки зрения интересен случай, когда мощность выделяется и на внешнем участке цепи.

Пусть сопротивление нагрузки будет не бесконечно малым, а бесконечно большим. Это состояние соответствует разрыву электрической цепи.

Когда цепь разомкнута, тока в ней нет. Соответственно, мощность тока также равна нулю.

Вывод: и очень большое, и очень маленькое сопротивление нагрузки вряд ли будут фигурировать в конструируемых задачах.

Вероятно, существует такое значение сопротивления, при котором мощность, выделяемая на внешнем участке цепи, максимальна.

Возникает вопрос: «Каким уравнением будет описываться такая электрическая цепь?»

Цепь состоит из источника тока с известными параметрами и внешнего участка. Такая цепь описывается законом Ома

для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$. Мощность на внешнем участке

цепи равна: $P = IU$. При описании цепи, вероятно, потребуется закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R}$. Применяя данные уравне-

ния, можно найти мощность, выделяемую на внешнем участке цепи: $P = I(\mathcal{E} - Ir)$.

Таким образом, **уравнениями**, описывающими данный сюжет (**У**), являются следующие: $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$; $P = IU$; $I = \frac{U}{R}$.

В данные уравнения входят следующие **величины (В)**: $I, \mathcal{E}, R, r, P$.

Формулировки задач (З)

Задача на изучение физического явления

Дано: батарея гальванических элементов, реостат (или магазин сопротивлений), электроизмерительные приборы – вольтметр и амперметр (или мультиметр), соединительные провода.

Требование: используя данное оборудование, соберите электрическую цепь и всесторонне исследуйте её.

Задача на введение производной физической величины

Дано: батарея гальванических элементов, реостат, постоянный резистор, электроизмерительные приборы – вольтметр и амперметр (или мультиметр), соединительные провода.

Требования: используя батарею гальванических элементов и реостат, соберите источник тока с плавно регулируемым напряжением. Подсоедините к полученному источнику тока постоянный резистор и электроизмерительные приборы. Измерьте силы токов, протекающих через постоянный

резистор при разных значениях напряжения на нём. Используя полученные значения измеренных величин, найдите для резистора производную физическую величину, не зависящую ни от напряжения на его концах, ни от силы протекающего тока.

Задачи на определение численного значения физической величины

Дано: батарея гальванических элементов, реостат, электроизмерительные приборы – вольтметр и амперметр (или мультиметр), соединительные провода.

Требование: используя данное оборудование, определите величину электродвижущей силы источника тока и его внутреннее сопротивление.

Дано: батарея гальванических элементов, постоянный резистор, электроизмерительные приборы – вольтметр и амперметр (или мультиметр), соединительные провода.

Требование: используя данное оборудование, определите величину сопротивления резистора.

Дано: батарея гальванических элементов, постоянный резистор, электроизмерительные приборы – вольтметр и амперметр (или мультиметр), соединительные провода.

Требование: подсоедините резистор к источнику тока и определите мощность электрического тока, протекающего через него.

Дано: батарея гальванических элементов, реостат (или магазин сопротивлений), электроизмерительные приборы – вольтметр и амперметр (или мультиметр), соединительные провода.

Требования: используя данное оборудование, определите максимальную мощность электрического тока, выделяемую на внешнем участке цепи.

Дано: батарея гальванических элементов, реостат (или магазин сопротивлений), электроизмерительные приборы – вольтметр и амперметр (или мультиметр), соединительные провода.

Требования: используя данное оборудование, определите сопротивление внешнего участка цепи, на котором выделяется максимальная мощность электрического тока.

Задача на определение численного значения физической постоянной для данного сюжета не предусмотрено.

Задачи на исследование зависимостей между физическими величинами

Дано: батарея гальванических элементов, реостат, постоянный резистор, электроизмерительные приборы – вольтметр и амперметр (или мультиметр), соединительные провода.

Требования: используя батарею гальванических элементов и реостат, соберите источник тока с плавно регулируемым напряжением. Подсоедините к полученному источнику тока постоянный резистор и электроизмерительные приборы. Исследуйте зависимость между силой тока, протекающего через резистор, и падением напряжения на нём.

Дано: батарея гальванических элементов, реостат, набор постоянных резисторов (или магазин сопротивлений), электроизмерительные приборы – вольтметр и амперметр (или мультиметр), соединительные провода.

Требования: используя батарею гальванических элементов и реостат, соберите источник тока с плавно регулируемым напряжением. Подсоединяя к полученному источнику тока постоянные резисторы с различными сопротивлениями и электроизмерительные приборы, исследуйте зависимость между силой тока, протекающего через резисторы, и величиной их сопротивлений.

Дано: батарея гальванических элементов, реостат (или магазин сопротивлений), электроизмерительные приборы – вольтметр и амперметр (или мультиметр), соединительные провода.

Требования: подсоединяя к источнику тока постоянные резисторы с различными сопротивлениями (или реостат) и электроизмерительные приборы, исследуйте зависимость мощности электрического тока, выделяемой на внешнем участке цепи, от величины сопротивления этого участка.

Задача на проверку предсказания результата,
полученного теоретическим путём

Дано: батарея гальванических элементов, реостат, электроизмерительные приборы – вольтметр, амперметр и миллиамперметр, соединительные провода.

Требования: докажите, что максимальная мощность на внешнем участке цепи выделяется, если сопротивление внешнего участка равно внутреннему сопротивлению источника тока. Опытным путём проверьте справедливость теоретических доказательств.

Задача на моделирование физического процесса
и проверку справедливости модели

Дано: батарея гальванических элементов, реостат, электроизмерительные приборы – вольтметр, амперметр и миллиамперметр, соединительные провода.

Требования: постройте компьютерную модель процесса прохождения постоянного электрического тока через подключённый к источнику тока резистор, и позволяющую проверить, что максимальная мощность на внешнем участке цепи выделяется, если сопротивление внешнего участка равно внутреннему сопротивлению источника тока. Опыт-

ным путём проверьте справедливость результатов, полученных путём моделирования процесса.

Задачи на изготовление или изучение прибора, механизма, технологического процесса

Дано: батарея гальванических элементов, реостат, набор постоянных резисторов (или магазин сопротивлений), электроизмерительные приборы – вольтметр и амперметр, соединительные провода.

Требование: используя данное оборудование, изготовьте и проградуируйте прибор для измерения сопротивлений проводников – омметр.

Дано: батарея гальванических элементов, реостат, набор постоянных резисторов (или магазин сопротивлений), электроизмерительные приборы – вольтметр, амперметр и миллиамперметр, соединительные провода.

Требование: используя данное оборудование, изготовьте к миллиамперметру шунт, позволяющий измерять силы токов, превосходящие предел измерения прибора в заданное число раз. Подсоедините шунт к миллиамперметру и проградуируйте вновь изготовленный электроизмерительный прибор.

Дано: батарея гальванических элементов, реостат, набор постоянных резисторов (или магазин сопротивлений), электроизмерительные приборы – вольтметр, амперметр и миллиамперметр, соединительные провода.

Требование: используя данное оборудование, изготовьте к вольтметру добавочное сопротивление, позволяющее измерять напряжения, превосходящие предел измерения прибора в заданное число раз. Подсоедините добавочное сопротивление к вольтметру и проградуируйте вновь изготовленный электроизмерительный прибор.

Для описания выделенных видов задач могут быть использованы дополнительные характеристики из числа названных выше.

Задача, в явном виде предполагающая установление межпредметных связей с курсом математики

Определите сопротивление резистора, в котором при подключении его к источнику постоянного тока выделяется максимальная мощность.

Чтобы подтвердить межпредметный характер этой задачи, следует рассмотреть способы доказательства того, что максимальная мощность на внешнем участке цепи выделяется, если сопротивление внешнего участка цепи равно внутреннему сопротивлению источника тока. Это доказательство может быть проведено двумя способами.

1 способ

Полученное уравнение $P = I(\mathcal{E} - Ir)$ можно представить в несколько изменённом виде: $P = -rI^2 + \mathcal{E}I$.

Перепишем уравнение, воспользовавшись обозначениями, принятыми в математике: $y = -ax^2 + bx$.

Графиком такого уравнения является парабола, смещённая по оси Ox вправо, и с ветвями, направленными вниз.

Найдём точки пересечения параболы с осью Ox .

Если $x = 0$, то $y = 0$.

Первая точка находится на пересечении осей, её координаты $(0,0)$.

Если $y = 0$, то $0 = ax^2 - bx$. $x = b/a$.

В силу симметрии параболы, её вершина проецируется на середину отрезка, определяемого координатами $(0, b/2a)$.

Зная координату точки по оси Ox , мы можем найти соответствующую координату по оси Oy .

Вернёмся к уравнению, описывающему физический процесс, и построим соответствующий график $P = P(I)$.

По горизонтали откладываем I , а по вертикали P . Вершина параболы проецируется на ось токов. Ток, соответствующий максимальной мощности, равен: $I = \frac{\mathcal{E}}{2r}$. По оси P координата вершины: $P_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}$.

Чтобы сопротивление всей цепи было равно $2r$, сопротивление внешней цепи должно быть равно внутреннему сопротивлению источника тока: $R = r$. Говорят, что в этом случае нагрузка согласуется с источником, т. е. на нагрузке выделяется самая большая мощность.

2 способ

Основан на исследовании функций с помощью производных. Если взять производную мощности по силе тока и значение производной приравнять к нулю, то это позволит сразу найти ответ на вопрос задачи. $P = -rI^2 + \mathcal{E}I$,

$$P'_{(I)} = (-rI^2 + \mathcal{E}I)'_{(I)}.$$

Производная суммы равна сумме производных. Находим, что сила тока, при которой мощность будет максимальной, равна:

$$P'_{(I)} = -2rI + \mathcal{E} = 0 \rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{2r}.$$

Анализируя это уравнение, приходим к тому же выводу: сопротивление нагрузки должно быть равно внутреннему сопротивлению источника тока: $r = R$.

Выражение для максимальной силы тока можно подставить в исходное уравнение и найти соответствующее выражение для максимальной мощности, выделяемой на внешнем участке цепи.

Задача, предполагающая установление межпредметных связей с курсом информатики

Постройте компьютерную модель, позволяющую в ходе виртуального эксперимента определить сопротивление

резистора, в котором при подключении его к источнику постоянного тока выделяется максимальная мощность.

Эта задача может быть очень быстро и наглядно решена, например, в среде программирования LabVIEW, позволяющей собрать исследуемую электрическую цепь из виртуальных приборов – источника тока и нагрузочного резистора, а результаты модельного эксперимента отобразить в аналитической и графической формах.

Предполагается, что написав подобную программу и проделав модельный эксперимент, учащийся (студент или школьник) проведёт эксперимент натурный и сравнит полученные опытные данные с теоретическими.

Пример рассмотренного сюжета, на первый взгляд, является элементарным. Ему действительно, согласно проведённой выше классификации, соответствует ряд простых или относительно несложных задач. В то же время приведённые выше теоретические выкладки показывают, что среди сконструированных задач присутствуют задачи сложные и даже трудные.

Пример 2

Сюжет (С)

Имеется набор шаров разных размеров и разных масс. В наборе есть полые и однородные шары. Некоторые шары заполнены песком и водой.

Шары могут без проскальзывания кататься по плоскости и по раздвижным полозьям. Плоскость и полозья могут располагаться как горизонтально, так и под некоторым углом к горизонту.

Движение шаров может проходить в зоне действия датчика расстояния, подключённого к компьютеру.

Компьютерная программа позволяет получать значения координат, скоростей и ускорений движущегося объекта через наперёд заданные промежутки времени и отображать их в табличной, графической и аналитической формах.

Уравнения, описывающие процесс скатывания шара с наклонной плоскости (У).

Первый способ описания процесса.

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}; \quad I = k \cdot mR^2; \quad \omega = \frac{v}{R}; \quad mgh = \frac{mv^2}{2} + k \cdot mR^2 \cdot \frac{v^2}{2R^2};$$

$$2gh = v^2 \cdot (1+k); \quad v = \sqrt{\frac{2gh}{1+k}}; \quad l = \frac{at^2}{2} = \frac{vt}{2}; \quad t = \frac{2l}{v}; \quad l = \frac{h}{\sin \alpha};$$

$$t = \frac{2h}{v \cdot \sin \alpha} = \frac{2h}{\sin \alpha} \cdot \sqrt{\frac{1+k}{2gh}}; \quad t = \frac{1}{\sin \alpha} \cdot \sqrt{\frac{2h \cdot (1+k)}{g}}.$$

Второй способ описания процесса.

$$mg \cdot \sin \alpha - F_{mp.} = ma; \quad F_{mp.} R = I\varepsilon; \quad F_{mp.} = \frac{I\varepsilon}{R}; \quad mg \cdot \sin \alpha - \frac{I\varepsilon}{R} = ma;$$

$$I = k \cdot mR^2; \quad \varepsilon = \frac{a}{R}; \quad mg \cdot \sin \alpha - \frac{k \cdot mR^2 \cdot \frac{a}{R}}{R} = ma; \quad a = g \frac{\sin \alpha}{1+k}.$$

В приведённых формулах: h – высота наклонной плоскости; l – длина наклонной плоскости; α – угол наклона плоскости; R – радиус шара; m – масса шара; I – момент инерции шара; $F_{mp.}$ – сила трения; ω – угловая скорость шара; ε – угловое ускорение шара; v – линейная скорость центра масс шара; t – время движения шара; g – ускорение свободного падения.

$I = \frac{2}{5}mR^2$ – момент инерции сплошного шара радиуса R и массы m относительно оси, проходящей через центр шара;

$I = \frac{7}{5}mR^2$ – момент инерции сплошного шара радиуса R и массы m относительно оси, касательной к поверхности шара;

$I = \frac{2}{3}mR^2$ – момент инерции тонкостенной сферы радиуса R и массы m относительно оси, проходящей через центр сферы;

$I = k \cdot mR^2$ – общее выражение для момента инерции тела сферической формы.

Величины, входящие в конечные уравнения (В): t, α, h, g, k

При конструировании текстов задач на нахождение численного значения физической величины одна из этих величин может **быть** принята за неизвестную. Остальные будут считаться данными.

Рассмотрим случай скатывания с наклонной плоскости сплошного однородного шара.

