

ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 378.016:53
ББК В3р+4448.026.82

ГРНТИ 14.25.09

Код ВАК 5.8.2

Бражников Михаил Александрович,

кандидат педагогических наук, доцент, Московский педагогический государственный университет; 119991, Россия, г. Москва, ул. Малая Пироговская, 1, стр. 1; e-mail: birze@inbox.ru

Пурышева Наталия Сергеевна,

доктор педагогических наук, профессор, Московский педагогический государственный университет; 119991, Россия, г. Москва, ул. Малая Пироговская, 1, стр. 1; e-mail: npuryшева42@rambler.ru

СОВРЕМЕННЫЙ УЧЕБНИК ФИЗИКИ. ПО СТРАНИЦАМ ЗАРУБЕЖНЫХ УЧЕБНИКОВ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: физика; методика преподавания физики; учебники физики; анализ учебников; дидактический аппарат; мотивационно-целевые блоки; процессуально-деятельностные блоки; контрольно-диагностические блоки; вербальные средства выделения

АННОТАЦИЯ. В статье представлен анализ современного зарубежного учебника физики на примере кембриджского учебника и учебно-методического комплекта, в который он входит. Проведено сравнение с отечественными и зарубежными учебниками. Сделан вывод о сопоставимости кембриджского учебника по уровню сложности и представленному в нем материалу с уровнем учебников физики для учащихся старших непрофильных классов российских школ. Показано, что для современного учебника характерна особая организация его текстового пространства с широким использованием вербальных и невербальных средств выделения информации, с акцентом на наглядные средства. Рассмотрен дидактический аппарат учебника, а также способы его представления на страницах учебной книги. Показано, что при наличии единых базовых принципов построения дидактического аппарата современного зарубежного учебника для средней школы реализация дидактического аппарата определяется целями обучения, заданными в учебнике, и его уровнем. В работе поднят вопрос о формировании основ экспериментальных умений учащихся в связи с проведенным анализом процессуально-деятельностного блока, выявившего, что многие экспериментальные задания кембриджского учебника направлены на воспроизведение материала параграфа. При рассмотрении содержательного блока было акцентировано внимание на использовании математики в учебнике физики и его научности. Показано, что, несмотря на выявленные некоторые недочеты учебника, принятая в нем активная подача материала вызывает интерес и у отечественных учащихся.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Бражников, М. А. Современный учебник физики. По страницам зарубежных учебников / М. А. Бражников, Н. С. Пурышева. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2023. – № 2. – С. 165–181.

Brazhnikov Michael Aleksandrovich,

Candidate of Pedagogy, Associate Professor, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia

Puryшева Natalia Sergeevna,

Doctor of Pedagogy, Professor, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia

MODERN PHYSICS TEXTBOOK. THROUGH THE PAGES OF FOREIGN TEXTBOOKS

KEYWORDS: physics; methods of teaching physics; physics textbooks; textbook analysis; didactic apparatus; motivational-target blocks; procedural and activity blocks; control and diagnostic blocks; verbal means of selection

ABSTRACT. The article presents an analysis of a modern foreign textbook of physics on the example of the Cambridge textbook and the educational and methodological set in which it is included. A comparison with domestic and foreign textbooks is performed. The conclusion is made about the comparability of the Cambridge textbook in terms of the level of complexity and the material presented in it with the level of physics textbooks for students of senior non-core classes in Russian schools. It is shown that a modern textbook is characterized by a special organization of its text space with a wide use of verbal and non-verbal means of extracting information, with an emphasis on visual means. The didactic apparatus of the textbook, as well as the ways of its presentation on the pages of the textbook, are considered. It is shown that in the presence of common basic principles for constructing the didactic apparatus of a modern foreign textbook for secondary school, the implementation of the didactic apparatus is determined by the learning objectives set in the textbook and its level. The paper raises the question of the formation of the foundations of the experimental skills of students in connection with the analysis of the procedural-activity block, which revealed that many experimental tasks of the Cambridge textbook are aimed at reproducing the material of the paragraph. When considering the content block, attention was focused on the use of mathematics in a physics textbook and its scientific nature. It is shown that, despite the identified shortcomings of the textbook, the active presentation of the material adopted in it is of interest to domestic students.

FOR CITATION: Brazhnikov, M. A., Puryshva, N. S. (2023). Modern Physics Textbook. Through the Pages of Foreign Textbooks. In *Pedagogical Education in Russia*. No. 2, pp. 165–181.

Введение. За последние годы, начиная с конца прошлого века, в России было создано достаточно большое число учебников и учебных пособий по физике для учащихся основной и средней школы. Значительное число альтернативных учебников до недавнего времени было включено в Федеральный перечень учебников, рекомендованных к использованию. В связи с этим явно проявились, по крайней мере, две проблемы. Первая – проблема оценки учебника экспертным сообществом. Как показывает опыт, валидные и надежные критерии качества учебника до настоящего времени не обоснованы и не разработаны; очень часто они не являются объективными, не соответствуют тому, что в действительности оценивается. Вторая проблема – проблема учителя, который чаще всего руководствуется субъективными критериями при оценке и выборе учебника: привычка к работе по тому или иному учебнику, полиграфическая привлекательность и пр. В связи с этим представляет интерес изучение представлений о «хорошем» учебнике физики, сложившихся в методике обучения физике, и изучение с этой точки зрения качества отечественных и зарубежных учебников. Отметим, что современный учебник физики, в том числе и зарубежный, – это объект исследования современных физиков методистов [8; 9] и предмет обсуждения на научных конференциях [10].

Каким должен быть хороший

учебник физики, по мнению учителя? Взгляд на проблему десятилетия спустя. В США в 1945 г. была опубликована статья, в которой анализировались мнения учителей о характеристиках, в их представлении, «хорошего учебника физики» [11; 14]. Статья опиралась на ответы более 100 респондентов на анкету, содержащую десятки вопросов о содержании учебника и его построении, порядке, в котором изучаются основные разделы физики, и т. п. [14]. Проблема оценки качества учебника физики и требований, которым должен соответствовать *хороший* учебник, не потеряла своей актуальности, почти восемь десятилетий спустя представляет интерес возврат к некоторым из вопросов анкеты.

Одними из первых вопросов анкеты были вопросы о *предполагаемом* распределении материала основных разделов курса физики, которому должен следовать хороший учебник. Сравним ожидания американских преподавателей физики с тем, как обстоит дело в отечественных и зарубежных современных учебниках, см. таблицу 1, в которой суммированы данные по учебникам *близкого* уровня сложности [5–7; 12; 17]. Для каждого раздела физики в статье [14] приведены средние значения *по интервалу* ответов, ширина интервалов превышает 10%; для удобства сравнения с другими данными исходные значения были отнормированы (см. табл. 1).

Таблица 1

Распределение основных тем в учебниках физики

Разделы физики	Относительный объем, %					
	Анкета, 1945 [14]	Key Science, 1994 [12]	IGCSE, 2014 [17]	Перышкин, 2000 [7]	Грачев, 2011 [5]	Громов, 2004 [6]
О Земле	–	14	–	–	–	5
Общая физика ¹	29	20	34	47	50	43
Теплофизика ²	15	16	15	13	17	5
Волновая физика ³	24	18	17	11	12	17
Электричество и магнетизм	26	22	25	21	16	16
Атомная физика	6	10	9	8	4	1

¹ Включает вопросы механики и техники измерений.

² Включает вопросы молекулярной физики.

³ Объединяет механические волны, электромагнитные волны и оптику.

Заметим, что относительное распределение учебного материала в учебнике не равносильно времени, отводимому на его изучение, кроме того, сам объем учебников *существенно* различается: так, если курс «Физика 7–9» С. В. Громова, Н. А. Родиной охватывает ≈400 страниц, то курс А. В. Грачева и В. А. Погожева – более 900 страниц при близком формате издания. Учебник Дж. Брейтопта [12] содержит раздел

«О Земле», в котором затронуты вопросы астрономии (Земля как планета) и элементы физической географии, что изменило пропорции в распределении материала. Построение учебников С. В. Громова [6] также позволяет выделить из двух разделов механики материал, относящийся к физике Земли, но его относительная доля невелика. Английский учебник [17] коррелирует с ожиданиями американских учителей (см.

табл. 1). Заметные отклонения наблюдаем для атомной физики, которую можно считать «современной» для 1945 г., а также для раздела волновой физики, поскольку традиционно акустика и оптика в довоенные годы изучались более подробно. В отечественных курсах физики 7–9 классов доминирует раздел «Механика». Это говорит о сложившемся представлении, что к 9-му классу ученикам необходимо прочно изучить механику, чтобы, во-первых, в старших классах не уделять ее основам много внимания, во-вторых, чтобы на ее базе выстраивать объяснения всех остальных явлений. При этом доля современной физики в школьном курсе I concentra, преимущественно это атомная и ядерная физика первой половины XX в., невелика.