Заданные величины	t	$\sin \alpha$	g		k
Искомая величина				h	

Задача 1 (В)

Установите плоскость так, чтобы с неё мог скатываться без проскальзывания сплошной однородный шар, и измерьте угол её наклона.

Измерьте время скатывания шара на участке от точки пуска до некоторой установленной вами точки.

Используя имеющиеся данные, рассчитайте величину перепада высот между данными точками.

Проверьте правильность расчётов путём прямых измерений.

Заданные величины		$\sin \alpha$	g	h	k
Искомая величина	t				

Задача 2 (В)

Установите плоскость так, чтобы с неё мог скатываться без проскальзывания сплошной однородный шар, и измерьте угол её наклона.

Выберите на наклонной плоскости две точки и измерьте перепад высот между ними.

Используя имеющиеся данные, рассчитайте время движения шара между выбранными точками для случая, когда его начальная скорость равна нулю.

Измерьте время движения шара на заданном участке.

Сравните результаты расчётов и результаты, полученные путём прямых измерений.

Заданные величины	t		g	h	k
Искомая величина		$\sin \alpha$			

Задача 3 (В)

Установите плоскость так, чтобы с неё мог скатываться без проскальзывания сплошной однородный шар. Выберите на плоскости две точки и измерьте перепад высот между ними.

Измерьте время движения шара на выбранном участке для случая, когда его начальная скорость равна нулю.

Пользуясь полученными данными, рассчитайте угол наклона плоскости по отношению к горизонту.

Сравните результаты расчётов и результаты, полученные путём прямых измерений.

Заданные величины	t	$\sin \alpha$		h	k
Искомая величина			g		

Задача 4 (В)

Установите плоскость так, чтобы с неё мог скатываться без проскальзывания сплошной однородный шар, и измерьте угол её наклона. Выберите на плоскости две точки и измерьте перепад высот между ними.

Измерьте время скатывания шара на участке от точки пуска до некоторой установленной вами точки.

Пользуясь полученными данными, найдите величину ускорения свободного падения и сравните полученный результат со значениями соответствующей величины, полученными в других опытах.

Заданные величины	t	$\sin \alpha$	g	h	
Искомая величина					k

Задача 6 (В)

Установите плоскость так, чтобы с неё мог скатываться без проскальзывания сплошной однородный шар, и измерьте угол её наклона. Выберите на плоскости две точки и измерьте перепад высот между ними.

Измерьте время скатывания шара на участке от точки пуска до некоторой установленной вами точки.

Пользуясь полученными данными, найдите момент инерции скатываемого шара.

Сравните экспериментальные данные с теоретическими.

Заданные величины	a	$\sin \alpha$		k
Искомая величина			g	

Задача 7 (В)

Установите плоскость под таким углом к горизонту, чтобы с неё мог скатываться без проскальзывания сплошной однородный шар, и измерьте угол наклона плоскости.

Измерьте ускорение шара при его скатывании с наклонной плоскости.

Пользуясь имеющимися данными, рассчитайте величину ускорения свободного падения и сравните полученный результат с аналогичным результатом, полученным другим способом.

Заданные величины	a	$\sin \alpha$	g	
Искомая величина				k

Задача 8 (В)

Установите плоскость под таким углом к горизонту, чтобы с неё мог скатываться без проскальзывания сплошной однородный шар, и измерьте угол наклона плоскости.

Измерьте ускорение шара при его скатывании с наклонной плоскости.

Пользуясь имеющимися данными, рассчитайте момент инерции шара и сравните полученный результат с теорией.

Для описываемого примера скатывания шара с наклонного трека могут быть составлены и задачи на установление зависимостей между физическими величинами (3).

Для этого из обозначенных выше величин должны быть выбраны пары величин, между которыми будет выявляться функциональная связь.

Здесь в качестве функции могут быть выбраны время скатывания шара и его параметры, угол наклона трека, его ширина, высота. Но для составления экспериментальных задач достаточно ограничиться выявлением связи времени скатывания какого-то конкретного шара (сплошного или полого) по одному и тому же треку (плоскому или с неизменной колеёй) от высоты наклонной плоскости или угла её наклона.

Задача 9 (3)

Установите плоскость под минимальным углом к горизонту так, чтобы с неё мог скатываться без проскальзывания сплошной однородный шар, и измерьте угол наклона плоскости.

Выберите на плоскости две точки и измерьте перепад высот между ними. Рассчитайте время движения шара между выбранными точками для случая, когда его начальная скорость равна нулю.

Проведите расчёты для нескольких других углов наклона плоскости.

Установите связь между временем движения шара между двумя фиксированными точками на наклонной плоскости для случая, когда его начальная скорость равна нулю, и углом наклона плоскости.

Проведите измерения времени движения шара на выбранном участке, соответствующие расчётам.

Сравните результаты расчётов и результаты, полученные путём прямых измерений.

Задача 10 (3)

Имеется несколько сплошных однородных шаров разных радиусов. Экспериментально установите, во сколько раз будут отличаться ускорения этих шаров, если их скатывать без начальной скорости с одной и той же наклонной плоскости? Сравните экспериментальные данные с теоретическими.

Задача 11 (3)

Имеется несколько сплошных однородных шаров разных радиусов. Экспериментально установите, во сколько раз будут отличаться ускорения этих шаров, если их скатывать с одной и той же наклонной плоскости с одинаковой или разной начальной скоростью, отличной от нуля? Сравните экспериментальные данные с теоретическими.

Задача 12 (3)

Экспериментально установите, во сколько раз будут отличаться ускорения пустотелых резиновых мячиков разных радиусов, если они будут скатываться без начальной скорости с одной и той же наклонной плоскости? Сравните экспериментальные данные с теоретическими.

В целом, при конструировании экспериментальных задач следует научиться не просто составлять их тексты, но и идентифицировать эти тексты согласно многомерной классификации задач, а также переконструировать некоторые задачи, заранее определяя перечень необходимых характеристик.

В дальнейшем необходимо будет по требованиям или вопросам восстановить недостающую информацию и сконструировать полноценные экспериментальные задачи, содержащие конкретные данные и вопросы либо требования.

В качестве примера перехода от задания к задаче взято задание, связанное с изучением одного из физических процессов.

Исходное задание:

Изучите характер движения тележки по горизонтальной поверхности под действием «падающего» груза.

Первый вариант формулировки задачи (общий, свёрнутый):

Имеется легкоподвижная тележка массы M , которая приводится в движение по горизонтальной поверхности с помощью «падающего» груза массой m .

Соберите такую установку и на основе серии экспериментов опишите движение тележки по горизонтальной поверхности под действием «падающего» груза.

Второй вариант формулировки задачи (конкретный, развёрнутый):

К легкоподвижной тележке массой 150 г, находящейся на горизонтальной поверхности стола, привязана лёгкая нерастяжимая нить, переброшенная через легко вращающийся блок пренебрежимо малой массы, укреплённый на краю стола. Ко второму концу нити прикреплён груз массой 10 г. В начальном состоянии тележка удерживается в состоянии покоя. После того, как тележку отпускают, система связанных тел приходит в движение с увеличивающейся скоростью. Перемещение, которое может совершить тележка по горизонтальной поверхности от исходного состояния до края стола, равно 50 см.

Проведите математическое описание движения связанных тел и ответьте на вопросы:

Является ли движение тел равноускоренным?

Если движение равноускоренное, то чему равно ускорение движения тележки?

Чему равна скорость тележки, которую она приобретёт, докатившись из состояния покоя до края стола (совершив перемещение, равное 50 см)?

За какое время тележка совершит это перемещение?

Во сколько раз будет отличаться время прохождения тележкой первой и второй половины пути?

Соберите описанную установку и предложите способы компенсации сопротивления движению тележки. Внесите в установку соответствующие коррективы.

Предложите способы измерения перемещения тележки, времени её движения на указанных участках траектории, мгновенной скорости и ускорения тележки.

Какие приборы и как надо использовать для проведения соответствующих измерений.

Проведите необходимые измерения и получите экспериментальные значения величин, найденных теоретически.

С учётом погрешностей измерений и вычислений сравните экспериментальные и теоретические данные и сделайте выводы.

2.3. Неконкретизированные задания для конструирования экспериментальных задач

Задания представлены в форме требований, в отдельных случаях – в форме вопросов. Описания задачных сюжетов отсутствуют или даны в самом общем виде. В подавляющем большинстве случаев нет указаний на используемое оборудование и измерительные приборы. Значения физических величин, как правило, не заданы.

Механика

Задания для конструирования задач на изучение физического явления, процесса, состояния

Задание 1.1

Изучите характер движения тележки по наклонной плоскости под действием «падающего» груза.

Задание 1.2

Изучите процесс движения бруска, соскальзывающего с наклонной плоскости и продолжающего движение по горизонтальному участку траектории.

Задание 1.3

Изучите процесс колебаний нитяного маятника.

Задание 1.4

Изучите процесс колебаний вертикального пружинного маятника.

Задание 1.5

Изучите процесс колебаний груза, подвешенного к резиновому жгуту.

Задание 1.6

Изучите характер движения неуравновешивающих друг друга грузов, связанных нитью, переброшенной через неподвижный блок.

Задания для конструирования задач
на нахождение значения физической величины

Задание 1.7

Определите коэффициент трения скольжения материала бруска по материалу дорожки.

Задание 1.8

Определите численное значение коэффициента трения скольжения бруска по материалу дорожки разными способами и сравните полученные результаты. В случае их расхождения (с учётом погрешностей измерения), дайте соответствующие объяснения.

Задание 1.9

Определите коэффициент трения скольжения дерева по пластику, не используя для этого динамометр.

Задание 1.10

Определите коэффициент трения скольжения дерева по пластику путём перемещения бруска с постоянной скоростью по горизонтальной поверхности с помощью динамометра.

Задание 1.11

Определите коэффициент трения скольжения дерева по пластику путём приведения бруска в движение по горизон-

тальной поверхности с помощью растянутой пружины динамометра (энергетическим способом).

Задание 1.12

Определите силу, которую необходимо приложить к телу, чтобы равномерно перемещать его по горизонтальной поверхности.

Задание 1.13

Определите значение силы тяги, которую следует приложить к бруску, чтобы равномерно поднимать его по наклонной плоскости, расположенной под углом к горизонту.

Задание 1.14

Определите ускорение движения бруска, соскальзывающего с наклонной плоскости.

Задание 1.15

Определите перемещение бруска, скатывающегося с наклонной плоскости за заданное время.

Задание 1.16

Определите, за какое время брусок, скатывающийся с наклонной плоскости, совершит заданное перемещение.

Задание 1.17

Какую массу должен иметь груз, чтобы тележка, двигаясь из состояния покоя, за время t совершала перемещение S , если угол наклона плоскости равен α .

Задание 1.18

Определите массу тележки, если она за время t совершает перемещение S под действием падающего груза массой m . Угол наклона плоскости α .

Задание 1.19

Определите время, за которое тележка массы M совершит заданное перемещение S под действием падающего груза массой m , если угол наклона плоскости равен α .

Задание 1.20

Какой путь пройдёт тележка массы M под действием падающего груза массой m за заданное время t , если угол наклона плоскости равен α .

Задание 1.21

Определите угол наклона плоскости, если тележка массы M за время t совершает перемещение S под действием падающего груза m .

Задание 1.22

Определите массу груза m , который необходимо прикрепить к нити, переброшенной через блок и связанной с бруском массы M , чтобы брусок двигался с заданным ускорением.

Задание 1.23

Определите массу груза m , который необходимо прикрепить к нити, переброшенной через блок и связанной с бруском массы M , чтобы брусок совершал заданное перемещение за заданное время.

Задание 1.24

С помощью неуравновешивающих друг друга грузов, связанных нитью, переброшенной через неподвижный блок, определите численное значение ускорения свободного падения g .

Задание 1.25

Экспериментально установите зависимости координаты, скорости, ускорения колеблющегося на пружине груза от времени. Отобразите эти зависимости в графической, табличной и аналитической формах.

Задание 1.26

Экспериментально определите сдвиг фаз между координатой тела, совершающего гармонические колебания, его скоростью и ускорением.

Задание 1.27

Определите коэффициенты жёсткости нескольких пружин.

Задание 1.28

Экспериментально найдите численное значение коэффициента a в формуле $T = a\sqrt{\frac{m}{k}}$. (Исходить надо из того, что согласно опыту период колебаний пружинного маятника $T \sim \sqrt{\frac{m}{k}}$.

Это даёт основание перейти к знаку равенства и записать приведённое выше выражение.)

Задание 1.29

Экспериментально найдите численное значение коэффициента A в формуле $T = A\sqrt{\frac{l}{g}}$. (Исходить надо из того, что согласно опыту период колебаний математического маятника $T \sim \sqrt{\frac{l}{g}}$. Это даёт основание перейти к знаку равенства и записать приведённое выше выражение.)

Задание 1.30

Определите с помощью математического маятника ускорение свободного падения.

Задание 1.31

Определите модуль упругости резины.

Задания для конструирования задач
на исследование зависимостей
между физическими величинами

Задание 1.32

Исследуйте зависимость между перемещением S и временем t движения тележки под действием «падающего» груза массы m .

Задание 1.33

Исследуйте зависимость перемещения S , совершаемого тележкой массы M под действием «падающего» груза за одно и то же время, от массы m этого груза.

Задание 1.34

Исследуйте зависимость времени t одного и того же перемещения S тележки массы M под действием «падающего» груза от его массы m .

Задание 1.35

Исследуйте зависимость между перемещением S и временем t движения тела с помощью неуравновешивающих друг друга грузов, связанных нитью, переброшенной через неподвижный блок.

Задание 1.36

Исследуйте зависимость перемещения бруска, соскальзывающего с наклонной плоскости, от её высоты. Результаты представьте в табличной и графической формах. Сопоставьте результаты эксперимента и теоретического прогноза.

Задание 1.37

Исследуйте зависимость перемещения бруска, соскальзывающего с наклонной плоскости, от его массы.

Задание 1.38

Исследуйте зависимость перемещения бруска, соскальзывающего с наклонной плоскости, от площади его поверхности.

Задание 1.39

Экспериментально установите зависимость коэффициента полезного действия наклонной плоскости от массы поднимаемого груза, угла её наклона, коэффициента трения скольжения. Сравните полученные результаты с теоретическими.

Задание 1.40

Экспериментально установите зависимость коэффициента полезного действия наклонной плоскости от параметров плоскости и поднимаемого груза. В качестве поднимаемого тела используйте брусок, ставя его в разных опытах на разные грани или нагружая с помощью грузов.

Задание 1.41

Исследуйте зависимость КПД наклонной плоскости от массы поднимаемого груза.

Задание 1.42

Исследуйте зависимость КПД наклонной плоскости от угла её наклона.

Задание 1.43

Постройте экспериментальный график зависимости КПД от угла наклона плоскости.

Задание 1.44

Исследуйте зависимость КПД наклонной плоскости от рода соприкасающихся поверхностей.

Задание 1.45

Среди набора пружин найдите пружину с нелинейным характером зависимости силы упругости от деформации.

Задание 1.46

Установите, нарушается ли гармонический характер колебаний груза на пружине, если нарушается линейная зависимость силы упругости от его смещения от положения равновесия.

Задание 1.47

Исследуйте зависимость периода гармонических колебаний от их амплитуды.

Задание 1.48

Исследуйте зависимость периода гармонических колебаний от массы колеблющегося груза.

Задание 1.49

Исследуйте зависимость периода гармонических колебаний от коэффициента жёсткости пружины.

Задание 1.50

Исследуйте зависимость периода колебаний математического маятника от его параметров.

Задание 1.51

Исследуйте зависимость периода колебаний математического и нитяного маятников от длины нити.

Задание 1.52

Исследуйте зависимость периода колебаний нитяного маятника от амплитуды колебаний.

Задание 1.53

Исследуйте зависимость периода колебаний нитяного маятника от массы колеблющегося груза.

Задание 1.54

Исследуйте зависимость удлинения резинового жгута от приложенной силы, длины, площади поперечного сечения и абсолютной деформации. Установите опытным путём, применим ли к деформируемой резине закон Гука?

Задание 1.55

Установите, остаётся ли постоянным для резинового жгута модуль упругости при его различных деформациях?

Задания для конструирования задач на проверку справедливости теоретических выводов

Задание 1.56

Определите, чему должна быть равна масса «падающего» груза m , чтобы тележка массой M за время t совершила перемещение S .

Задание 1.57

Определите, чему должна быть равна масса тележки M , если за время t «падающий» груз совершает перемещение S .

Задание 1.58

Определите перемещение S , которое за время t совершит каждый из грузов системы, если их массы m и M .

Задание 1.59

Определите время t , за которое каждый из грузов системы совершит перемещение S , если их массы m и M .

Задание 1.60

С помощью тележки и «падающего» груза определите численное значение ускорения свободного падения g .

Задание 1.61

Определите скорость, которую приобретёт тележка массы M , движущаяся под действием «падающего» груза массы m через время t .

Задание 1.62

Определите скорость, которую приобретёт тележка массы M , движущаяся под действием «падающего» груза массы m , совершив перемещение S .

Задание 1.63

Определите ускорение, с которым движется тележка массы M под действием «падающего» груза массы m .

Задание 1.64

Экспериментально определите величину коэффициента трения скольжения бруска по материалу трека, по которому в дальнейшем эксперименте этот брусок будет двигаться. Рассчитайте перемещения бруска по горизонтальной поверхности после скатывания с наклонной плоскости для разных высот этой плоскости. Результаты представьте в табличной и графической формах. Проверьте результаты расчётов экспериментально.

Задание 1.65

Экспериментально определите ускорения, с которыми брусок движется по наклонной плоскости и горизонтальному участку траектории после скатывания с наклонной плоскости. Сравните полученные данные с теоретическими прогнозами.

Задание 1.66

Теоретически найдите зависимость КПД наклонной плоскости от угла её наклона. Теоретические расчёты проверьте экспериментально.

Задание 1.67

Теоретически постройте график зависимости КПД от угла наклона плоскости. Теоретические расчёты проверьте экспериментально.

Задание 1.68

Определите массу перегрузка m , который необходимо положить на один из уравнивающих друг друга грузов, связанных нитью, переброшенной через блок, чтобы этот груз за время t совершил перемещение S см. Теоретические расчёты проверьте экспериментально.

Задание 1.69

Определите массу одного из уравнивающих друг друга грузов массы M , связанных нитью, переброшенной через блок, на котором лежит перегрузок известной массы m г, если за время t груз совершает перемещение S см. Теоретические расчёты проверьте экспериментально.

Задание 1.70

Определите перемещение S , которое совершит один из уравнивающих друг друга грузов массы M , связанных нитью, переброшенной через блок, за время t , если на этот груз положить перегрузок массой m . Теоретические расчёты проверьте экспериментально.

Задание 1.71

Определите время t , за которое один из уравнивающих друг друга грузов массы M , связанных нитью, переброшенной через блок, совершит перемещение S см. Теоретические расчёты проверьте экспериментально.

Задание 1.72

Определите массу груза, совершающего колебания на пружине.

Задания для конструирования задач на изучение, конструирование приборов, механизмов, технологических процессов

Задание 1.73

Имея в своём распоряжении легкоподвижную тележку, неподвижный блок, лёгкую и нерастяжимую нить, набор грузов, линейку и секундомер, изготовьте установку, с помощью которой можно было бы определить численное значение ускорения свободного падения g . Произведите необходимые измерения и расчёты. Изучите, как работает предложенная вами установка, придумайте как можно больше способов её практического применения и проиллюстрируйте некоторые из этих способов.

Задание 1.74

Имея в своём распоряжении легкоподвижную тележку, неподвижный блок, лёгкую и нерастяжимую нить, набор грузов, датчики движения и расстояния, сопряжённые с компьютером, изготовьте установку, с помощью которой можно было бы определить численное значение ускорения свободного падения g . Произведите необходимые измерения и расчёты. Изучите, как работает предложенная вами установка, придумайте как можно больше способов её практического применения и проиллюстрируйте некоторые из этих способов.

Задание 1.75

Имея в своём распоряжении неподвижный блок, лёгкую и нерастяжимую нить, набор грузов, линейку и секундомер, изготовьте установку, с помощью которой можно было бы определить численное значение ускорения свободного падения g . Произведите необходимые измерения и расчёты. Изучите, как работает предложенная вами установка, придумайте как можно больше способов её практического применения и проиллюстрируйте некоторые из этих способов.

Задание 1.76

Изготовьте из резинового жгута и линейки динамометр и измерьте с его помощью вес нескольких грузов.

Молекулярная физика и термодинамика

Задания для конструирования задач на изучение
физического явления, процесса, состояния

Задание 1.77

Исследуйте процесс нагревания жидкости от источника со стационарным потоком тепла (разогретой электроплитки, спиртовки, электронагревателя).

Изучите, как изменяется давление газа при изменении его объёма.

Изучите, как изменяется давление газа при изменении его температуры.

Задания для конструирования задач
на нахождение значения физической величины

Задание 1.78

Определите вещество, из которого изготовлен калориметрический цилиндр.

Задание 1.79

С помощью термометра с пределом $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ определите температуру почти кипящей воды.

Задание 1.80

Определите удельную теплоёмкость воды, используя калориметрический цилиндр из алюминия (латуни, стали). Сравните полученные значения.

Задание 1.81

С помощью шприца в закрытую пробкой ёмкость (объём ёмкости найдите независимым способом) впрысните небольшое количество легкоиспаряющейся жидкости. Измерьте дав-

ление газа в ёмкости до впрыскивания жидкости и после того, как жидкость испариться. Определите молярную массу испарившейся жидкости. Какая жидкость у вас была?

Задание 1.82

Впрысните с помощью шприца внутрь бутылки несколько капель ацетона (молярная масса 58 г/моль, плотность 0,79 г/см³). Измерьте давление газа в бутылки до впрыскивания ацетона и после того, как ацетон испарится. Объем бутылки найдите независимым способом. Определите значение универсальной газовой постоянной.

Задание 1.83

Впрысните с помощью шприца внутрь бутылки несколько капель ацетона (молярная масса 58 г/моль, плотность 0,79 г/см³). Измерьте давление газа в бутылки до впрыскивания ацетона и после того, как ацетон испарится. Объем бутылки найдите независимым способом. Определите значение постоянной Больцмана.

Задание 1.84

Определите коэффициент поверхностного натяжения воды методом отрыва проволочной скобы.

Задание 1.85

Определите коэффициент поверхностного натяжения воды методом капель.

Задание 1.86

Определите коэффициент поверхностного натяжения воды методом капилляров.

Задание 1.87

Определите коэффициент поверхностного натяжения воды методом её поднятия между двумя стеклянными пластинками с клиновидным зазором.

Задания для конструирования
задач на исследование зависимости
между физическими величинами

Задание 1.88

Исследуйте, как зависит давление неизменного количества газа при постоянной температуре от занимаемого им объема?

Задание 1.89

Исследуйте, как зависит давление неизменного количества газа при постоянном объеме от его температуры?

Задание 1.90

Исследуйте, как зависит сила, необходимая для отрыва плоской пластинки от поверхности воды от длины периметра и площади соприкосновения с водой?

Задание 1.91

Исследуйте, как зависит сила, необходимая для отрыва от воды плоской пластинки от рода её поверхности?

Задание 1.92

Исследуйте, как зависит сила, необходимая для отрыва от воды проволоочной скобы от материала, из которого она изготовлена?

Задания для конструирования задач на проверку
справедливости теоретических выводов

Задание 1.93

В вашем распоряжении имеется кристаллическое вещество с относительно небольшой (в районе 40–60 °С) температурой плавления, изначально находящееся при комнатной температуре. Это вещество помещается в пробирку или в стакан и нагревается с помощью спиртовки примерно до 80–100 °С. После этого сосуд с расплавленным веществом снимается с огня

и помещается в холодную воду, в которой вещество остывает вновь до комнатной температуры. Постройте предполагаемый график зависимости температуры вещества, находящегося в сосуде, от времени протекания процесса. После этого проведите указанный процесс и получите соответствующий экспериментальный график. Сопоставьте экспериментальные данные с предсказаниями.

Задание 1.94

В калориметре находится вода известной массы и известной температуры. В калориметр опускается стальной цилиндр известной массы, нагретый до известной температуры. Какова будет установившаяся температура воды в калориметре, когда прекратится теплообмен между водой и цилиндром? Проведите соответствующий эксперимент и сопоставьте теоретические расчёты с экспериментальными данными. Объясните расхождения полученных результатов с предсказаниями. С учётом поправок рассчитайте установившуюся температуру, если повторить эксперимент не со стальным, а с латунным цилиндром. Проверьте расчёты экспериментально.

Задания для конструирования задач на изучение,
конструирование приборов, механизмов,
технологических процессов

Задание 1.95

Изготовьте из подручных материалов жидкостный термометр и проградуйруйте его.

Задание 1.96

Изготовьте из подручных материалов жидкостный манометр и проградуйруйте его.

Электромагнетизм

Задания для конструирования задач
на изучение физического явления,
процесса, состояния

Задание 1.97

Изучите работу понижающего трансформатора на холостом ходу.

Задание 1.98

Изучите работу нагруженного трансформатора.

Задание 1.99

Исследуйте электрическую цепь, подключённую к источнику переменного тока и состоящую из последовательно соединённых резистора, конденсатора и катушки индуктивности.

Задание 1.100

Исследуйте электрическую цепь, состоящую из источника электрического тока с регулируемым напряжением на выходе, и нескольких резисторов.

Задания для конструирования задач
на нахождение значения физической величины

Задание 1.101

Определите, при фиксированных значениях напряжения и силы тока, сопротивление проволочной катушки.

Задание 1.102

Определите сопротивление электролампочки для случаев, когда её нить накала находится в холодном состоянии, и когда нить накала разогрета. Сравните полученные значения сопротивлений.

Задание 1.103

Определите сопротивление отрезка спирали для электроплитки при фиксированных значениях напряжения и силы тока.

Задание 1.104

Определите мощность электрического тока, выделяемую на проводнике (проволочной катушке, электролампочке, резисторе).

Задание 1.105

Определите электродвижущую силу и внутреннее сопротивление источника тока.

Задание 1.106

Определите длину провода в катушке, не разматывая её.

Задание 1.107

Определите электрическими методами диаметр провода, из которого изготовлена спираль для электроплитки.

Задание 1.108

Определите удельное сопротивление проводника, из которого изготовлена спираль для электроплитки.

Задание 1.109

Определите температурный коэффициент сопротивления материала, из которого изготовлена спираль для электроплитки.

Задание 1.110

С помощью источника тока, амперметра и вольтметра определите температуру нити накала светящейся лампочки.

Задание 1.111

Имеется моток медной проволоки. Как, имея весы и омметр, найти длину проволоки и площадь её поперечного сечения?

Задание 1.112

Какова температура вольфрамовой нити накала электролампочки?

Задание 1.113

Определите коэффициент полезного действия спирально-го электронагревателя.

Задание 1.114

Соберите из катушки с известной индуктивностью и конденсатора с неизвестной электроёмкостью колебательный контур. Подключите колебательный контур к источнику тока с пульсирующим напряжением. С помощью датчика напряжения дифференциального типа, подключённого к компьютеру, получите график зависимости напряжения на колебательном контуре от времени. Определите период колебаний в колебательном контуре и электроёмкость конденсатора.

Задание 1.115

Соберите из конденсатора с известной электроёмкостью и катушки с неизвестной индуктивностью колебательный контур. Подключите колебательный контур к источнику тока с пульсирующим напряжением. С помощью датчика напряжения дифференциального типа, подключённого к компьютеру, получите график зависимости напряжения на колебательном контуре от времени. Определите период колебаний в колебательном контуре и индуктивность катушки.

Задание 1.116

Зарядите от источника постоянного тока конденсатор с неизвестной электроёмкостью и разрядите его через резистор с известным сопротивлением. Используя датчик напряжения, постройте график зависимости напряжения на обкладках конденсатора. Пользуясь известными и полученными данными, определите электроёмкость конденсатора.

Задание 1.117

Каков коэффициент полезного нагруженного трансформатора?

Задание 1.118

Каков коэффициент полезного действия электродвигателя при подъёме груза известного веса?