Однако различия между учебниками середины прошлого века и современными лежат не только в плоскости содержания и порядка изучения основных тем, но и в области представления в учебнике в явном *vide didactic* аппарата. Пример анализа дидактического аппарата учебника представлен Н. С. Пурышевой в [9]. При этом были выделены блоки дидактического аппарата: *мотивационно-целевой, содержательный, процессуально-деятельностный, контрольно-диагностический*. Отметим, что дидактический аппарат может быть реализован в учебнике как вербальным способом – с помощью рубрик «запомни»,

«выучи», «интересно узнать», так и невербальным – выделением шрифтом, обрамлением, вынесением дополнительной информации на поля или в подстрочные примечания, а также комбинацией двух этих способов (см. рис. 1). Отметим, что невербальный способ выделения широко применялся уже в отечественных учебниках начала XX в. А. В. Цингера и Н. Ф. Индриксона.

Понятие «хороший учебник физики» – это комплексное понятие, не лишнее внутренних противоречий, оно включает в себя и отбор содержания, и логику его раскрытия, и язык, которым написан учебник, и стиль изложения применительно к той аудитории, на которую он рассчитан. Например, сингапурский учебник “Competitive physics” («Олимпиадная физика») [19] для студентов младших курсов, учебник теории и задач, имеет иное решение, чем рассмотренный в [9], это определяется его уровнем, целевой аудиторией и т. д. Авторы [19] указывают принципы отбора материала (прежде всего задач) для учебника данного типа, делающего его интересным: *физическая значимость и смысл* (физика занимается моделированием окружающего нас мира) задач; задачи, развивающие *физическую интуицию* и *прогнозируемость* (умение внешне сложную задачу упростить в плане физического подхода или математически); *опора на основы физики* (освоенные учащимися основы теории и решения задач).

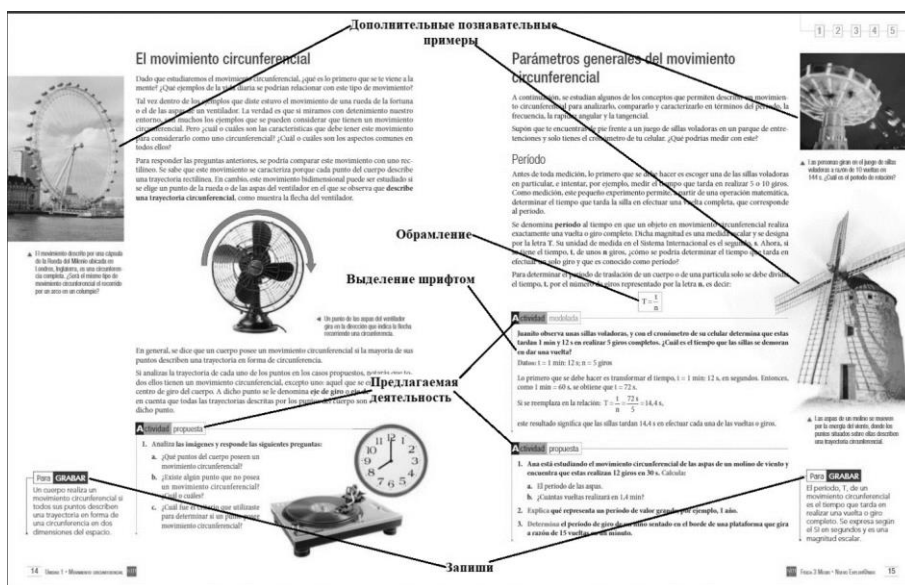


Рис. 1. Вербальные и невербальные средства выделения в учебнике физики [16]

Это, на наш взгляд, очень верные принципы, но, и на это указывают и авторы [19], реализация первых трех из них невозможна без освоения базового курса физики, ее основ. В настоящей работе представлены результаты исследования их реализации в явном виде в дидактическом аппарате учебника, ориентированного на изучение

физики на базовом уровне. Полагаем, что развитый дидактический аппарат – залог хорошего современного учебника.

Кембриджский учебник. IGCSE уровень. Рассмотрим английский учебник Cambridge IGCSE Physics (Кембриджский IGCSE учебник физики). Учебно-методический комплект (УМК) включает в

себя собственно учебник (*Physics Coursebook*), рабочую тетрадь (*Physics Workbook*), тетрадь для лабораторных работ (*Physics Practical Workbook*), методическое пособие для учителей (*Physics Teacher's Resource*). Пособия УМК, которые объединяет собой современный учебник, есть результат дифференциации учебника физики в ходе развития методики обучения, когда по мере развития формируются относительно самостоятельные методы: метод решения задач, лабораторный метод и некоторые другие, специфичные для методики физики.

Российскую систему среднего образования сложно однозначно сопоставить с зарубежными системами, тем более что они разнородны. **Cambridge IGCSE** – международная образовательная программа обучения учащихся в возрасте от 14 до 16 лет, что соответствует учащимся 8–10 классов отечественной школы, уровень **IGCSE по физике** сопоставим с обучением в непрофильных 10–11 классах. Кембриджский

учебник ориентирован в большей степени на будущего пользователя достижений физики и техники в быту, нежели физика-исследователя или инженера. Он знакомит с основами физики и применением ее достижений на практике, развивает и формирует УУД, представленные во всех блоках: познавательные, коммуникативные, регулятивные и личностные. Однако уровень учебного материала, на котором формируются и совершенствуются УУД в данном учебнике, не обладает, на наш взгляд, достаточной научной глубиной и разработанностью в области физики. Преимущество его в том, что такой учебник доступен и посилен большинству учащихся; вопрос о наличии «ближней зоны», по Выготскому, в смысле ориентации в дальнейшем на более углубленный естественно-научный профиль остается открытым.

Пример разворота страниц кембриджского учебника представлен на рисунке 2.

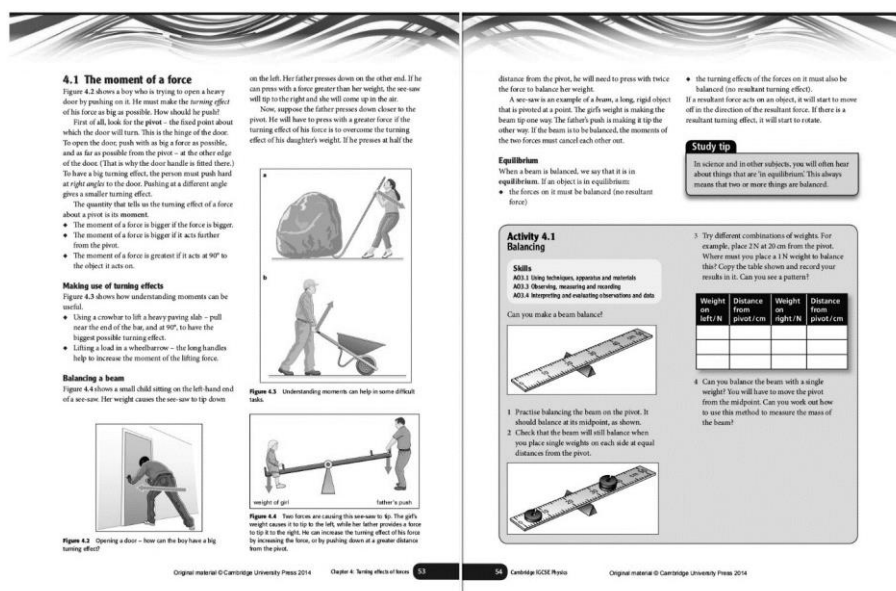


Рис. 2. Организация пространства учебного материала в кембриджском учебнике [17]

Учебники, изданные в Чили (см. рис. 1) и в Великобритании (см. рис. 2), по организации учебного пространства суть новые учебники, однако разработанность пространства книг разная: в кембриджском учебнике поля страницы не играют той роли, которую видим в чилийском учебнике, т. е. они лишены той невербальной функции, когда на них выносятся дополнительная информация, которая может далее и не уточняться. Организация пространства страниц учебника и структура его глав, задаваемая рубрикацией, тесно связаны с реализацией дидактического аппарата. Структура кембриджского учебника может быть представлена в виде схемы: *Раздел* → *Вве-*

дение к Разделу → *Глава* → *«Введение к Главе»* → *«В этой главе вы узнаете...»* → *«Параграф»* → *«Подпараграфы»* → {*Ключевое определение, практический пример, последовательность шагов, совет при изучении, вопросы, практическая деятельность, навыки (ссылки на CD-диск), безопасность, над чем подумать*} → *«Задания»*. Разделы, которые не выделены словесно, а лишь невербально, типографским способом, даны в угловых скобках. Дополнительный материал для более глубокого изучения в каждой главе выделяется сбоку на полях узкой полосой серого фона и буквой “S”. Отметим особенности структуры параграфа: вербальное выделение ключе-

вых определений, пошаговое решение числовых примеров, а также указание при необходимости мер безопасности при выполнении рекомендуемых практических заданий, некоторые из которых проводятся вне школьного здания некоторой группой учащихся (товарищей) без регламентации состава этих групп. Рассмотрим на примерах более подробно реализацию дидактического аппарата кембриджского учебника.