Задание 1.119

Каков коэффициент полезного действия электродвигателя, тянущего груз известного веса по горизонтальной поверхности?

Задание 1.120

Каков коэффициент полезного действия генератора тока, приводимого во вращение с помощью «падающего» груза?

Задания для конструирования задач на исследование зависимости между физическими величинами

Задание 1.121

Определите сопротивление отрезка спирали для электроплитки при разных значениях напряжения и силы тока. Сравните полученные значения сопротивлений.

Задание 1.122

Определите, как изменяется с температурой удельное сопротивление проводника, из которого изготовлена спираль для электроплитки.

Задание 1.123

Определите зависимость коэффициента полезного действия спирального электронагревателя от температуры нагреваемой жидкости.

Задание 1.124

Как зависит коэффициент полезного действия трансформатора от сопротивления нагрузки?

Задание 1.125

Как зависит коэффициент полезного действия нагруженного трансформатора от частоты трансформируемого напряжения?

Задание 1.126

Какова зависимость коэффициента полезного действия электродвигателя от веса поднимаемого груза?

Задание 1.127

Какова зависимость коэффициента полезного действия электродвигателя, тянущего груз известного веса по горизонтальной поверхности, от веса груза?

Задание 1.128

Какова зависимость коэффициента полезного действия генератора тока, приводимого во вращение с помощью падающего груза, от веса груза?

Задания для конструирования задач на проверку справедливости теоретических выводов

Задание 1.129

Сколько витков спирали электроплитки надо включить последовательно с электролампочкой от карманного фонаря, чтобы её можно было подключить к источнику тока с ЭДС, значительно превышающей номинальное напряжение накала лампочки?

Задание 1.130

Измерьте с помощью вольтметра напряжение на клеммах источника тока. Подсоедините к клеммам электролампочку и вновь измерьте напряжение. Какое напряжение покажет вольтметр, если к клеммам источника тока будут подсоединены две такие же электролампочки: а) последовательно, б) параллельно? Проверьте расчёты экспериментально.

Задание 1.131

Рассчитайте, за какое время с помощью спирального электронагревателя можно нагреть в стакане воду заданного объёма? Расчёты проверьте экспериментально.

Задание 1.132

Экспериментально и теоретически определите максимальную мощность, выделяемую на проводнике, подключённом к источнику тока. Чему равно сопротивление этого проводника? Сравните это сопротивление с внутренним сопротивлением источника тока.

Задание 1.133

Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых источника электрического тока с регулируемым напряжением, амперметра и переменного резистора. Параллельно резистору подключён вольтметр. Регулятор напряжения изготовлен из переменного резистора, подключённого к лабораторному источнику тока. Экспериментально определите, как зависит сила тока, показываемого амперметром, от напряжения, показываемого вольтметром? Экспериментальные данные сопоставьте с теоретическими расчётами.

Задание 1.134

Как изменяется КПД источника тока, замкнутого на внешнее сопротивление, при изменении внешнего сопротивления?

Задание 1.135

Сколько процентов от точного значения ЭДС составляет погрешность, если измерять разность потенциалов на зажимах источника тока с помощью имеющегося в вашем распоряжении вольтметра?

Задания для конструирования задач на изучение,
конструирование приборов, механизмов,
технологических процессов

Задание 1.136

Определите длину куска спирали для электроплитки, необходимую для изготовления из него максимально эффективного электронагревателя, работающего от лабораторного источника тока.

Задание 1.137

Расширьте предел измерений вольтметра в 5 раз.

Задание 1.138

Расширьте предел измерений амперметра в 5 раз.

Задание 1.139

Изготовьте из медной проволоки шунт к миллиамперметру, позволяющему измерять токи силой до 2 А.

Задание 1.140

Изготовьте из медной проволоки добавочное сопротивление к милливольтметру, чтобы с его помощью можно было измерять напряжения до 6 В.

Оптика

Задания для конструирования задач на изучение физического явления, процесса, состояния

Задание 1.141

Исследуйте прохождение луча света через стеклянную пластину прямоугольной формы.

Задание 1.142

Исследуйте прохождение луча света через стеклянную пластину треугольной формы.

Задание 1.143

Исследуйте прохождение луча белого света через дифракционные решётки с разным периодом.

Задание 1.144

Исследуйте прохождение монохроматических лучей света через дифракционные решётки с разным периодом.

Задания для конструирования задач на нахождение значения физической величины

Задание 1.145

Определите показатель преломления стекла, из которого изготовлена пластина трапециевидной формы.

Задание 1.146

Определите показатель преломления стекла, из которого изготовлена треугольная призма.

Задание 1.147

Определите главное фокусное расстояние собирающей линзы.

Задание 1.148

Определите главное фокусное расстояние рассеивающей линзы.

Задание 1.149

Определите показатель преломления вещества, из которого изготовлена линза.

Задание 1.150

Определите радиус кривизны собирающей линзы.

Задание 1.151

Определите длину световой волны с помощью дифракционной решётки.

Задание 1.152

Определите период дифракционной решётки.

Задание 1.153

Определите показатель преломления вещества, из которого изготовлена линза, используя предмет, собирающую линзу и экран.

Задания для конструирования задач на исследование зависимости между физическими величинами

Задание 1.154

Установите зависимость фокусного расстояния собирающей линзы от радиуса кривизны линзы.

Задание 1.155

Экспериментально установите, как зависит увеличение линзы от расстояния предмета от линзы.

Задание 1.156

Экспериментально установите связь между углами падения и преломления света при переходе из одной прозрачной среды в другую.

Задание 1.157

Экспериментально установите связь между фокусным расстоянием собирающей линзы, расстоянием от линзы до предмета и расстоянием от линзы до изображения.

Задание 1.158

Экспериментально проверьте, зависит ли показатель преломления среды от длины волны проходящего через неё света? Если зависит, то как?

Задания для конструирования задач
на проверку справедливости теоретических выводов

Задание 1.159

Экспериментально проверьте справедливость применения формулы тонкой линзы для линз, имеющих в вашем распоряжении.

Задание 1.160

В вашем распоряжении имеется две линзы. На каком расстоянии друг от друга надо расположить предмет, линзы и экран, чтобы получить на экране изображение с наперёд заданным увеличением?

Задание 1.161

Пропустите монохроматический луч света через дифракционную решётку и получите на экране дифракционную картину. Измерьте расстояние от центрального до первого максимума. Где будет расположен на экране первый максимум, если через решётку пройдёт монохроматический луч света с другой длиной волны? Расчёты проверьте экспериментально.

Задания для конструирования задач на изучение, конструирование приборов, механизмов, технологических процессов

Задание 1.162

Имея в своём распоряжении собирающую линзу, осветитель, экран и линейку, изготовьте установку, с помощью которой можно было бы определить вещество, из которого изготовлена линза. Произведите необходимые измерения и расчёты.

Задание 1.163

Из двух линз соберите модель телескопа и определите его увеличение.

Задание 1.164

Из двух линз соберите модель зрительной трубы и определите её увеличение.

2.4. Задания для конструирования экспериментальных задач, решаемых с помощью простейшего оборудования и «классических» измерительных приборов

Так же, как и предыдущие задания, приводимые задания представлены в форме требований или вопросов. Словесные описания задачных сюжетов отсутствуют, но вместо них приведены перечни оборудования, требующегося для постановки и решения задач, а также фотографии этого оборудования или даже собранных установок.

В приведённом перечне заданий для конструирования и решения экспериментальных задач не требуется использования сложного оборудования.

По требованиям или вопросам и спискам оборудования необходимо восстановить недостающую информацию и скон-

струировать полноценные экспериментальные задачи, содержащие конкретные данные и вопросы либо требования.

В отличие от предыдущего варианта сделать это существенно проще. Для формулировки условия надо конкретизировать данные о перечисленном оборудовании и измерительных приборах. Требование же можно оставить в неизменном виде или трансформировать его в форму вопроса.

Задание 2.1.165

Определите тремя разными способами коэффициент трения скольжения бруска по доске.

Задание 2.2.166

Определите коэффициент трения скольжения бруска по доске методом наклонной плоскости.

Задание 2.3.167

Определите коэффициент трения скольжения бруска по доске методом равномерного движения бруска по горизонтально расположенной доске.

Задание 2.4.168

Определите коэффициент трения скольжения бруска по доске методом сравнения потенциальной энергии деформированной пружины с работой силы трения при перемещении бруска по горизонтально расположенной доске.

Задание 2.5.169

Определите скорость снаряда, выпущенного из баллистического пистолета методом стрельбы в брусок, лежащий на горизонтально расположенной доске.

Предложите и реализуйте способы проверки полученного результата.

Задание 2.6.170

Определите скорость снаряда, выпущенного из баллистического пистолета методом стрельбы в брусок, лежащий на горизонтально расположенной доске.

Проверьте полученный результат методом выстрела из пистолета вертикально вверх.

Задание 2.7.171

Определите начальную скорость снаряда, выпущенного из баллистического пистолета, не производя предварительных выстрелов.

Проверьте полученный результат экспериментально.

Для этого, с учётом погрешности измерений, очертите область, в которую должен попасть снаряд из заданного вами положения пистолета.

Задание 2.8.172

Определите максимальную дальность полёта снаряда, выпущенного из баллистического пистолета, не производя предварительных выстрелов.

Проверьте полученный результат экспериментально.

Для этого, с учётом погрешности измерений, очертите область, в которую должен попасть снаряд из заданного вами положения пистолета.

Задание 2.9.173

Определите начальную скорость снаряда, выпущенного из баллистического пистолета, методом выстрела вертикально вверх.

Зная начальную скорость снаряда, определите дальность его стрельбы при выстреле под заданным углом к горизонту.

Для этого, с учётом погрешности измерений, очертите область, в которую должен попасть снаряд из заданного вами положения пистолета.

Задание 2.10.174

Определите максимальную дальность полёта снаряда, выпущенного из баллистического пистолета, предварительно измерив высоту его подъёма при выстреле вертикально вверх.

Проверьте полученный результат экспериментально.

Для этого, с учётом погрешности измерений, очертите область, в которую должен попасть снаряд из заданного вами положения пистолета.

Задание 2.11.175

Определите начальную скорость снаряда, выпущенного из пружинной пушки.

Проверьте полученный результат экспериментально.

Для этого, с учётом погрешности измерений, очертите область, в которую должен попасть снаряд из заданного вами положения пистолета.

Задание 2.12.176

Не производя предварительных выстрелов, определите дальность полёта снаряда, выпущенного из пружинной пушки.

Проверьте полученный результат экспериментально.

Для этого, с учётом погрешности измерений, очертите область, в которую должен попасть снаряд из заданного вами положения пистолета.

Задание 2.13.177

Определите дальность полёта снаряда, выпущенного из пружинной пушки, предварительно измерив высоту его подъёма при выстреле вертикально вверх.

Проверьте полученный результат экспериментально.

Для этого, с учётом погрешности измерений, очертите область, в которую должен попасть снаряд из заданного вами положения пушки.

Задание 2.14.178

Определите начальную скорость снаряда, выпущенного из пистолета, по его снижению во время полёта.

Предложите и реализуйте способ проверки полученного результата.

Задание 2.15.179

Подвесьте к рычагу-линейке с разных сторон от оси вращения по несколько грузов известной массы, приведите рычаг в положение равновесия с помощью неградуированной пружины, предварительно измерив коэффициент её жёсткости.

Измерив плечи сил, приложенных к рычагу, рассчитайте абсолютную деформацию пружины.

Полученный результат проверьте экспериментально.

Задание 2.16.180

Подвесьте к рычагу-линейке с разных сторон от оси вращения по несколько грузов известной массы, приведите рычаг

в положение равновесия с помощью динамометра с закрытой шкалой.

Измерив плечи сил, приложенных к рычагу, определите показания динамометра. Откройте шкалу и проверьте правильность полученного результата.

Задание 2.17.181

Укрепите на штативе держатель для рычага. Вставьте держатель в отверстие деревянной рейки. Расположите рейку горизонтально. Поверните рейку на некоторый угол по часовой стрелке и добейтесь состояния её покоя. Повторите опыт, повернув рейку против часовой стрелки.

Объясните, почему рейка находится в состоянии безразличного равновесия.

Равна ли нулю во всех трёх случаях сумма моментов сил, действующих на рейку? Является ли рейка равноплечным рычагом? Является ли рейка моделью рычажных весов?

Задание 2.18.182

Укрепите на штативе держатель для рычага. Вставьте держатель в отверстие деревянной рейки. Расположите рейку горизонтально.

С помощью скрепок укрепите на одинаковом расстоянии от оси вращения справа и слева грузы одинакового веса и приведите рейку в горизонтальное положение.

Объясните, равна ли нулю сумма моментов сил, действующих на рейку? Почему рейка находится в горизонтальном положении? Является ли собранная установка моделью рычажных весов?

Предскажите, вернётся ли рейка в горизонтальное положение, если её повернуть на некоторый угол по часовой стрелке или против часовой стрелки?

Проверьте свои предсказания экспериментально и объясните полученный результат.

Задание 2.19.183

Определите модуль упругости резины, используя набор жгутов, изготовленных из резины одного качества.

Задание 2.20.184

Определите модуль упругости резины, используя один резиновый жгут.

Задание 2.21.185

Определите, зависит ли модуль упругости резины от величины деформации образца?

Задание 2.22.186

Пропустите нить сквозь трубку. К одному концу нити хорошо привяжите груз неизвестной массы, к другому – груз известной массы.

Определите с помощью собранной установки массу неизвестного груза. Проверьте полученный результат с помощью весов.

Задание 2.23.187

Пропустите нить сквозь трубку. К одному концу нити хорошо привяжите груз неизвестной массы, к другому – груз известной массы.

Возьмите трубку в руку так, чтобы она находилась в вертикальном положении, а груз известной массы – в нижнем положении.

С помощью трубки приведите груз неизвестной массы во вращательное движение. Добейтесь равномерного вращения груза и постоянства радиуса вращения груза.

Определите частоту вращения и радиус окружности, по которой движется груз.

Определите с помощью собранной установки массу неизвестного груза.

Проверьте полученный результат с помощью весов.

Задание 2.24.188

Определите с помощью баллистического маятника скорость снаряда, вылетающего из пистолета.

Придумайте и реализуйте способы проверки полученного результата.

Задание 2.25.189

Свяжите брусок, находящийся на поднимающейся наклонной плоскости, с помощью нити с «падающим» грузом.

Приведите систему тел в движение и, не проводя предварительно дополнительных измерений, несколько раз пронаблюдайте за их движением.

Оцените время движения бруска на выбранном вами участке траектории. Оцените величину ускорения движущегося бруска.

Является ли ускорение бруска на выбранном участке постоянным? Если нет, то как оно меняется?

Оцените величину скорости, которую приобретает брусок, совершив заданное вами перемещение.

Постройте предположительные графики зависимости перемещения бруска, его скорости и ускорения от времени.

Измерив массы бруска и «падающего» груза, рассчитайте ускорение движения тел.

Измерив реальное перемещение одного из движущихся тел, рассчитайте время его движения и приобретённую к концу перемещения скорость.

Проверьте свои предположения и расчёты экспериментально.

Задание 2.26.190

Соберите и запустите установку для изучения движения неуравновешивающих друг друга грузов и, не проводя предварительно дополнительных измерений, несколько раз пронаблюдайте за движением грузов.

Оцените время движения грузов на выбранном вами участке.

Оцените величину ускорения движущихся грузов.

Является ли ускорение грузов на выбранном участке постоянным? Если нет, то как оно меняется?

Оцените величину скорости, которую приобретут грузы, пройдя заданный вами путь. Измерив массы грузов и перегрузка, рассчитайте ускорение движения грузов.

Измерив реальное перемещение одного из грузов, рассчитайте время его движения и приобретённую к концу перемещения скорость.

Проверьте свои предположения и расчёты экспериментально.

Задание 2.27.191

Определите вес грузов неизвестной массы, используя пружину, один груз известной массы и линейку.

Задание 2.28.192

Экспериментально установите зависимость периода колебаний груза на пружине от их амплитуды.

Экспериментально установите зависимость периода малых колебаний груза на пружине от массы колеблющегося груза.

Экспериментально установите зависимость периода малых колебаний груза на пружине от коэффициента жёсткости пружины. Проведите опыты для случая, если в вашем распоряжении имеется набор спиральных пружин, и для случая, если имеется только одна спиральная пружина.

Экспериментально найдите численное значение коэффициента пропорциональности в формуле зависимости периода колебаний груза на пружине от его массы и коэффициента жёсткости пружины.

Сравните полученные результаты с теорией.

Задание 2.29.193

Какова зависимость периода колебаний нитяного маятника от длины нити, периода колебаний и массы колеблющегося груза?

Проведите эксперимент для случаев, когда маятник можно считать математическим, и когда делать этого нельзя.

Экспериментально найдите численное значение коэффициента пропорциональности в формуле зависимости периода колебаний математического маятника от его длины и ускорения свободного падения.

Определите с помощью математического маятника ускорение свободного падения.

Сравните экспериментальные данные с теорией.

Задание 2.30.194

С наклонной плоскости без начальной скорости скатывается брусок.

Первый раз брусок не нагружен и имеет небольшую массу. Второй раз брусок нагружен и имеет массу, существенно большую, чем в первом случае.

Зная длину плоскости, угол её наклона по отношению к горизонту, массу бруска, оцените время его скатывания в каждом случае.

Оцените величину ускорения бруска в каждом случае.

Оцените величину скорости бруска у основания наклонной плоскости.

Проверьте свои предсказания экспериментально.

Задание 2.31.195

С наклонной плоскости без начальной скорости скатывается брусок.

В последовательной серии опытов высота наклона плоскости увеличивается. (Для определённости, пусть высота плоскости изменяется с шагом 2 см и достигает максимальной высоты, равной длине плоскости.)

Постройте предположительные графики зависимости ускорения бруска при его движении по плоскости от угла наклона плоскости и скорости бруска у основания плоскости от её высоты.

Проверьте свои предсказания экспериментально.

Задание 2.32.196

Рассчитайте высоту наклонной плоскости, чтобы спущенный без начальной скорости с её вершины брусок докатился до основания плоскости за наперед заданное время (для определённости, например, за 3 с).

Проверьте расчёты экспериментально.

Задание 2.33.197

Установите поршень шприца на делении 140 мл и подсоедините к медицинскому манометру.

Предскажите, как будут изменяться показания манометра при движении поршня шприца до отметки 100 мл? Постройте предполагаемый график зависимости давления от объёма. Проведите соответствующий эксперимент, постройте экспериментальный график зависимости давления от объёма.

Сопоставьте экспериментальные данные с предсказаниями.

Отсоедините шприц от манометра, установите поршень шприца на отметке 70 мл и вновь подсоедините шприц к медицинскому манометру.

Предскажите, до какой отметки можно будет передвигать поршень шприца, чтобы стрелка манометра отклонилась до предела его измерения?

Постройте предполагаемый график зависимости давления газа в шприце от его объёма. Проведите соответствующий эксперимент, постройте экспериментальный график зависимости давления от объёма. Сопоставьте экспериментальные данные с теоретическими предсказаниями.

Задание 2.34.198

Установите поршень шприца на делении 150 мл и подсоедините к техническому манометру.

Предскажите, как будут изменяться показания манометра при уменьшении объёма газа в шприце? Постройте предполагаемый график зависимости давления от объёма. Проведите соответствующий эксперимент, постройте экспериментальный график зависимости давления от объёма.

Сопоставьте экспериментальные данные с предсказаниями.

Отсоедините шприц от манометра, установите поршень шприца на отметке 100 мл и вновь подсоедините шприц к техническому манометру.

Предскажите, чем будет отличаться график зависимости давления газа от его объёма при уменьшении объёма газа в этом случае?

Постройте предполагаемый график зависимости давления газа в шприце от его объёма.

Проведите соответствующий эксперимент, постройте экспериментальный график зависимости давления от объёма. Сопоставьте экспериментальные данные с теоретическими предсказаниями.

Задание 2.35.199

Имеются две квадратные плоские пластины размером 9х9 см., изготовленные из одного и того же материала. В одной из пластин по центру вырезано квадратное отверстие размером 3х3 см.

Предположите: для отрыва какой пластины от поверхности воды потребуется большая сила?

Во сколько раз будут отличаться силы, необходимые для отрыва пластин от воды?

Будет ли одинаковой в опытах величина, равная отношению силы, необходимой для отрыва пластины от воды, к длине периметра этой пластины?

Будет ли одинаковой в опытах величина, равная отношению силы, необходимой для отрыва пластины от воды, к площади этой пластины?

Как изменятся ответы на вопросы, если в пластине размером 9х9 см будут вырезаны квадратные отверстия размерами 5х5 см и 7х7 см?

Проверьте высказанные предположения экспериментально.

Задание 2.36.200

Предположите, как будет зависеть сила, необходимая для отрыва пластинки от поверхности жидкости, от её площади и длины периметра?

Проверьте предположение экспериментально.

Задание 2.37.201

Определите с помощью амперметра и вольтметра сопротивление проводника и мощность, выделяемую на нем электрическим током.

Задание 2.38.202

Определите с помощью имеющегося оборудования ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

Задание 2.39.203

Определите с помощью имеющегося оборудования материал, из которого изготовлена спираль.

Задание 2.40.204

Определите экспериментальным путём соотношение между силами токов, падениями напряжений и сопротивлениями на участках цепи, состоящей из двух последовательно и параллельно соединённых резисторов.

Задание 2.41.205

Определите с помощью имеющегося оборудования ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

Предложите и реализуйте способ проверки полученного результата.

Задание 2.42.206

Экспериментально установите зависимость между силой тока на участке цепи, падением напряжения на нём и сопротивлением этого участка.

Задание 2.43.207

Экспериментально определите сопротивление проводника, который надо подключить к источнику электрического тока, чтобы на этом проводнике выделялась максимальная мощность.

Сопоставьте экспериментальные данные с теоретическими расчётами.

Задание 2.44.208

Экспериментально определите сопротивления нитей накала и мощности тока, протекающего через них, когда лампочки поочерёдно подключаются к данному источнику тока.

Рассчитайте мощность тока, выделяемую каждой лампочкой, при их последовательном соединении и подключении к тому же источнику тока.

Проверьте полученные результаты экспериментально.

Если ЭДС источника тока больше номинального напряжения хотя бы одной из лампочек, изготовьте из имеющегося оборудования делитель напряжения.

Задание 2.45.209

Определите КПД электродвигателя при подъёме с его помощью груза.

Предложите и реализуйте способ проверки полученного результата.

Задание 2.46.210

Определите КПД электродвигателя при движении с его помощью бруска по горизонтальной поверхности.

Предложите и реализуйте способ проверки полученного результата.

Задание 2.47.211

Определите с помощью электролиза электрохимический эквивалент меди и заряд электрона.

Задание 2.48.212

Налейте в электролитическую ванну раствор медного купороса, вставьте в неё два медных электрода. Во вторую ванну налейте раствор железного купороса и вставьте в неё два железных электрода. Налейте в третью ванну раствор хлорного железа и вставьте в неё два железных электрода. Соберите из ванн, амперметра и источника тока последовательную цепь.

Рассчитайте соотношение масс веществ, которые выделяются на катодах в результате электролиза.

Проверьте полученные результаты экспериментально.

Задание 2.49.213

Изготовьте из электролитической ванны, медного, цинкового электродов, слабого раствора поваренной соли гальванический элемент.

Предскажите, каковы будут показания вольтметра, если его подсоединить к клеммам изготовленного вами гальванического элемента?

Как будут изменяться показания вольтметра при изменении расстояния между электродами?

Будут ли изменяться показания вольтметра с течением времени. Если да, то насколько они изменятся за пять минут?

Если заменить слабый раствор электролита концентрированным раствором (при прочих равных условиях), изменятся ли показания вольтметра?

Изменятся ли показания вольтметра (при прочих равных условиях), если раствор поваренной соли заменить раствором медного купороса?

Проверьте свои предсказания экспериментально.

Задание 2.50.214

Изготовьте из электролитической ванны, медного, цинкового электродов, слабого раствора поваренной соли гальванический элемент.

Предскажите, чему равны ЭДС и внутреннее сопротивление изготовленного гальванического элемента? Как изменятся эти величины, если слабый раствор заменить на более концентрированный?

Проверьте предсказания экспериментально.

Задание 2.51.215

Изготовьте из электролитической ванны, медного, цинкового электродов, слабого раствора поваренной соли гальванический элемент. Подключите к клеммам гальванического элемента вольтметр.

Предскажите, каковы будут показания вольтметра, когда вы подсоедините к клеммам изготовленного гальванического элемента нагрузку (например, реостат сопротивлением 6 Ом)?

Как будут изменяться показания вольтметра при изменении расстояния между электродами?

Будут ли изменяться показания вольтметра с течением времени? Если да, то насколько они изменятся за пять минут?

Если заменить слабый раствор электролита концентрированным раствором (при прочих равных условиях), изменятся ли показания вольтметра?

Как изменятся показания вольтметра, если уменьшить сопротивление нагрузки (в два, три раза)?

Проверьте свои предсказания экспериментально.

Задание 2.52.216

Соберите электрическую цепь, состоящую из источника тока, реостата (сопротивлением 6 Ом), амперметра и ключа (ключ разомкнут), параллельно к клеммам источника тока присоедините вольтметр.

Отдельно изготовьте из электролитической ванны, медного, цинкового электродов, раствора поваренной соли гальванический элемент. Измерьте ЭДС изготовленного гальванического элемента.

Предскажите, чему будут равны показания амперметра и вольтметра после того, как замкнуть ключ?

Проведите эксперимент и проверьте справедливость своих предсказаний.

Используя экспериментальные данные, определите ЭДС и внутреннее сопротивление источника постоянного тока.

Предскажите, как изменятся показания электроизмерительных приборов, когда при замкнутом ключе параллельно реостату будет подключён гальванический элемент?

Проведите эксперимент и проверьте справедливость своих предсказаний.

Используя экспериментальные данные, определите внутреннее сопротивление гальванического элемента.

Задание 2.53.217

Соедините между собой валы электромоторчиков. Один из них должен выполнять роль генератора электрического тока, второй – электродвигателя. Соберите электрическую цепь из электродвигателя, амперметра, вольтметра, источника тока и переменного резистора. Переменный резистор можно включить последовательно с электродвигателем, а можно использовать в режиме делителя напряжения. К генератору также подключите амперметр и вольтметр.

Определите мощности электродвигателя и генератора тока при разном числе их оборотов. Определите коэффициент полезного действия генератора.

Задание 2.54.218

Соберите электрическую цепь, состоящую из последовательно соединённых источника тока, переменного резистора, электродвигателя и амперметра. Параллельно электродвигателю подсоедините вольтметр.

Укрепите на валу электродвигателя нить с грузом.

Определите с помощью собранной установки коэффициент полезного действия электродвигателя при подъёме груза.

Задание 2.55.219

Определите электродвижущую силу и внутреннее сопротивление солнечной батареи. Как изменяется мощность элек-

трического тока, выделяемая на резисторе, подключённом к солнечной батарее, от сопротивления этого резистора? При каком сопротивлении резистора на нём выделяется максимальная мощность? Чему равна максимальная мощность электрического тока, выделяемая на внешнем участке цепи при фиксированной величине освещённости поверхности солнечной батареи?

Задание 2.56.220

Определите электродвижущую силу и внутреннее сопротивление фотоэлемента. Как изменяется мощность электрического тока, выделяемая на резисторе, подключённом к фотоэлементу, от сопротивления этого резистора? При каком сопротивлении резистора на нём выделяется максимальная мощность? Чему равна максимальная мощность электрического тока, выделяемая на внешнем участке цепи при фиксированной величине освещённости поверхности фотоэлемента?

Задание 2.57.221

Определите электродвижущую силу и внутреннее сопротивление ветрогенератора электрического тока. Как изменяется мощность электрического тока, выделяемая на резисторе, подключённом к ветрогенератору, от сопротивления этого резистора? При каком сопротивлении резистора на нём выделяется максимальная мощность? Чему равна максимальная мощность электрического тока, выделяемая на внешнем участке цепи при фиксированной частоте вращения лопастей ветрогенератора?