Кембриджский учебник. Дидактический аппарат. Мотивационно-целевой блок в учебнике тесно связан с **содержательным**. Все пять основных разделов (они указаны в таблице 1) имеют *введение*, включающее наиболее существенные, по мысли авторов учебника, *факты и идеи*, которые мотивируют учащихся к изучению раздела в целом, с одной стороны, с другой – это то, что должно быть усвоено учащимися, продумано и понято. Для примера приведем лишь одну идею из *введения* к разделу «Атомная физика»: *чем больше мы узнаем об основах структуры материи, тем больше мы узнаем о происхождении и развитии самой Вселенной; важно, что эта идея возникает в ходе исследований ученых* (во введении рассказывается об открытии бозона Хиггса и Большом адронном коллайдере). Введение не только очерчивает учащемуся контуры содержания раздела, но одновременно мотивирует его к изучению этого материала. Главы сопровождаются краткой *аннотацией*: *“In this chapter, you will find out”* (В этой главе ты узнаешь), например, «как возникает звук, как измерить скорость звука, как распространяется звук и т. д. Иногда глава предваряется небольшим рассказом (и это мотивирует учащегося). Так, главу «Звук» открывает рассказ о настройке музыкальных инструментов, особенностях шотландской волынки, приведена *фотография* волынщиков. *Фотография* также мотивирует учащегося к изучению и разделов современной физики (*интересно* увидеть Большой адронный коллайдер), и разделов классической физики (например, в параграфе «Давление» *интересна* фотография батискафа на глубине 600 м, на которой сквозь иллюминатор толщиной 9,5 см видны счастливые лица туристов, при этом уточняется в подписи, что сферическая оболочка хорошо выдерживает давление).

Содержательный блок реализуется

как вербальными средствами выделения, так и с помощью справочно-информационного аппарата учебника, включающего: *оглавление, глоссарий, предметный указатель, приложения*. В приложении 1 даны *названия, буквенные обозначения* физических величин, используемые в учебнике, и их *единицы*, при этом красным шрифтом набраны величины и единицы, используемые в рамках дополнительного материала. В приложении 2 приведены условные обозначения элементов электрической цепи, в том числе логических элементов «и», «или» и т. д.

Блок задается также неявно с помощью раскрытия *последовательности изложения* материала главы и параграфа, *последовательности* примеров и иллюстрирующих их рисунков и схем, самой совокупностью примеров, задач, описаний опытов, исторических вставок. Серию «бытовых» примеров можно увидеть в иллюстрациях к параграфу «Момент силы» (см рис. 2). Более сложная последовательность примеров, сопровождаемых рисунками, реализуется в параграфе, посвященном вычислению механической энергии. Параграф открывается фотографией астронавтов на Луне, где «сила тяжести в шесть раз меньше чем на Земле, и мяч для гольфа можно запустить гораздо дальше», две другие иллюстрации показаны на рисунке 3. Содержание темы предваряется примером из области высокой науки и техники (астронавтика), следующий рисунок непосредственно связан с процессуально-деятельностным блоком, затем приведен рисунок из мира спорта, раскрывающий особенность техники прыжка с шестом с точки зрения физики. Приведенные примеры находятся в «ближней» связи друг с другом. Но интересна реализация «длинных» дидактических связей, пронизывающих учебник. В главе «Звук» разбирается *числовой пример*: через какой промежуток времени человек услышит эхо при отражении звука от стены, в *задаче в конце главы* рассматривается определение эхолотом глубины моря, а *следующая глава* «Свет» начинается с рассказа об определении расстояния до Луны с помощью лазерного импульса. И хотя деталей приема-передачи импульса нет, учащиеся понимают суть измерений, а рассказ мотивирует их к изучению новой темы. Сочетание «ближних» и «дальних» дидактических связей структурирует содержание учебника.

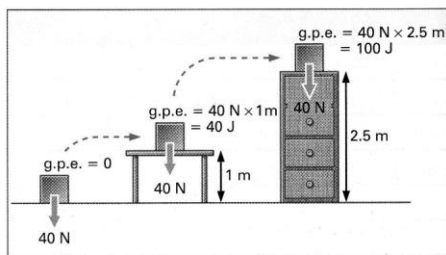


Figure 6.14 The gravitational potential energy of an object increases as it is lifted higher. The greater its weight, the greater its g.p.e.

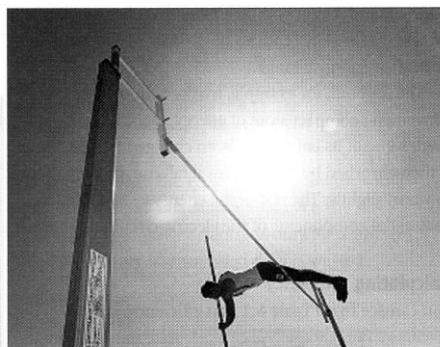


Figure 6.15 This pole-vaulter adopts a curved posture to get over the bar. He cannot increase his g.p.e. enough to get his whole body above the level of the bar. His centre of gravity may even pass under the bar, so that at no time is his body entirely above the bar.

Рис. 3. Последовательность примеров в рисунках [17]

Аннотация и резюме главы очерчивают контуры содержания, которое раскрывается в главе. Например, глава 7 «Источники энергии» аннотируется двумя положениями «В этой главе ты узнаешь: ▫ о различных источниках энергии, которые мы используем, ▫ как мы зависим от Солнца в большинстве наших источников энергии», и резюмируется тремя положениями: «Ты должен [теперь] знать: ▫ что энергия приходит от Солнца, ▫ о возобновляемых и не возобновляемых источниках энергии, ▫ что внутри Солнца происходит реакция ядерного синтеза»; последнее относится к дополнительному материалу. Если аннотация несет в себе элемент мотивации, то резюме – элемент самоконтроля (а знаю ли я то, что мне следует знать), тем более что оно (резюме) предшествует заданиям в конце главы. В данном примере основной акцент сделан на *знаниевую* составляющую, но в главе 13 «Свет» центр тяжести в аннотации смещен в сторону *деятельностного* компонента, каждое из ее положений начинается со слова «как». Изыскан «диалог» между аннотацией (А), «ты узнаешь», и резюме (Р), «ты должен знать»: ▫ «как использовать закон отражения света» (А) → «закон отражения» (Р), ▫ «как описать полное внутреннее отражение» (А) → «о полном внутреннем отражении и предельном угле» (Р), «как связаны предельный угол и показатель преломления» (Р) и «...как используется полное внутреннее отражение» (Р).

По этому принципу восьми положениям аннотации соответствуют десять положений резюме.

Резюме и аннотация реализуют одновременно дидактические функции *содержательного*, *мотивационного* и *контрольно-диагностического* блоков.

Дополнительный материал (выделен буквой «S») включает в себе законы в математической форме, более сложные примеры и задачи, а также материал (например,

таблица, схемы и т. п.), необходимый для организации работы учащихся, в том числе с формулами и графиками.

О *математическом аппарате*. Если зарубежные авторы назвали свой учебник физики *algebra-based* [13], т. е. изложение в нем основывается на аппарате алгебры (и тригонометрии), см. пример далее в настоящей статье, то в кембриджском учебнике использование математического аппарата минимально, элементов высшей математики нет. Это отражает тенденцию к обучению по типу «visual-based learning» [18], т. е. к наглядному обучению, при этом наглядность создается во многом не классными опытами, демонстрацией коллекций приборов и моделей, а с помощью фотографий, стилизованных условных рисунков, схем (см. рис. 2), графиков и диаграмм, но при этом сюжет фотографии, например прыжок с шестом, не формализуется и не обобщается в виде рисунка-схемы.

Содержательный блок тесно связан с процессуально-деятельностным.

Процессуально-деятельностный блок учебника реализуется с помощью рубрик: *activity* (деятельность), *worked example* (практический пример) и *commentaries* к ним, *questions* (вопросы), а также с помощью дидактического блока *рабочей тетради* и *тетради для лабораторных работ*.

Раздел «Activity», размещенный на выделенной плашке (см. рис. 2), предваряется мотивирующей рубрикой *skills*, умения, т. е. то, чему ты научишься. Он содержит несложное практическое задание, разбитое на пункты, которые должен выполнить ученик; по сути задание представлено в виде *инструкции*, однако ее последним пунктом предлагается вопрос, расширяющий рамки расписанного по шагам исследования. Поясним на примере, *насколько* развивается самостоятельность в проведении таких исследований. В работе ученик получает и детально исследует призматический спектр

белого света, используя при этом белый экран и светофильтры; в последнем вопросе ему предлагается источник заменить на лазер и посмотреть, что получится в опытах. Отметим, что в таких случаях, как использование лазера, работа предваряется правилами техники безопасности.