Задание 2.58.222

Определите электродвижущую силу и внутреннее сопротивление термостолбика. Как изменяется мощность электрического тока, выделяемая на резисторе, подключённом к термостолбику, от сопротивления этого резистора? При каком сопротивлении резистора на нём выделяется максимальная мощность? Чему равна максимальная мощность электрического тока, выделяемая на внешнем участке цепи при фиксированной величине освещённости поверхности фотоэлемента?

Задание 2.59.223

Определите коэффициент полезного действия электронагревательной установки, состоящей из калориметра и источника тока.

Определите коэффициент полезного действия электронагревательной установки, состоящей из внутреннего стакана калориметра и источника тока.

Зависит ли, а если зависит, то как, коэффициент полезного действия электронагревательной установки от температуры нагреваемой воды?

Задание 2.60.224

Определите фокусные расстояния собирающей и рассеивающей линз.

Предложите и реализуйте способ проверки полученных результатов.

Задание 2.61.225

Соберите установку из двух собирающих линз и предмета, изображение которого необходимо будет получить.

Определите местоположение на оптической скамье двух собирающих линз, предмета, экрана, чтобы получилось изображение, увеличенное в n раз (n задаётся вами самостоятельно).

Проверьте справедливость расчётов экспериментально.

Задание 2.62.226

Определите длину световой волны, используя дифракционные решётки.

Задание 2.63.227

Определите длину световой волны красного и зелёного цвета, используя дифракционные решётки.

Предскажите, на сколько сместится световой луч лазера в сторону главного максимума при переключении из одного цветового режима в другой?

Проверьте предсказание экспериментально.

2.5. Задания для конструирования экспериментальных задач, решаемых с помощью датчиков физических величин и цифровых лабораторий

Задание 3.1.228

По горизонтально расположенным и наклонным трекам могут двигаться мячики разных размеров и масс, пустотелые, полностью или частично заполненные твёрдыми и жидкими наполнителями. Треки могут быть плоскими и с провалами.

Изучите движение мячиков, катая их в зоне действия датчика расстояния, который позволяет фиксировать значения координат, скоростей и ускорений шаров через наперёд заданные интервалы времени.

Задание 3.2.229

По горизонтально расположенным и наклонным трекам могут двигаться цилиндры разных размеров и масс, пустотелые, полностью или частично заполненные твёрдыми и жидкими наполнителями.

Изучите движение цилиндров, катая их в зоне действия датчика расстояния, который позволяет фиксировать значения координат, скоростей и ускорений цилиндров через наперёд заданные интервалы времени.

Задание 3.3.230

Брусok или легкоподвижная тележка могут двигаться по горизонтальной поверхности или по наклонной плоскости с постоянной или изменяющейся скоростью.

Изучите движение бруска и тележки, двигая их в зоне действия датчика расстояния, который позволяет фиксировать значения их координат, скоростей и ускорений через наперёд заданные интервалы времени.

Вес бруска или тележки и силу тяги можно измерять с помощью датчика силы – динамометра.

Задание 3.4.231

Тела разных масс и разных конфигураций могут падать с разных высот вертикально вниз в воздухе.

Изучите движение тел, падающих в зоне действия датчика расстояния, который позволяет фиксировать значения их координат, скоростей и ускорений через наперёд заданные интервалы времени.

Задание 3.5.232

Легкоподвижная тележка или брусок посредством нити, переброшенной через свободно вращающийся неподвижный блок и соединённой с грузом, могут двигаться по горизонтальной поверхности или по наклонной плоскости.

Изучите движение тележки или бруска, проходящее в зоне действия датчика расстояния, который позволяет фиксировать значения их координат, скоростей и ускорений через наперёд заданные интервалы времени.

Вес тележки, бруска и силу тяги можно измерять с помощью датчика силы – динамометра.

Задание 3.6.233

Различные тела (лопасти вентилятора, катящиеся по горизонтальной поверхности или наклонной поверхности шары и цилиндры) могут совершать равномерное или неравномерное вращательное движение. Вращательное движение может сопровождаться движением поступательным.

Изучите вращательное движение тел, определяя его характеристики косвенным способом, например с помощью датчика освещённости.

Задание 3.7.234

Грузы, подвешенные к пружинам, резиновым жгутам и нитям разной длины, могут совершать механические колебания.

Изучите движение колеблющихся тел, проходящее в зоне действия датчика расстояния, который позволяет фиксировать значения их координат, скоростей и ускорений через наперёд заданные интервалы времени.

Также для определения периода и амплитуды колебаний, а также текущих координат колеблющихся тел могут исполь-

зоваться оптоэлектрический датчик и датчики, позволяющие определить данные величины косвенным способом, например датчик силы – динамометр, датчики магнитного поля, освещённости.

Задание 3.8.235

Вертикальные механические колебания может совершать маятник Максвелла, представляющий из себя насаженный на тонкую ось маховик, в качестве которого могут использоваться массивный диск, цилиндр, шар. На ось с двух сторон от маховика наматываются закреплённые на горизонтальной перекладине равные по длине нити. Будучи опущенным, маховик под действием силы тяжести опускается вниз и при этом раскручивается. Дойдя до нижнего положения, маховик продолжает вращательное движение в том же направлении, вследствие чего начинает наматывать нити на ось и подниматься вверх. Дойдя до верхней точки, маховик вновь начинает опускаться.

Для экспериментов маятник подвешивается к датчику силы – динамометру.

Изучите движение маятника Максвелла, проходящее в зоне действия датчика расстояния, который позволяет фиксировать значения его координат, скоростей и ускорений через наперёд заданные интервалы времени.

Задание 3.9.236

В горизонтально расположенной стеклянной трубе, наглухо закрытой с одного конца и открытой с другого, могут возникать звуковые колебания. Для этого в трубе, примерно на одной трети расстояния до закрытого конца, должен находиться комок металлической стружки, а со стороны открытого конца, около стружки, трубка должна охлаждаться, например с помощью намотанной на трубку мокрой бумаги. Звуковые колебания возникнут, если со стороны закрытого конца, около стружки, трубка будет нагреваться открытым пламенем.

Исследуйте звуковые колебания с помощью датчика звука – микрофона.

Задание 3.10.237

Если расположить один датчик звука – микрофон рядом с источником звука, а второй микрофон – на некотором расстоянии от него, то, зная расстояние между микрофонами и время распространения звука, можно определить его скорость.

Определите скорость звука в воздухе, углекислом газе, гелии.

Задание 3.11.238

Натянутые струны, будучи приведёнными в колебательное движение, могут издавать звуки. Частоты получаемых от струн звуковых колебаний, вероятно, зависят от длин, диаметров струн, силы их натяжения, возможно, каких-то характеристик материала, из которого они изготовлены. Исследуйте с помощью датчиков силы и звука (микрофона) особенности колебаний струн.

Задание 3.12.239

От поверхности различных жидкостей могут отрываться изготовленные из разных материалов проволочки и пластины разных размеров.

Исследуйте с помощью датчика силы – динамометра зависимости сил, необходимых для отрыва от поверхности жидкости различных тел, от характеристик этих тел.

Задание 3.13.240

В герметично закрытом сосуде, например банке, соединённой со шприцом большого объёма, можно изменять объем системы банка-шприц и давление в ней. Процесс можно проводить медленно и быстро.

С помощью датчиков давления газа и температуры (термопары) определите, как в системе с течением времени изменяются температура и давление газа.

Установите связь между макроскопическими параметрами газа, находящегося в сосуде.

Задание 3.14.241

Некоторые вещества позволяют исследовать процессы нагревания, охлаждения и фазовые переходы из твёрдого состояния в жидкое и обратно в пригодном для учебных экспериментов интервале температур.

К таким веществам относятся, например, гипосульфит натрия и ацетат натрия. Температура их плавления не достигает $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для экспериментов твёрдое вещество помещается в пробирку или в химический стакан и нагревается примерно до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, а затем охлаждается до температуры $20\text{--}25\text{ }^{\circ}\text{C}$. В течение всего процесса нагревания-охлаждения производится измерение температуры вещества.

Нагрев может производиться на водяной бане или с помощью открытого пламени. Для ускорения процесса охлаждения сосуд с нагретым веществом можно погрузить в ёмкость с холодной водой. При охлаждении вещество нельзя перемешивать и встряхивать до тех пор, пока его температура не опустится существенно ниже температуры кристаллизации.

Исследуйте процесс нагревания и охлаждения гипосульфита или ацетата натрия, используется датчик температуры (термистор).

Задание 3.15.242

Внутри вертикально подвешенной металлической трубы, изготовленной из неферромагнитного материала (алюминия, меди), может падать постоянный магнит (лучше неодимовый).

Исследуйте особенности падения магнита с помощью датчика магнитного поля, располагаемого вблизи трубы на пути движения магнита. Труба для опытов подвешивается к датчику силы – динамометру.

Задание 3.16.243

В параллельном колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивности и конденсатора, могут возникать затухающие электромагнитные колебания.

Исследуйте колебательные процессы в контуре с помощью датчика напряжения дифференциального типа.

2.6. Задания для конструирования экспериментальных задач, требующих анализа, воспроизведения или моделирования процессов, исследованных с помощью датчиков физических величин

Задание 4.1.244

С помощью компьютеризированных датчиков влажности и температуры при синхронной записи протекавших процессов были получены графики зависимости от времени относительной влажности воздуха и его температуры. (Опыты проводятся предварительно, и графики приводятся в готовом виде.)

Опишите в словесной форме, как с течением времени изменялись измеряемые величины.

Где мог протекать исследуемый процесс? Попытайтесь описать этот процесс, действия экспериментатора и объяснить происходящие изменения измеряемых величин.

При возможности воспроизведите аналогичный процесс и проведите собственные измерения.

Сравните полученные вами результаты с представленными на графиках.

Придумайте способ моделирования проводившегося процесса. Смоделируйте процесс и проведите аналогичные измерения.

Сравните и проанализируйте данные, полученные в реальном и модельном процессах.

Задание 4.2.245

Некоторое тело, подвешенное на нитях, совершает движение в вертикальном направлении.

С помощью компьютеризированных датчиков силы и расстояния при синхронной записи протекавших процессов получены графики зависимости от времени силы, действующей со

стороны тела на подвес, положения (координаты) и скорости этого тела. (Опыты проводятся предварительно и графики приводятся в готовом виде.)

Как называется устройство, совершающее отображённое на графиках движение?

Детально опишите движение тела на качественном и количественном уровнях с кинематической, динамической и энергетической точек зрения. Объясните отображённые зависимости.

Изготовьте устройство, которое будет совершать аналогичное движение. С помощью датчиков силы и расстояния получите подобные графики и объясните, чем и почему они отличаются от приведённых?

Задание 4.3.246

Изучите представленный вам график зависимости от времени силы, действующей со стороны некоторого устройства на датчик силы.

Данные были получены с помощью компьютеризированного датчика силы. (Опыты проводятся предварительно и графики приводятся в готовом виде.)

С помощью какого устройства можно получить подобный график?

Детально опишите на качественном и количественном уровнях процесс, происходящий на выделенном интервале времени, и объясните его.

Изготовьте устройство, которое оказывало бы на датчик силы подобное воздействие, и получите собственный график зависимости силы от времени.

Измените параметры устройства и предскажите, как эти изменения отразятся на соответствующем графике. Проверьте предсказания экспериментально.

Задание 4.4.247

Изучите представленные вам синхронные графики зависимости давления воздуха, находящегося в некотором сосуде, и его температуры. Данные были получены с помощью компьютеризированных датчиков давления и температуры (термо-

пары). (Опыты проводятся предварительно и графики приводятся в готовом виде.)

Опишите и объясните, что происходило с воздухом в сосуде на выделенном интервале времени?

К какому из газовых процессов наиболее близок процесс, происходивший с воздухом?

Воспроизведите данный процесс самостоятельно и сравните представленные графики с графиками, полученными вами.

Задание 4.5.248

Некоторое вещество, находящееся в пробирке, сначала нагревалось на водяной бане, а затем охлаждалось путём погружения пробирки в сосуд с холодной водой. Изучите представленный вам фрагмент графика зависимости температуры вещества от времени протекания процесса.

Данные были получены с помощью компьютеризированного датчика температуры (термистора).

(Опыты проводятся предварительно и графики приводятся в готовом виде.)

Какая часть процесса изображена на графике?

Опишите весь процесс и восстановите недостающую часть графика.

Назовите и объясните особенности процесса на выделенном фрагменте графика.

Чем отличается техника постановки первого и второго опытов?

Какие вещества могли быть использованы в опытах?

Самостоятельно повторите процесс и сравните полученный экспериментальный график со сделанными вами предсказаниями.

Задание 4.6.249

К некоторому телу были прикреплены датчики ускорения и силы.

Изучите представленные вам графики зависимости от времени ускорения, с которым двигалось тело, и силы, действовавшей на датчик силы со стороны тела.

Данные были получены с помощью компьютеризированных датчиков ускорения и силы.

(Опыты проводятся предварительно и графики приводятся в готовом виде.)

Покажите с помощью рисунка, как датчики крепились к телу. Какова масса тела?

Как двигалось тело в течение времени, представленном на графике, и как это движение можно осуществить на практике?

Прodelайте опыт, позволяющий получить аналогичные графики.

Задание 4.7.250

В вертикально расположенную трубу был брошен постоянный магнит. На некотором расстоянии от верхнего края трубы был установлен датчик магнитного поля.

Изучите показания предварительно обнулённого датчика магнитного поля.

Данные были получены с помощью компьютеризированного датчика магнитного поля.

(Опыты проводятся предварительно и графики приводятся в готовом виде.)

Сделайте рисунок установки, с помощью которой был получен приведённый график.

Из какого материала была изготовлена труба, внутри которой падал постоянный магнит?

Опишите и объясните процесс падения магнита в трубе.

Опишите и объясните особенности данного графика.

Двигался ли магнит с постоянной скоростью или имел ускорение?

Как определить скорость или ускорение магнита, падающего в непрозрачной трубе?

Изменится ли, а если изменится, то как, график, если в следующем опыте расположить датчик магнитного поля на ином расстоянии от верхнего края трубы?

Изготовьте описанную установку и самостоятельно проделайте аналогичные опыты.

Определите скорость или ускорение магнита в вашем опыте.

Задание 4.8.251

В вертикально расположенную трубу, подвешенную к датчику силы – динамометру был брошен постоянный магнит.

Изучите представленные вам данные, которые были получены с помощью компьютеризированного датчика силы.

(Опыты проводятся предварительно и графики приводятся в готовом виде.)

Сделайте рисунок установки, с помощью которой был получен приведённый график.

Из какого материала была изготовлена труба, внутри которой падал постоянный магнит?

Опишите и объясните процесс падения магнита в трубе.

Опишите и объясните особенности данного графика.

Двигался ли магнит с постоянной скоростью или имел ускорение?

Как определить скорость или ускорение магнита, падающего в непрозрачной трубе?

Изготовьте описанную установку и самостоятельно проделайте аналогичные опыты.

Определите скорость или ускорение магнита в вашем опыте.

Заключение

Сборников задач по физике разной области приложения (для основной, средней и высшей школы, специальных учебных заведений, самостоятельной познавательной деятельности, организации досуга), разного назначения (для обучения, контроля, развития), разного уровня сложности (для массовой средней школы; классов, школ и вузов физико-математического профиля; подготовки к олимпиадам и государственной итоговой аттестации) издано огромное количество. Перечень можно продолжать и продолжать. Тексты задач в сборниках тоже очень сильно различаются по способам постановки и содержанию. К сборникам задач следует добавить солидный блок методических руководств по решению задач и обучению учащихся решению задач (не одно и то же).

Однако наши многолетние наблюдения и целенаправленное изучение работы практикующих учителей физики и студентов, выходящих на педагогическую практику, показывают, что весь богатейший задачный арсенал содержания и методики решения задач по физике используется в учебном процессе крайне неэффективно.

Для учителей средней школы почти всегда на первом месте оказываются готовые упражнения из учебников и стандартных общеизвестных сборников задач и упражнений, официально или неофициально входящих в состав тех или иных учебно-методических комплектов. Примерно такая же ситуация наблюдается и в массовой высшей школе. Речь, конечно, не идёт о всех учителях и преподавателях вузов. Речь о тенденции. И этому есть обоснование.

В педагогических вузах курс методики преподавания физики весьма ограничен, как по объёму, так и по времени его изучения. Методика решения учебных физических задач является лишь одним из многих разделов, которые изучают студенты. И хорошо, если в рамках отводимого на этот раздел времени удастся познакомить студентов только с некоторыми, самыми распространёнными видами задач, методами их решения и оформления.

Если физико-математические факультеты педагогических вузов находят возможности, что бывает далеко не всегда, ввести в учебные планы практикумы по решению физических задач, то на этих практикумах закрепляются и отрабатываются умения решать задачи в соответствии с полученными в теории, хотя и важными, но отрывочными знаниями. Таким образом, на официальном уровне, выпускники педагогических вузов получают лишь минимальную стартовую подготовку в области теории и методики решения учебных физических задач. Дальнейшее проникновение в суть данной области методики преподавания физики целиком и полностью ложится на плечи учителя и определяется его желанием или нежеланием эту область осваивать.

В вузах курсы физики часто преподают специалисты в области физико-математических и технических наук, не изучавшие в своё время методических дисциплин, поэтому даже минимума специальной подготовки в области теории и методики решения учебных физических задач они не имеют и представляют студентам задачи и образцы их решения в силу своего собственного понимания и прошлого опыта обучения в школе и вузе. Кстати, выпускники педагогических вузов тоже чаще апеллируют к собственному школьному опыту, а не к полученным в вузе и быстро выветривающимся теоретическим знаниям.

В современной средней школе ситуация усугубляется формализованными и слабо логически обоснованными административными требованиями к учителям использовать в преподавании только те сборники задач и контрольно-измерительные материалы, которые якобы входят в состав конкретных учебно-методических комплексов. Несмотря на то, что такие сборники, как правило, прошли глубокую дидактическую обработку, а некоторые из них и проверку временем, они содержат лишь малое число видов задач. И не всегда приводимые в них задачи относятся к лучшим образцам.

Ориентация на подготовку учащихся к прохождению итоговой государственной аттестации дополнительно сужает круг рассматриваемых в учебном процессе задач и усугубляет обозначенную проблему.

Представленная работа ориентирована на то, чтобы помочь практикующим и будущим преподавателям физики выйти за рамки порочного, на наш взгляд, круга и в компактном виде получить представление о многообразии классов и видов учебных физических задач, познакомиться с разнообразными примерами их формулировок.

Отнесение конкретных задач к определённым видам является весьма условным. Любая задача может быть охарактеризована со многих точек зрения, одна из которых может выступать как доминирующая, а остальные иметь второстепенное значение. Однако, вникнув в типологию задач, педагогу надо научиться проводить многомерное описание уже существующих задач и конструировать тексты задач под заданное многомерное описание. Полученные умения педагог должен научиться применять в учебном процессе так, чтобы в нём присутствовали самые разные виды задач, чтобы использовались идеи задачной организации учебного процесса, чтобы задачи не являлись самоцелью определённого этапа учебного процесса, а составляли с этим процессом единое целое. Именно на это ориентирована первая часть данной работы.

Обозначенные проблемы касаются и теоретических, и экспериментальных физических задач. Поскольку школьный курс физики, курсы общей физики в педагогическом и классическом университетах являются экспериментальными дисциплинами, акцент во второй части работы сделан на экспериментальных задачах.

Предполагается, что педагог, овладев теоретическими основами методики решения физических задач, вникнув в суть задачного подхода к преподаванию предмета, научившись конструировать различные виды учебных задач, сможет сделать перенос полученных знаний и умений на экспериментальные задачи, чтобы в случае возможности и необходимости суметь внести существенные изменения и дополнения в экспериментальную часть преподаваемой дисциплины.

В работе представлено большое число уже сформулированных экспериментальных задач. Их можно напрямую использовать при постановке как лабораторного, так и демонстрацион-

ного физического эксперимента, решать как в рамках официального учебного процесса, так и за его пределами. Но гораздо важнее овладеть принципами конструирования таких задач и, познакомившись с приведёнными примерами, научиться конструировать свои собственные задачи. На это ориентирована вторая часть данной работы, да и вся работа в целом.

Библиографический список

1. Абдурахманов, С. Д. Исследовательские работы по физике в 7–8 классах сельских школ : кн. для учителя : Из опыта работы / С. Д. Абдурахманов. – Москва : Просвещение, 1990. – 112 с.
2. Аганов, А. В. Физика вокруг нас. Качественные задачи по физике / А. В. Аганов, Р. К. Сафиуллин, А. И. Скворцов. – 3-е изд., испр. – Москва : Дом педагогики, 1998. – 336 с.
3. Акимова, А. П. Формирование у студентов творческих умений решать педагогические задачи в области воспитания : автореф. дис. ... канд. пед. наук / А. П. Акимова ; Ленинградский гос. ун-т им. А. А. Жданова. – Ленинград, 1972. – 27 с.
4. Альтшуллер, Г. С. Творчество как точная наука : Теория решения изобретательских задач / Г. С. Альтшуллер. – Москва : Советское радио, 1979. – 105 с.
5. Антипин, И. Г. Экспериментальные задачи по физике в 6–7 классах / И. Г. Антипин. – Москва : Просвещение, 1974. – 130 с.
6. Балл, Г. А. О психологическом содержании понятия «задача» / Г. А. Балл // Вопросы психологии. – 1970. – № 6. – С. 75–85.
7. Балл, Г. А. Теория учебных задач. Психолого-педагогический аспект / Г. А. Балл. – Москва : Педагогика, 1990. – 184 с.
8. Бахмат, В. И. Повышение эффективности профессиональной подготовки инженера на основе задачного подхода : дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.08 / В. И. Бахмат. – Барнаул, 2009. – 232 с.
9. Белиовская, Л. Г. Узнайте, как программировать на LabVIEW / Л. Г. Белиовская. – Москва : ДМК-Пресс, 2014. – 140 с.
10. Белиовская, Л. Г. Роботизированные лабораторные работы по физике : Пропедевтический курс физики / Л. Г. Белиовская, Н. А. Белиовский. – Москва : ДМК-Пресс, 2016. – 164 с.

11. Бенерджи, Р. Теория решения задач / Р. Бенерджи. – Москва : Мир, 1972. – 224 с.
12. Берцфаи, Л. В. Формирование умений в ситуации решения конкретно-практических и учебных задач / Л. В. Берцфаи // Вопросы психологии. – 1966. – № 6. – С. 141–151.
13. Берталанфи, Л. Общая теория систем: критический обзор / Л. Берталанфи // Исследования по общей теории систем : сборник переводов. – Москва : Прогресс, 1969. – 520 с.
14. Билимович, Б. Ф. Физические викторины в средней школе : пособие для учителей / Б. Ф. Билимович. – Москва : Просвещение, 1977. – 159 с.
15. Богоявленская, Л. Б. Целеполагание как центральная проблема психологии творчества / Л. Б. Богоявленская // Новые исследования в психологии. – Москва, 1978. – Вып. 1. – С. 3–7.
16. Болтянский, В. Г. Анализ – поиск решения задачи / В. Г. Болтянский // Математика в школе. – 1974. – № 1. – С. 34–40.
17. Бондаревская, В. М. Некоторые особенности становления стратегий решения задач / В. М. Бондаревская, М. Л. Смульсон // Вопросы психологии. – 1973. – № 5. – С. 58–65.
18. Брушлинский, А. В. Мышление и прогнозирование / А. В. Брушлинский. – Москва : Мысль, 1979. – 228 с.
19. Буров, В. А. Фронтальные экспериментальные задания по физике в средней школе / В. А. Буров и др. – Москва : Академия, 2005. – 208 с.
20. Буров, В. А. Фронтальные лабораторные занятия по физике / В. А. Буров, Б. С. Зворыкин, А. А. Покровский, И. М. Румянцев. – Москва : Просвещение, 1969. – 168 с.
21. Буров, В. А. Фронтальные экспериментальные задания по физике. 9 класс / В. А. Буров, А. И. Иванов, В. И. Свиридов. – Москва : Просвещение, 1986. – 48 с.
22. Буров, В. А. Фронтальные экспериментальные задания по физике. 10 класс / В. А. Буров, А. И. Иванов, В. И. Свиридов. – Москва : Просвещение, 1987. – 48 с.

23. Буров, В. А. Фронтальные экспериментальные задания по физике. 8 класс / В. А. Буров, А. И. Иванов, В. И. Свиридов. – Москва : Просвещение, 1985. – 63 с.
24. Буров, В. А. Фронтальные экспериментальные задания по физике в 6–7 классах / В. А. Буров, С. Ф. Кабанов, В. И. Свиридов. – Москва : Просвещение, 1981. – 112 с.
25. Варламов, С. Д. Экспериментальные задачи на уроках физики и физических олимпиадах / С. Д. Варламов, А. Р. Зильберман, В. И. Зинковский. – Москва : МЦНМО, 2008. – 161 с.
26. Володарский, В. Е. Система задач как средство повышения эффективности обучения физике в средней школе : дис. ... канд. пед. наук / В. Е. Володарский – Москва, 1979. – 239 с.
27. Володарский, В. Е. Система задач по физике для 9 класса / В. Е. Володарский. – Алма-Ата : Рауан, 1990. – 190 с.
28. Гаврилюк, В. В. Познавательные задания как средство формирования субъекта познавательной деятельности : дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.01 / В. В. Гаврилюк. – Казань, 1981. – 260 с.
29. Галлингер, И. В. Экспериментальные задания на уроках физики / И. В. Галлингер // Физика в школе. – 2008. – № 2. – С. 26–31.
30. Гурова, Л. Л. Психологический анализ решения задач / Л. Л. Гурова. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1976. – 327 с.
31. Естествознание с Vernier / пер. с англ. – Москва : Издательство «Экзамен», 2016. – 266 с.
32. Зибер, В. А. Задачи-опыты по физике / В. А. Зибер. – Ленинград : Учпедгиз, 1953. – 187 с.
33. Злотин, Б. Л. Месяц под звездами фантазии / Б. Л. Злотин, А. В. Зусман. – Кишинев : Лумина, 1988. – 271 с.
34. Зорина, Л. Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников / Л. Я. Зорина. – Москва : Педагогика, 1978. – 128 с.

35. Иванов, А. И. Фронтальные экспериментальные задания по физике : для 10 класса / А. И. Иванов и др. – Москва : Вузовский учебник, 2009. – 313 с.
36. Иванов, П. И. Психология / П. И. Иванов. – Москва : Учпедгиз, 1956. – 383 с.
37. Кабардин, О. Ф. Экспериментальные задания по физике. 9–11 классы / О. Ф. Кабардин, В. А. Орлов. – Москва : Вербум-М, 2001. – 208 с.
38. Казанская, В. Г. Исследование «психологических барьеров» прошлого опыта при выполнении логических заданий : дис. ... канд. психол. наук / В. Г. Казанская. – Балашов, 1976. – 162 с.
39. Калмыкова, З. И. Пути развития продуктивного мышления школьников / З. И. Калмыкова // Вопросы психологии. – 1978. – № 3. – С. 143–148.
40. Каменецкий, С. Е. Методика решения задач по физике в средней школе : кн. для учителя / С. Е. Каменецкий, В. П. Орехов. – Москва : Просвещение, 1987. – 336 с.
41. Капица, П. Л. Физические задачи / П. Л. Капица. – Москва : Знание, 1966. – 16 с.
42. Капица, П. Л. Некоторые принципы творческого воспитания и образования современной молодежи : доклад на Международном конгрессе по подготовке преподавателей физики для средней школы (Венгрия, Эгер, 11.09.1970) // Эксперимент. Теория. Практика. – Москва : Наука, 1981. – С. 244–257.
43. Кедров, Б. М. О творчестве в науке и технике / Б. М. Кедров. – Москва : Молодая гвардия, 1987. – 192 с.
44. Колягин, Ю. М. Задачи в обучении математике : в 2 ч. / Ю. М. Колягин. – Москва : Просвещение, 1977. – 112 с.
45. Крутский, А. Н. Психодидактика в содержании профессиональной подготовки будущего учителя : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 / А. Н. Крутский. – Барнаул, 2000. – 372 с.