Практические примеры (как правило, от двух до четырех в главе) содержатся и в основном, и в дополнительном материале главы. Примеры выделены заголовком “worked example”, набраны в поле цветной плашки и помещены там, где *востребованы ситуационно*. Построение решения носит пошаговый характер, решения даются по действиям, общая формула не выводится. Сложный пример, как в случае формулы кинетической энергии, сопровождается выделенным отдельной рубрикой *комментарием*, как рассчитывать $\frac{1}{2}mv^2$. *Пошагово* представлены действия и на схематических рисунках (см. рис. 3), что позволяет упростить процесс восприятия материала учебника (так содержательный блок взаимосвязан с процессуальным). В учебнике закладывается возможность понимания учебного материала *всем и каждому*.

Study tip (Совет при изучении), английское слово “tip” сочетается в себе лексически и краткость (“tip” – острое, кончик), и ценность (“tip” – подарок, that’s the tip – лучше этого ничего не придумаешь). Рубрика включает в себе краткие, ценные, бьющие в яблочко замечания, советы ученику, иногда очень простые. Например: «Помни, что то, вещество, которое, трудно намагничивается, также трудно размагничивается» или «Ток разделяется, протекая по параллельным проводникам, но его общее значение должно оставаться тем же, – электроны не могут просто так исчезнуть».

Ключевое определение – рубрика, подчеркивающая, что необходимо выучить, например единицу величины в СИ, определяющую формулу и т. п.

В анкете [14] отмечено, что для освоения материала главы в части решения задач их нужно решить около двух десятков; соотношение *занятий в классе*, включающих и лекции, и семинары, и занятий в лаборатории должно быть как 4 к 3. В главе 2 «Описание движения» кембриджского учебника предлагается несколько простейших измерений: например, измерение скорости в лаборатории и вне классной комнаты (на стадионе), две работы представлены в сборнике лабораторных работ. Однако в учебнике отсутствуют прямые ссылки на задания *рабочей тетради* и *сборника лабораторных работ*. *Деятельность* учителя, рекомендации по осуществлению кото-

рой представлены в *методическом пособии*, связывает учебник и рабочие тетради, в том числе по отбору заданий для учащихся.

Мы проанализировали процессуально-деятельностный блок учебника, отражающий формирование практических и экспериментальных умений учащихся. Учебник является ведущим учебным пособием УМК, но не заменяет его полностью. Наше исследование было бы неполным, если не проанализировать тетрадь *для лабораторных работ* [15]. Некоторые положения из вводной части пособия представляются нам существенными, и мы посчитали необходимым познакомить читателя с его фрагментами в Приложении. Таким образом, процессуально-деятельностный блок *учебника* дополняется в рабочих тетрадях УМК. Так, тетрадь *для лабораторных работ* содержит:

– Правила техники безопасности.

– Таблицу экспериментальных умений (с указанием глав учебника, в которых эти умения формируются): безопасного обращения с инструментами, установками, материалами; планирования экспериментов и исследований; проведения и записи результатов наблюдений и измерений; интерпретации и оценки данных наблюдений и измерений; оценки и улучшения экспериментальных методов; представления данных таблично и графически, включая их анализ; проведения математических вычислений и планирования безопасности исследования.

– Правила измерений и обработки экспериментальных данных (см. Приложение).

– Список лабораторных работ по главам.

Функции *процессуально-деятельностного* блока тесно переплетаются с *контрольно-диагностическим*. Так, с помощью задания под рубрикой «вопрос» осуществляются и проверка знаний, и активизация определенной деятельности (см. таблицу 2). Можно, конечно, говорить о формировании у ученика умения применять информацию к новой конкретной ситуации, однако, по сути, идет проверка умения *воспроизводить* информацию, непосредственно данную в тексте. Пример таблицы 2 – это пример задачи, входящей одновременно и в процессуально-деятельностный блок учебника, и в контрольный. При этом необходимо различать текущий контроль (разобранный пример) и итоговый контроль, в последнем случае важны задания, аналогичные экзаменационным, которые содержатся и в конце раздела «Вопросы» в конце главы. Рекомендации учителю по организации работы учащихся в классе и дома содержатся в методической тетради учителя к кембриджскому учебнику.

Проверка понимания текстовой информации в главе 8 «Работа и мощность»

Фрагмент подпараграфа «Быстрая работа»	Вопрос после подпараграфа
<p>Мощность говорит вам о скорости, с которой сила совершает работу, другими словами, о скорости передачи энергии. Когда вы поднимаете предмет вверх, вы сообщаете ему энергию (его потенциальная энергия увеличивается). Вот два пути повышения вашей мощности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – поднять более тяжелый предмет за то же время; – поднять это тело быстрее 	<p>Ваш сосед поднимает кирпичи и укладывает их медленно по одному на верх стены. Обоснуйте два способа, путем которых он смог бы увеличить свою мощность (скорость, с которой он передает энергию кирпичам)</p>

Контрольно-диагностический блок учебника реализуется с помощью заданий-вопросов в тексте параграфа и вопросов в конце главы, к которым в конце учебника приведены ответы, к части из них – краткие решения. Таким образом, речь идет о возможности самоконтроля, что присутствует в большинстве отечественных учебников. Глава 19 «Электрические цепи» содержит 20 простых задач и вопросов в самой главе, например: каково общее сопротивление трех параллельно соединенных резисторов по 60 Ом каждый или какая опасность может возникнуть, если ток, протекающий по проводнику, очень большой? А также 14 задач и заданий в конце главы, многие из которых заключаются в том, чтобы перерисовать схему, указать на ней изображенные элементы, дополнить схему элементами, указать направления тока и движения электронов в цепи. Многие из заданий направлены на воспроизведение материала главы.

Сравнение дидактического аппарата сингапурского [9] и кембриджского учебников показывает, что в английском учебнике аппарат не так детально разработан. Если мы обратимся к отечественным учебникам и пособиям по физике, изданным или обновленным в последнее десятилетие, то увидим ту же тенденцию реализации *дидактического аппарата учебника в явном виде* за счет увеличения числа рубрик, полиграфических решений (выделения цветом, рамками, фоном). Отвечая на вопрос о характеристиках хорошего учебника физики средней школы [14], следовало бы к ним отнести *разработанный дидактический аппарат*.

Важная характеристика хорошего современного учебника физики – это разработанный дидактический аппарат учебника, выраженный вербальным и невербальным средствами.

В известной мере реализация дидактического аппарата подчиняется тем целям, которые явно или неявно были поставлены авторами учебника при его создании. Авторы кембриджского учебника поставили две такие задачи: (1) узнать больше о мире вокруг нас и применить эти знания; (2) узнать, как мыслит физик, как он применяет фундаментальные идеи, как критически

подходит к экспериментальным данным и т. п. На наш взгляд, кембриджский учебник и его дидактический аппарат в большей степени реализуют первую идею.

Авторы упомянутого выше *algebra-based* [13] учебника физики сконцентрировались на *двух проблемах*, а значит, поставили себе цель решить их: (1) синергетическая связь между решением задач и пониманием теории, (2) роль, которую играет математика при изучении физики. Соответственно были сформулированы три дидактические задачи, которые определили характерные черты изложения материала, отмечены ниже (*), и рубрикацию:

1. Conceptual Understanding (Понимание теории и идей):

- Концептуальные примеры.
- Теории и расчеты (*разделы мини-повторения*).
- Сосредоточьтесь на теории (*материал для домашней проработки*).
- Проверьте свое понимание (*вопросы*).
- Теоретические симуляции, модели (*онлайн*).

2. Reasoning (Умение аргументированно рассуждать):

- Математические умения:
- *Явно обоснованные шаги решения во всех примерах.
- Стратегия рассуждений для решения определенных классов задач.
- Анализ комплексных задач.
- Видеопомощь (*онлайн*):
- *Домашние задания с пошаговыми *онлайн-руководствами* (*онлайн*).
- Интерактивное обучающее программное обеспечение (*онлайн*).
- Интерактивные решения (*онлайн*).

3. Relevance (Актуальность). Знания о приложениях современной физики, например в биомедицине, современных технологиях, быту.

В учебнике [13] можно выделить *те же блоки дидактического аппарата*, но маркеры этих блоков, ключевые фразы, структура пространства учебника изменились. Например, для раскрытия опции «математические умения» сделаны 58 текстовых «боковых врезок», распложенных по всему тексту там, где нужно напомнить или дополнить математический аппарат учащихся.

Пример такой врезки показан на рисунке 4. Решению определенного типа задач предшествует рубрика *Reasoning Strategy*

(стратегия рассуждений). Соответствующий пример приведен ниже.

Example 14 Towing a Supertanker

A supertanker of mass $m = 1.50 \times 10^8$ kg is being towed by two tugboats, as in Figure 4.30a. The tensions in the towing cables apply the forces \vec{T}_1 and \vec{T}_2 at equal angles of 30.0° with respect to the tanker's axis. In addition, the tanker's engines produce a forward drive force \vec{D} , whose magnitude is $D = 75.0 \times 10^3$ N. Moreover, the water applies an opposing force \vec{R} , whose magnitude is $R = 40.0 \times 10^3$ N. The tanker moves forward with an acceleration that points along the tanker's axis and has a magnitude of 2.00×10^{-3} m/s². Find the magnitudes of the tensions \vec{T}_1 and \vec{T}_2 .

Reasoning The unknown forces \vec{T}_1 and \vec{T}_2 contribute to the net force that accelerates the tanker. To determine \vec{T}_1 and \vec{T}_2 , therefore, we analyze the net force, which we will do using components. The various force components can be found by referring to the free-body diagram for the tanker in Figure 4.30b, where the ship's axis is chosen as the x axis. We will then use Newton's second law in its component form, $\Sigma F_x = ma_x$ and $\Sigma F_y = ma_y$, to obtain the magnitudes of \vec{T}_1 and \vec{T}_2 .

Solution The individual force components are summarized as follows:

Force	x Component	y Component
\vec{T}_1	$+T_1 \cos 30.0^\circ$	$+T_1 \sin 30.0^\circ$
\vec{T}_2	$+T_2 \cos 30.0^\circ$	$-T_2 \sin 30.0^\circ$
\vec{D}	$+D$	0
\vec{R}	$-R$	0

Since the acceleration points along the x axis, there is no y component of the acceleration ($a_y = 0$ m/s²). Consequently, the sum of the y components of the forces must be zero:

$$\Sigma F_y = +T_1 \sin 30.0^\circ - T_2 \sin 30.0^\circ = 0$$

This result shows that the magnitudes of the tensions in the cables are equal, $T_1 = T_2$. Since the ship accelerates

MATH SKILLS The sine and cosine functions are defined in Equations 1.1 and 1.2 as $\sin \theta = \frac{h_o}{h}$ and $\cos \theta = \frac{h_a}{h}$, where h_o is the length of the side of a right triangle that is opposite the angle θ , h_a is the length of the side adjacent to the angle θ , and h is the length of the hypotenuse (see Figure 4.31a). When using the sine and cosine functions to determine the scalar components of a vector, we begin by identifying the angle θ . Figure 4.31b indicates that $\theta = 30.0^\circ$ for the vector \vec{T}_1 . The components of \vec{T}_1 are T_{1x} and T_{1y} . Comparing the shaded triangles in Figure 4.31, we can see that $h_o = T_{1y}$, $h_a = T_{1x}$, and $h = T_1$. Therefore, we have

$$\cos 30.0^\circ = \frac{h_a}{h} = \frac{T_{1x}}{T_1} \quad \text{or} \quad T_{1x} = T_1 \cos 30.0^\circ$$

$$\sin 30.0^\circ = \frac{h_o}{h} = \frac{T_{1y}}{T_1} \quad \text{or} \quad T_{1y} = T_1 \sin 30.0^\circ$$

Figure 4.31 Math Skills drawing.

Рис. 4. Пример «боковой врезки», поясняющей математические приемы, используемые при решении задачи [13, с. 112]

«Стратегия рассуждений. Применение закона сохранения механической энергии».

1. Определите внешние консервативные и неконсервативные силы, действующие на объект. Чтобы этот закон можно было применить, полная работа, совершаемая неконсервативными силами, должна быть равна нулю, $W_{nc} = 0$ Дж. Например, неконсервативная сила, перпендикулярная перемещению объекта, работу не совершает.

2. Выберите уровень, на котором потенциальная энергия тяготения считается равной нулю, его расположение произволь-

но, но его нельзя менять в процессе решения задачи.

3. Установите конечную полную механическую энергию объекта равной начальной полной механической энергии, как в уравнениях 6.9a и 6.9b. Полная механическая энергия представляет собой сумму кинетической и потенциальной энергий.

На рисунке 5 показан пример решения задачи про «американские горки», который следует приведенной выше стратегии, но с учетом наличия силы трения.

Example 11 The Kingda Ka Revisited

In Example 10, we ignored nonconservative forces, such as friction. In reality, however, such forces are present when the roller coaster descends. The actual speed of the riders at the bottom is 45.0 m/s, which is less than that determined in Example 10. Assuming again that the coaster has a speed of 6.0 m/s at the top, find the work done by nonconservative forces on a 55.0-kg rider during the descent from a height h_0 to a height h_f , where $h_0 - h_f = 127$ m.

Reasoning Since the speed at the top, the final speed, and the vertical drop are given, we can determine the initial and final total mechanical energies of the rider. The work–energy theorem, $W_{nc} = E_f - E_0$, can then be used to determine the work W_{nc} done by the nonconservative forces.

Solution The work–energy theorem is

$$W_{nc} = \underbrace{\left(\frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f\right)}_{E_f} - \underbrace{\left(\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh_0\right)}_{E_0} \quad (6.8)$$

Rearranging the terms on the right side of this equation gives

$$W_{nc} = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_0^2) - mg(h_0 - h_f)$$

$$W_{nc} = \frac{1}{2}(55.0 \text{ kg})[(45.0 \text{ m/s})^2 - (6.0 \text{ m/s})^2] - (55.0 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)(127 \text{ m}) = \boxed{-1.4 \times 10^4 \text{ J}}$$

Problem-Solving Insight. As illustrated here and in Example 3, a nonconservative force such as friction can do negative or positive work. It does negative work when it has a component opposite to the displacement and slows down the object. It does positive work when it has a component in the direction of the displacement and speeds up the object.

Рис. 5. Пример решения задачи [13, с. 172–173]

На «боковой врезке» – комментарий, поясняющий решение задач, в которых

действует неконсервативная сила трения. Структура задачи включает в себя условие,

обоснование решения, само решение с расчетом и конечный ответ в рамке.

Представление в явном виде дидактического аппарата учебника, конкретная реализация принципа наглядности, архитектура пространства учебника зависят также от тех целей обучения, которые ставят авторы задач, которые они решают в соответствии с той аудиторией, на которую рассчитан учебник. По понятным причинам мы не касались языка, *стиля изложения* и т. п. учебников.

Кембриджский учебник. Анализ содержания. Научность. 100 лет назад, в 1914 г., Д. Д. Галанин, характеризуя учебник физики Э. Х. Ленца, отметил сочетание в нем изящного литературного языка и *научной строгости мысли* при достаточном минимуме сведений из физики [4, с. 11]. В те же годы М. Смолуховский указывал в своем руководстве по самообразованию, что на II ступени обучения физике нельзя полноценно ввести такие понятия, как ускорение, работа сила, без использования элементов высшей математики [2]. Один из аспектов научной строгости мысли в учебниках физики – использование математического аппарата, *необходимого* для изучения физики на данном уровне и в то же время *доступного* учащимся. По мнению американских учителей [14], важна не только роль математики в учебнике физики, но и заложенные в нем возможности успешного изучения физики на более высоком уровне. Представляется, что изучение физики в старших классах на основе четырех действий арифметики лишь с элементами алгебры, а также схем и графиков не дает возможности *дальнейшего продолжения* обучения в сфере естественно-научного и инженерного профилей. Таким образом, хороший, в смысле развитого дидактического аппарата, “*visual-based learning*” кембриджский учебник уступает “*algebra-based*” учебнику физики [13], в котором дидактический аппарат современного учебника также представлен развернуто. В истории учебников физики начиная с конца XVIII века можно увидеть примеры того, как математика сводилась к минимуму или практически исключалась из основного текста, но вопрос о *научности* учебника физики, не использующего математику, остается открытым.

На примере главы 11 «Передача термической (тепловой) энергии» раздела «Теплофизика» отметим характерные черты изложения материала. *Во-первых*, отбор содержания полностью отвечает цели «узнать больше о мире вокруг нас». Так, во *введении* рассказано о терморегуляции у млекопитающих, в примерах речь идет о *теплопроводности* чайных ложек; о *конвективных потоках* в комнате, в холодильнике, в океане;

об инфракрасном излучении человека; о теплоизоляции дома и устройстве термоса. Но это *окружающий мир* Великобритании, поэтому вопрос о причине не промерзания водоемов не рассматривается. *Во-вторых*, широко используются *таблицы* и *схемы, фотографии, а также* стилизованные и схематичные рисунки классных опытов, которые, однако, *не дают верного представления* о технике и условиях проведения эксперимента. Речь идет о нагревании стержней из разных металлов для демонстрации их разной теплопроводности и о кипении воды в пробирке, на дне которой сохраняется лед, для демонстрации плохой теплопроводности воды. *В-третьих*, воспроизведение материала параграфа при ответе на вопросы и выполнении заданий. Так, лабораторная работа (*activity*) «Эксперименты по конвекции. Конвекция в жидкости» аналогична опыту, описанному в тексте параграфа. Учащиеся ставят не *новый для себя* опыт и проводят новое исследование, а осуществляют в лабораторной работе *точно то же*, что уже *детально* рассмотрено в учебнике. С точки зрения методики в таком подходе есть как плюсы, так и минусы. *В-четвертых*, сильное упрощение теории физических процессов либо не вполне корректное представление теории. Так, в учебнике под *внутренней энергией* понимается энергия нагретого тела, а под *термической* или *тепловой*, как указано в учебнике, – энергия, теряемая нагретым телом; механизм теплопроводности изучается как дополнительный материал, при объяснении теплопроводности диэлектрика на примере стекла используется понятие *атом стекла*.