46. Кудрявцев, Т. В. Психология технического мышления : Процесс и способы решения технических задач / Т. В. Кудрявцев. – Москва : Педагогика, 1975. – 304 с.
47. Кузьмина, Н. В. Очерки психологии труда учителя / Н. В. Кузьмина. – Ленинград : Изд-во Ленинград. ун-та, 1967. – 183 с.
48. Кулюткин, Ю. Н. Эвристические методы в структуре решений / Ю. Н. Кулюткин. – Москва : Педагогика, 1970. – 232 с.
49. Ланге, В. Н. Экспериментальные физические задачи на смекалку / В. Н. Ланге. – Москва : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 128 с.
50. Ланге, В. Н. Физические парадоксы, софизмы и занимательные задачи / В. Н. Ланге. – Москва : Просвещение, 1967. – 166 с.
51. Ланкина, М. П. Теория и практика подготовки преподавателей физики в классическом университете : монография / М. П. Ланкина. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2005. – 160 с.
52. Ланкина, М. П. Активизация умственной деятельности учащихся : моделирование обучения физике : монография / М. П. Ланкина, Н. Г. Эйсмонт, Ю. П. Дубенский. – Омск : Изд-во Омского гос. ун-та, 2013. – 148 с.
53. Леонтьев, А. Н. Проблемы развития психики / А. Н. Леонтьев. – Москва : Изд-во Московского ун-та, 1986. – 584 с.
54. Лернер, И. Я. Проблема познавательных задач в обучении основам гуманитарных наук и пути ее исследования / И. Я. Лернер // Познавательные задачи в обучении гуманитарным наукам. – Москва, 1972. – С. 5–37.
55. Лозовенко, С. В. Цифровая лаборатория Vernier в школьном физическом эксперименте / С. В. Лозовенко. – Москва : ИЛЕКСА, 2018. – 96 с.
56. Лозовенко, С. В. Лабораторный практикум по физике с применением цифровой лаборатории Vernier / С. В. Лозовенко. – Москва : ИЛЕКСА, 2018. – 218 с.

57. Матюшкин, А. М. К проблеме порождения ситуативных познавательных потребностей / А. М. Матюшкин // Психологические исследования интеллектуальной деятельности. – Москва, 1979. – С. 29–34.
58. Маковецкий, П. В. Смотри в корень! : сборник любопытных задач и вопросов / П. В. Маковецкий. – Москва : Наука, 1976. – 448 с.
59. Малафеев, Р. И. Творческие задания по физике в VI–VII классах : пособие для учителей / Р. И. Малафеев. – Москва : Просвещение, 1971. – 88 с.
60. Матюшкин, А. М. Классификация проблемных ситуаций / А. М. Матюшкин // Вопросы психологии. – 1970. – № 5. – С. 23–25.
61. Матюшкин, А. М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении / А. М. Матюшкин. – Москва : Педагогика. 1975. – 208 с.
62. Махмутов, М. И. Проблемное обучение / М. И. Махмутов. – Москва : Педагогика, 1975. – 367 с.
63. Машбиц, Е. И. Психологический анализ учебных задач / Е. И. Машбиц // Советская педагогика. – 1973. – № 2. – С. 58–65.
64. Меледин, Г. В. Физика в задачах : Экзаменационные задачи с решениями : учебное пособие / Г. В. Меледин. – Москва : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1985. – 208 с.
65. Менчинская, Н. А. Психология обучения арифметике / Н. А. Менчинская. – Москва : Учпедгиз, 1955. – 333 с.
66. Микулина, Г. Г. Психологические условия постановки учебных задач (на примере обучения младших школьников математике) : дис. ... канд. психол. наук : спец. 19.00.07 / Г. Г. Микулина. – Москва, 1973. – 203 с.
67. Михеева, Н. К. Обучение решению задач как путь профессиональной подготовки учителя физики : дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.02 / Н. К. Михеева. – Ленинград, 1977. – 204 с.

68. Моляко, В. А. Психология конструкторской деятельности / В. А. Моляко. – Москва : Машиностроение, 1983. – 134 с.
69. Мошков, С. С. Экспериментальные задачи по физике / С. С. Мошков. – Ленинград : Учпедгиз, 1955. – 204 с.
70. Оспенникова, Е. В. Основы технологии развития исследовательской самостоятельности школьников. Эксперимент как вид учебного исследования / Е. В. Оспенникова. – Пермь : ПГПУ, 2002. – 374 с.
71. Остер, Г. Задачник по физике / Г. Остер. – Москва : Астрель ; Издательство АСТ, 1999. – 128 с.
72. Перельман, Я. И. Занимательная механика. Знаете ли вы физику? / Я. И. Перельман. – Москва : АСТ, 2004. – 462 с.
73. Перельман, Я. И. Знаете ли Вы физику? / Я. И. Перельман. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1992. – 272 с.
74. Перельман, Я. И. Веселые задачи / Я. И. Перельман. – Москва : Издательство Астрель ; АСТ ; Транзиткнига, 2003. – 287 с.
75. Пойа, Д. Математическое открытие / Д. Пойа. – Москва : Наука, 1970. – 452 с.
76. Пономарев, Я. А. Психология творчества / Я. А. Пономарев. – Москва : Наука, 1976. – 304 с.
77. Пушкина, Т. А. О системе школьных задач и психологических принципах ее структурирования / Т. А. Пушкина // Вопросы психологии. – 1981. – № 2. – С. 111–115.
78. Разумовский, В. Г. Физика в школе. Научный метод познания и обучения / В. Г. Разумовский, В. В. Майер. – Москва : ВЛАДОС, 2004. – 463 с.
79. Разумовский, В. Г. Развитие творческих способностей учащихся / В. Г. Разумовский. – Москва : Просвещение, 1975. – 272 с.
80. Разумовский, В. Г. Творческие задачи по физике в средней школе / В. Г. Разумовский. – Москва : Просвещение, 1966. – 155 с.

81. Рубинштейн, С. Л. О мышлении и путях его исследования / С. Л. Рубинштейн. – Москва : Изд-во Акад. наук СССР, 1958. – 147 с.
82. Рубинштейн, С. Л. Основы общей психологии / С. Л. Рубинштейн. – Санкт-Петербург : Питер, 2007. – 713 с.
83. Сазанова, Н. Г. Профессионально-ориентированные задачи по общей физике / Н. Г. Сазанова. – Омск : Полиграфический центр «КАМ», 2006. – 40 с.
84. Салмина, Н. Г. Обучение общему подходу к решению задач / Н. Г. Салмина, В. П. Сохина // Вопросы психологии. – 1981. – № 4. – С. 151–155.
85. Секей, Л. Знание и мышление / Л. Секей // Психология мышления : сб. переводов с нем. и англ. – Москва : Прогресс, 1965. – С. 343–365.
86. Сикорук, Л. Л. Физика для малышей / Л. Л. Сикорук. – 2-е изд. – Москва : Педагогика, 1983. – 168 с.
87. Скаткин, М. Н. Совершенствование процесса обучения / М. Н. Скаткин. – Москва : Просвещение, 1971. – 205 с.
88. Сквайрс, Дж. Практическая физика / Дж. Сквайрс. – Москва : Мир, 1971. – 246 с.
89. Соколова, Л. Г. Особенности формирования у студентов-физиков педагогических умений обучать учащихся решению задач : дис. ... канд. пед. наук / Л. Г. Соколова. – Ленинград, 1972. – 193 с.
90. Старовиков, М. И. Обучение школьников экспериментальному методу в курсе физики с использованием компьютера : монография / М. И. Старовиков. – Бийск : БПГУ им. В. М. Шукшина, 2006. – 264 с.
91. Старовиков, М. И. Исследовательский учебный эксперимент по физике с компьютерной поддержкой / М. И. Старовиков. – Бийск : НИЦ БПГУ, 2002. – 128 с.

92. Старовиков, М. И. Введение в экспериментальную физику / М. И. Старовиков. – Санкт-Петербург : Лань, 2008. – 240 с.
93. Таныгин, С. В. Методика организации конструктивно-проектировочной деятельности студентов в области лабораторного физического эксперимента : программное обеспечение и методические рекомендации / С. В. Таныгин. – Барнаул : БГПУ, 2006. – 77 с.
94. Теория задач и способов их решения / под ред. Г. А. Балла. – Киев, 1974. – 213 с.
95. Трунов, Г. М. Дополнительные задания по курсу общей физики / Г. М. Трунов ; под общ. ред. проф. А. И. Цаплина. – Пермь : Изд-во Пермского гос. техн. ун-та, 2011. – 62 с.
96. Тулькибаева, Н. Н. Практикум по решению физических задач / Н. Н. Тулькибаева, А. В. Усова. – Москва : Просвещение, 2001. – 206 с.
97. Тульчинский, М. Е. Качественные задачи по физике в средней школе : пособие для учителей / М. Е. Тульчинский. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Просвещение, 1972. – 240 с.
98. Тульчинский, М. Е. Занимательные задачи-парадоксы и софизмы по физике / М. Е. Тульчинский. – Москва : Просвещение, 1971. – 160 с.
99. Углубленное изучение физики с Vernier. Книга I. Механика / пер. с англ. под ред. А. А. Шаповалова, А. Я. Суранова. – Москва : Экзамен, 2014. – 412 с.
100. Углубленное изучение физики с Vernier. Книга II. За границами механики / пер. с англ. под ред. А. А. Шаповалова, А. Я. Суранова. – Москва : Экзамен, 2014. – 412 с.
101. Усова, А. В. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики / А. В. Усова, А. А. Бобров. – Москва : Просвещение, 1988. – 111 с.
102. Усольцев, А. П. Задачи по физике на основе литературных сюжетов / А. П. Усольцев. – Екатеринбург : У-Фактория, 2003. – 239 с.

103. Усольцев, А. П. Управление формированием мышления школьников при обучении физике (на примере использования средств наглядности и задач с художественным содержанием) / А. П. Усольцев. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co, Deutschland, 2011. – 320 с.
104. Фетисов, В. А. Лабораторные работы по физике в 8 классе средней школы / В. А. Фетисов. – Москва : Просвещение, 1979. – 96 с.
105. Физика с Vernier / пер. с англ. под ред. А. А. Шаповалова, А. Я. Суранова. – Москва : Экзамен, 2017. – 339 с.
106. Фридман, Л. М. Логико-психологический анализ школьных учебных задач / Л. М. Фридман. – Москва : Педагогика, 1977. – 208 с.
107. Фрумкин, М. Л. Изучение результатов решения учебных педагогических задач / М. Л. Фрумкин // Совершенствование профессиональной подготовки студентов в процессе решения психолого-педагогических задач. – Смоленск, 1983. – С. 34–106.
108. Шаповалов, А. А. Конструктивно-проектировочная деятельность в структуре профессиональной подготовки учителя физики / А. А. Шаповалов. – Барнаул : Изд-во БГПУ, 1999. – 359 с.
109. Шаповалов, А. А. Демонстрационный эксперимент с AFS™. Физика : методическое пособие для учителя / А. А. Шаповалов, А. Я. Суранов – Москва : Производственно-консультационная группа «Развитие образовательных систем», 2011. – 217 с.
110. Шаповалов, А. А. Педагогическое конструирование системы лабораторного физического эксперимента / А. А. Шаповалов, С. В. Таныгин. – Барнаул : АлтГПУ, 2011. – 165 с.
111. Шаповалов, А. А. Педагогическое конструирование экспериментальных задач с использованием датчиков физических величин / А. А. Шаповалов. – Барнаул : АлтГПУ, 2017. – 177 с.

112. Шаповалов, А. А. Преподавание дисциплин естественнонаучного профиля с использованием программно-аппаратных комплексов / А. А. Шаповалов // Научно-практический журнал «Школьные технологии». – 2012. – № 2. – С. 135–145.
113. Шаповалов, А. А. Учебно-исследовательские работы по механике / А. А. Шаповалов, С. В. Таныгин. – Барнаул : АлтГПУ, 2015. – 125 с.
114. Шилов, В. Ф. Домашние экспериментальные задания по физике / В. Ф. Шилов. – Москва : Школьная пресса, 2003 – 62 с.
115. Эльконин, Д. Б. О способе опосредования решения задач «на соображение» / Д. Б. Эльконин // Вопросы психологии – 1981. – № 1. – С. 110–118.
116. Эсаулов, А. Ф. Психология решения задач / А. Ф. Эсаулов. – Москва : Высшая школа, 1972. – 216 с.

Содержание

Предисловие.....	3
Глава 1. Задачный подход к организации педагогического процесса в вузе.....	9
1.1. Роль задач в профессиональной подготовке учителя.....	9
1.2. Понятие задачи и виды задач.....	14
1.3. Понятие и виды экспериментальных физических задач.....	34
1.4. Экспериментальные задачи в структуре учебного физического эксперимента.....	39
1.5. Классификация учебных физических задач.....	43
1.6. Сущность задачного подхода к преподаванию физики.....	95
Глава 2. Педагогические основы конструирования экспериментальных задач по физике.....	115
2.1. Конструирование экспериментальных задач с ориентацией на основные виды учебных знаний по физике.....	115
2.2. Формализованный подход к конструированию экспериментальных задач по физике.....	119
2.3. Неконкретизированные задания для конструирования экспериментальных задач.....	141
2.4. Задания для конструирования экспериментальных задач, решаемых с помощью простейшего оборудования и «классических» измерительных приборов.....	165
2.5. Задания для конструирования экспериментальных задач, решаемых с помощью датчиков физических величин и цифровых лабораторий.....	182
2.6. Задания для конструирования экспериментальных задач, требующих анализа, воспроизведения или моделирования процессов, исследованных с помощью датчиков физических величин.....	187
Заключение.....	192
Библиографический список.....	196

Научное издание

**Шаповалов Анатолий Андреевич
Андреева Людмила Евгеньевна**

**Задачный подход
к экспериментальной подготовке
учителя физики**

Монография

Верстка – М.А. Захарьина

Подписано в печать 01.09.2021 г.

Объём 13 уч.-изд. л. Формат 60х84/16. Бумага офсетная.

Гарнитура Cambria. Тираж 100 экз. Заказ № 15.

Отпечатано в ООО «Папирус».

656049, г. Барнаул, ул. Папанинцев, 111, офис 4.