Важна в смысле научности и трактовка фундаментальных понятий в учебнике. Очевидно, что понятие внутренней энергии в параграфах кембриджского учебника дается некорректно, в то же время в *гlossарии* внутренняя энергия тела определяется как суммарная энергия кинетических и потенциальных энергий составляющих его частиц, что кратко, но вполне корректно. При этом термическая (тепловая) энергия определяется специфически как в тексте учебника, так и в гlossарии. Видим противоречивую трактовку такого фундаментального понятия, как *масса*, которое в тексте учебника рассматривается с *бытовой* точки зрения: как количество вещества в предмете, а в гlossарии – как свойство тела, определяющее гравитационное взаимодействие и *инертность*, последнее в Ньютонском понимании – как свойство, заставляющее тело сопротивляться изменению движения.

Верная трактовка фундаментальных понятий – это компонент и содержательного блока, и дидакти-

тического аппарата учебника.

Нужно добавить, что кембриджский учебник шире, чем отечественные, вводит учащихся в современный мир цифровых приборов, больше использует яркие и познавательные фотографии из мира науки и техники.

Можно заключить, что методически хорошо выстроенный кембриджский учебник дает довольно полную феноменологическую картину физических явлений окружающего мира и техники, но не имеет достаточной научной глубины, а большинство заданий, которые по форме соответствуют активному обучению, носят репродуктивный характер. В связи с этим можно поставить вопросы:

– Достаточен ли «задел» в кембриджском учебнике для более глубокого дальнейшего изучения физики?

– На достаточном ли уровне этот учебник формирует самостоятельность учащегося в проведении простейших исследований?

– Не возникает ли у учащихся упрощенного представления о науке и научных исследованиях, работе ученых?

Кембриджский учебник пробуждает интерес к физике окружающего мира, в ряде случаев организует совместную практическую работу учащихся. На наш взгляд, отечественные учебники, рассчитанные на аналогичную аудиторию учащихся, возможно, менее полно охватывают вопросы

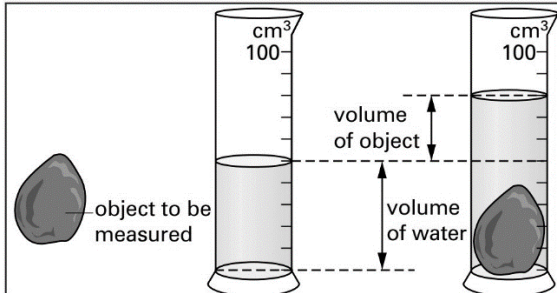
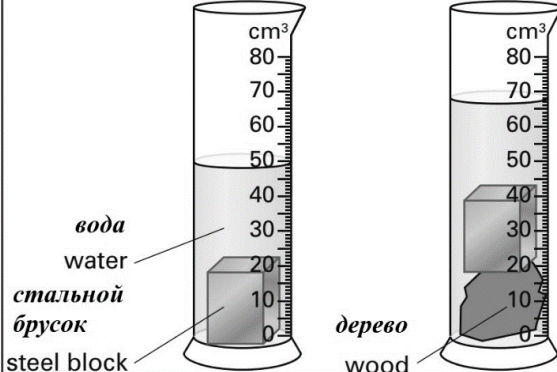
«физики вокруг нас», но научно более корректны и глубоки.

При анализе зарубежного учебника, выявлении его особенностей, достоинств и недостатков возникает вопрос о работе с ним отечественных учащихся. Несколько десятиклассников, обучавшихся на базовом уровне (2 часа физики в неделю), свободно владеющих английским языком, в течение ряда занятий после уроков работали с несколькими главами учебника, краткий обзор результатов представлен ниже.

Изучение физики по кембриджскому учебнику. Анализ ошибок. Кратко основные выводы по работе учащихся с кембриджским учебником можно сформулировать следующим образом: учащимся работа с учебником была интересна (учебник виделся им интересным), задания они выполняли примерно на том же уровне, как и на обычных уроках, допуская ошибки и промахи, характерные для аналогичных отечественных заданий (см. табл. 3, 4). Приведенное в таблице 3 задание достаточно понятно, оно полностью базируется на материале параграфа и направлено на «отработку» материала. Истоки допущенной ошибки, по нашему мнению, лежат в неразвитости практических умений учащихся, но не только: в данном случае можно говорить о сложности для учащихся реконструкции пространственной картины по плоскому изображению.

Таблица 3

Пример задания и его выполнения. Глава 1. «Проведение измерений» [17]

«Измерение объема по методу вытеснения»/Фрагмент/	Вопрос после параграфа 1.1. «Измерение длины и объема»
<p>– Выберите измерительный цилиндр так, чтобы его объем был в три-четыре раза больше предмета. Наполните цилиндр водой, но не полностью (см. рис. 1.4), так, чтобы вода могла покрыть предмет.</p> <p>– Поместите этот предмет в воду. Уровень воды в цилиндре поднимется. Это увеличение объема равно объему предмета.</p>	<p>Объем куска дерева (которое плавает в воде) может быть измерен так, как показано. Кратко опишите процедуру измерения, определите объем дерева.</p>
	
<p>Figure 1.4 Measuring volume by displacement.</p> <p>Рис. 1.4. Измерение объема вытеснением</p>	<p><i>Ошибка! В ходе описания процедуры, хотя это и не требовалось, был определен объем стального бруска как 20 см³</i></p>

Ошибочность части ответов учащихся на «вопросы после главы» (см. табл. 4) также имеет несколько причин. Причинами ошибок являются и недостаточно сформированные умения работы с графиками, и возможная неоднозначность правильных ответов: так, в точке 5 скорость вагончика обращается в ноль, можно ли сказать, что в

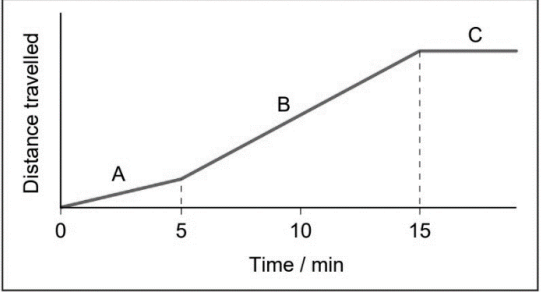
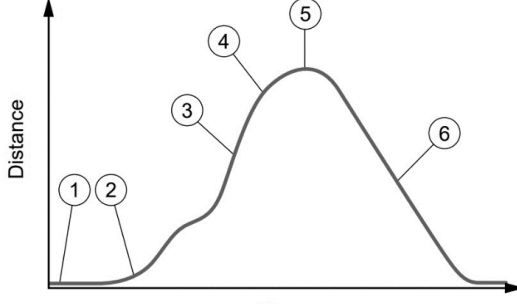
раванные умения работы с графиками, и возможная неоднозначность правильных ответов: так, в точке 5 скорость вагончика обращается в ноль, можно ли сказать, что в

это мгновение тело покоится? Различие в крутизне линий **3** и **6** не столь заметно. Но, сравнивая задание, уровень которого показан как обычный, и материал в учебнике, который дан как углубленный, видим, что

разбираемый в учебнике пример проще, чем задание, предложенное после изучения главы, задания такого типа – это задания уровня ЕГЭ по физике в России.

Таблица 4

Пример задания и его выполнения. Глава 2. «Описание движения» [17]

2.2. Графики «расстояние – время» /фрагмент, углубленный уровень/	Задание 8 из «Вопросов после главы» /обычный уровень/
<p>А. График плавно отклоняется вверх, показывая, что автобус ехал с низкой скоростью. В. График становится круче. Расстояние автобуса от точки начала движения увеличивается быстрее. Он движется быстрее. С. График плоский (горизонтальный). Расстояние автобуса от точки начала движения не меняется. Он покоится.</p> <p>Наклон графика «расстояние – время» показывает нам, как быстро двигался автобус. Чем круче график, тем быстрее он двигался (тем выше его скорость).</p>	<p>8. График показывает расстояние, пройденное вагончиком на американских горках, за различные времена за время путешествия. Он движется вдоль дорожки, а затем возвращается в исходное положение. Изучите график и решите, какая точка лучше всего соответствует следующим описаниям: a. Вагончик покоится; b. Вагончик движется наиболее быстрым образом; c. Вагончик ускоряется; d. Вагончик замедляется; e. Вагончик начинает обратный путь.</p> <p>В каждом случае обоснуйте, почему вы выбрали эту точку.</p>
	
<p>Ответы ученика: 1 и 2. Вагончик начинает свой обратный путь (e); 4. Вагончик замедляется (d); 5. Вагончик замедляется и покоится; 6. Вагончик движется наибольшим образом и ускоряется.</p>	

Несоразмерность уровня сложности заявленному – это один из встречающихся недостатков учебника физики.

Приведем пример еще одной ученической ошибки, которая, с одной стороны, является характерной, а с другой – в какой-то мере была выявлена благодаря кембриджскому учебнику. Учащиеся стали работать с главой 3 «Силы и движение», когда этот материал был в рамках расширенного повторения пройден на уроках в 10 классе. Более того, II закон Ньютона был рассмотрен уже в терминах импульса силы и изме-

нения импульса тела. Необходимо было выполнить задание по картинке (см. рис. 6), дополнив его ответом на вопрос, какие силы действуют. Учащийся дал верные ответы на два вопроса, но он не понял первую картинку. Ответ учащегося о теле **a** звучит так: «Мяч для гольфа будет двигаться прямо. Сообщенная сила вызовет ускорение мяча для гольфа. (Соппротивление воздуха, ускорение силы тяжести, сила тяжести)». В скобках было указано, что ученик принял во внимание, давая ответ.

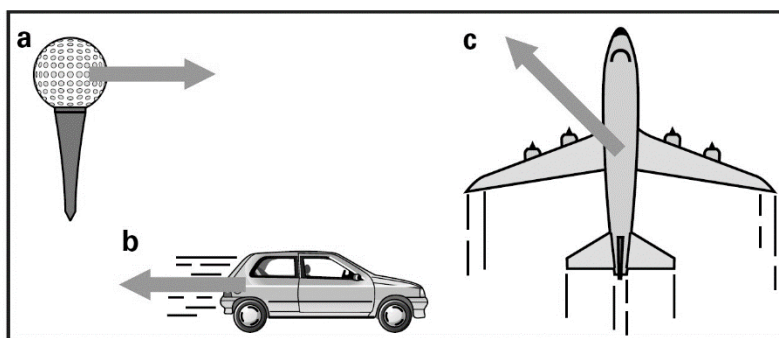


Рис. 6. Пример задания из кембриджского учебника [17, с. 36]
(На рисунке показано движение трех объектов. На каждый из них действует сила. Для каждого объекта укажите, как будет меняться его движение)

Авторы учебника хотели получить в виде ответа, что нечто, изображенное на рисунке, ускоряется вправо. Но так как действующая сила не подписана, то картинка **a** (см. рис. 6) неопределенна. Отрицательную роль сыграла и условность изображения. А ответ ученика, мыслящего образами рисунков отечественного учебника, подразумевал, что это мяч брошен горизонтально и далее движется в воздухе. В связи с этим был задан дополнительный вопрос, как будет двигаться теннисный мяч после удара ракеткой, на который был получен классический неправильный ответ: «**1.** Мячу сообщается импульс. **2.** Он движется прямо определенное время (он не падает, потому что импульс был больше силы тяжести). **3.** Он начинает падать, потому что величина импульса приближается к нулю, и сила тяжести становится больше. **4.** В конце концов он касается поверхности /земли/».

Непонимание ученика очевидно, но в главе 3 «Силы и движение» среди множества примеров движение тела, брошенного горизонтально в поля силы тяжести, не рассматривается. Интересный зарубежный учебник не снял ошибочного понимания картины действия сил при ударе ракеткой по мячу (ключкой по шайбе и т. п.), потому что ни отечественный учебник, ни зарубежный не подчеркивают, что ракетка перестает действовать на мяч тогда, когда мяч от нее отделяется.

Проведенное экспресс-исследование работы российских учащихся с учебником показало, что если нет языкового барьера, то **кембриджский учебник учащимся интересен, объяснения понятны, но интерес в работе не исключает автоматически ошибок в понимании физики.**

Закключение. Подводя итог анализа состояния современного учебника физики для школы, подчеркнем, что **современный учебник характеризуется развитым дидактическим аппаратом, представленным в явном виде и направленным на организацию на занятиях в школе и дома активной работы учащихся с учебником, учебными пособиями УМК, включая онлайн-ресурсы. Реализация дидактического аппарата в учебнике, его учебного пространства определяется также целями и вытекающими из них задачами, которые ставят авторы в соответствии с тем уровнем изучения физики и той аудиторией, которой адресуется учебник. Современный учебник делает работу учителя многовекторной.**

Учебник будет интересен учащимся, если он раскрывает им физику окружающего мира, но при этом должна быть выдержана **научность учебника, особенно при опреде-**

лении фундаментальных физических понятий. Уровень **необходимой и достаточной** научности, включая использование математического аппарата, должен формировать **потенциальные возможности** более глубокого изучения физики. По А. В. Перышкину, учебник – это первая научная книга, которую ученик берет в руки. Это нужно понимать так, что работа со школьным учебником, а потом и вузовским должна подготавливать учащегося (студента) к работе с научными трудами. Сегодня **массовый** западный учебник для школы по его оформлению и организации учебного пространства заметно отличается от научной монографии, учебника для высшей школы, он в большей мере обращен к **пользователю** современной техникой, чем к будущему **специалисту**, ее создающему. Реализация этих обоих качеств в учебнике – одна из проблем современного учебника.

История учебников физики и механики в России насчитывает уже три века [1; 2], становление и развитие российского учебника физики на определенных этапах было тесно связано с зарубежным учебником. Поэтому обновление современного отечественного учебника физики должно, на наш взгляд, учитывать опыт, достижения и выявленные проблемы зарубежного учебника, в этом смысле обзор и анализ кембриджского учебника, представленный в настоящей публикации, может быть полезен.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Тетрадь для лабораторных работ. Раздел «Быстрые умения» [15, с. IX–XIV].

Приборы. Вы должны будете уметь различать разные научные приборы, применять и рисовать их. Заполните приведенную ниже таблицу, добавив условные обозначения и применения для каждого прибора.

Прибор	Условное обозначение	Назначение
Таймер		
...

Измерения

<...>

Схемы электрических цепей

Важно, чтобы вы могли нарисовать элементы электрической цепи, которую вы используете. Предполагается, что вы будете использовать международно признанные символы элементов в вашей схеме. Заполните таблицу ниже, нарисовав символы элементов цепи, и укажите назначение каждого элемента. Ваши электрические схемы должны удовлетворять следующим пожеланиям:

- используйте остро отточенный карандаш;
- при построении прямых пользуйтесь

линейкой; рисуйте элементы схемы ясно, стирайте неправильно нарисованные и перерисовывайте их.

Элемент	Условное обозначение	Назначение в цепи
Гальванический элемент		
...

Запись результатов экспериментов

Когда вы проводите исследование, ваше умение правильно записывать экспериментальные данные очень важно. Иногда вам будет для этого предложена таблица; тем не менее вы должны быть в состоянии составить свою собственную таблицу с правильными заголовками и единицами. Первая задача – определить, какие переменные являются независимыми, а какие зависимыми в той работе, которую вы проводите. Независимая переменная – это та, которую вы изменяете, чтобы увидеть, влияет ли она на зависимую переменную. Зависимая переменная – это та, значения которой вы будете измерять и записывать в таблицу. Переменные и их единицы должны быть в двух верхних полях таблицы результатов. Независимая переменная помещается в левый столбец, а зависимая(ые) переменная – в правый столбец(ы). Разделите название переменной и ее единицы косой чертой (/), например Время / секунды. Помните, что заголовки столбцов должны быть физическими величинами, такими как время, мас-

са или температура. Затем подсчитайте, сколько разных экспериментальных значений независимой переменной у вас есть. Это и есть количество строк для экспериментальных данных, которые вам нужно добавить ниже заголовков столбцов. Наконец, добавьте значения для независимой переменной в левый столбец.

Независимая переменная / единицы	Зависимая переменная / единицы
...	...

Ваша таблица теперь готова для вас, чтобы добавить результаты вашего исследования в правую колонку(ы).

Построение графиков

При построении графиков полезно каждый раз следовать установленной процедуре, чтобы гарантировать, что, когда вы ее выполните, график будет завершен.

Оси: вы должны подписать оси выбранными вами независимыми и зависимыми переменными. Независимая переменная используется для обозначения горизонтальной оси, а зависимая переменная используется для обозначения вертикальной оси. Не забудьте добавить единицы для каждой из переменных. Простой способ убедиться, что вы сделали это правильно – скопировать заголовки столбцов из таблицы данных, которую вы используете для построения графика (см. примеры графиков на рис. 1).

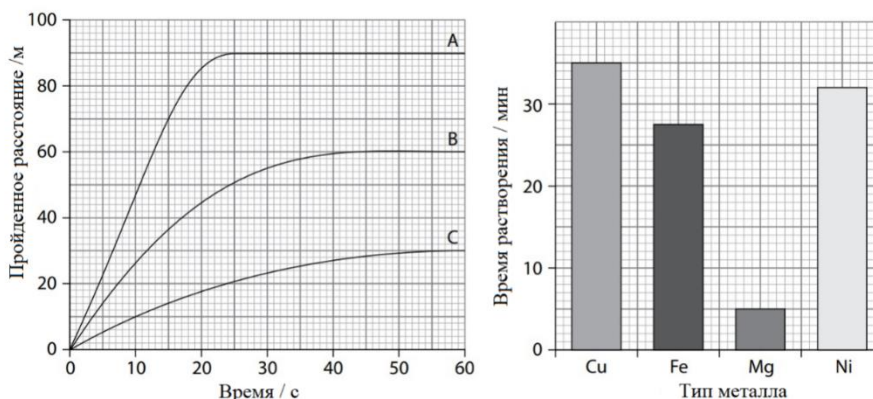


Рис. 1. Обозначения осей графиков и диаграмм

Второй этап построения графика – добавить **масштаб**. Вы должны выбрать масштаб, который позволяет использовать более половины сетки графика в обоих направлениях. Выберите разумное соотно-

шение, чтобы вы могли легко строить свои точки, например каждый 1 см на сетке графика представляет 1, 2, 5, 10, 50 или 100 единиц переменной (см. рис. 2).

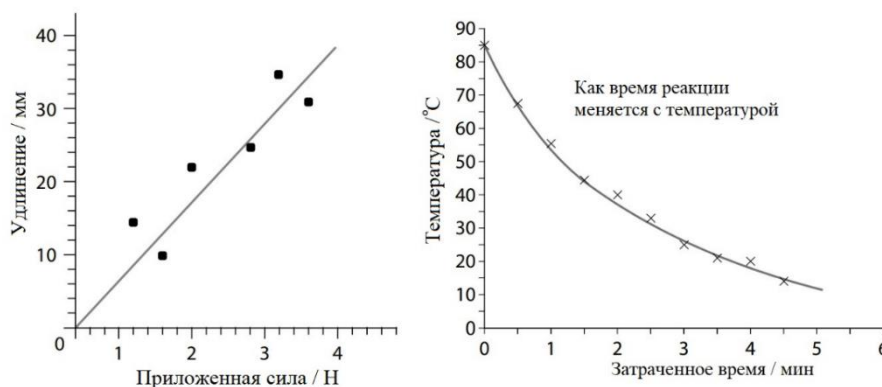


Рис. 2. Выбор масштаба осей графиков, обозначение экспериментальных точек, интерполяция данных (проведение линии наилучшего согласия с экспериментальными данными)

Если вы решите использовать другие числа для своей шкалы, вам будет гораздо сложнее построить график. Ваше умение в этом улучшается по мере того, как вы строите больше графиков. Если вы наносите график с помощью легких карандашных линий, то вы можете легко вносить коррективы, пока не станете искусным в этом деле.

Теперь вы готовы нанести экспериментальные **точки** на сетку графика. Чтобы их нанести, вы можете использовать аккуратные крестики (×) или точку, замкнутую внутри круга (●), но не торопитесь, чтобы убедиться, что вы наносите их точно. Не забывайте использовать острый карандаш, так как большие точки не дают увидеть реальные значения, которые нанесены, и могут затруднить оценку точности экспериментальных точек.

Наконец, последний этап – **построение линии**, которая наилучшим образом соответствует экспериментальным точкам. Это должна быть одна тонкая прямая линия или плавная кривая. Нет необходимости, чтобы она проходила через все точки, но она должна иметь примерно одинаковое количество точек по обе стороны от линии. Не забывайте исключать любые аномальные значения, промахи, когда вы строите линию наилучшего соответствия. Вот несколько хороших примеров линий наилучшего соответствия (см. рис. 2).

Переменные

Независимые и зависимые переменные уже нами рассмотрены, но есть третий тип переменных, с которым вам нужно ознакомиться, – **контролируемые переменные**. Это те переменные, которые остаются неизменными в ходе исследования, чтобы убедиться, что они не влияют на результа-

ты. Если эти переменные не сохраняются одними и теми же, вы не можете быть уверены в том, как изменение вашей независимой переменной влияет на результаты. Чем больше переменных вы можете контролировать, тем более надежным будет ваше исследование.

<...>

Достоверность, точность и прецизионность

Если вы можете повторить исследование несколько раз и каждый раз получать один и тот же результат, ваше исследование считается надежным. Вы можете повысить надежность своего исследования: ● хорошо контролируя другие переменные, чтобы они не влияли на результаты; ● повторяя эксперимент до тех пор, пока аномальные результаты, промахи не будут возникать.

Точность – это мера того, насколько близко измеренное значение к истинному значению. Точность любых результатов зависит от используемого измерительного прибора и навыков человека, проводящего измерения. Вы можете повысить точность своих результатов: ● улучшив постановку, план исследования для уменьшения ошибок; ● используя более точные приборы; ● повторяя измерение и рассчитывая среднее значение.

Прецизионность зависит от того, насколько тщательно вы проводите измерения. Прецизионные результаты отдельных измерений мало отклоняются от среднего значения. Вы можете повысить прецизионность своего исследования, используя приборы с меньшей ценой деления. Вы можете посмотреть на диаграмме (см. рис. 3), как эти термины соотносятся.

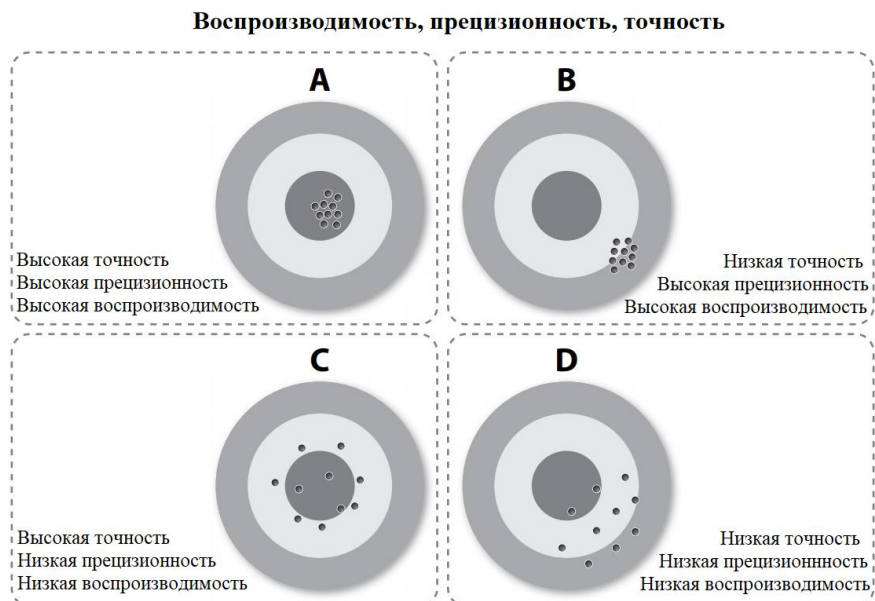


Рис. 3. Диаграмма воспроизводимости, прецизионности и аккуратности

Планирование исследования

Когда вас просят спланировать исследование, вы должны тщательно продумать уровень детализации плана. Ниже приведен пример того, как разработать метод исследования. Следуйте следующим пунктам, чтобы разработать воспроизводимые и точные исследования.

1. Определите независимые переменные и укажите диапазон значений, который вы планируете использовать для них.
2. Определите зависимую переменную и объясните, как вы собираетесь ее измерять. Опишите оборудование и приборы.
3. Чтобы убедиться, что эксперимент, который вы проводите, является надежным,

вам необходимо определить и контролировать ряд переменных, которые могут повлиять на ваши результаты. Перечислите их и объясните, как вы будете поддерживать их постоянство.

4. Представьте метод в виде последовательности пронумерованных шагов, достаточно подробных для того, чтобы кто-то еще мог их выполнить.

5. Не забудьте включить повторные измерения, чтобы повысить надежность.

6. Вы также должны включать любые предупреждения об опасности и безопасности, а также оборудование для обеспечения безопасности, которое следует использовать при исследовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бражников, М. А. Двести восемьдесят лет первому учебнику физики в России (1738–2018) / М. А. Бражников // IV Международная научно-методическая конференция «Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития». Часть I. – М. : МПГУ, 2018. – С. 67–68.
2. Бражников, М. А. Методические идеи М. Смолуховского в контексте методики обучения физике начала XX века / М. А. Бражников, Н. С. Пурьшева // Физическое образование в вузах. – 2018. – № 1. – С. 12–33.
3. Бражников, М. А. Первый отечественный учебник механики / М. А. Бражников // Научно-методические основы формирования функциональной грамотности: теория и практика современной школы: Всероссийская с международным участием научно-практическая конференция : сборник лучших докладов конф. (24–25 ноября 2022 г.). – Коломна : ГСГУ, 2023. – С. 86–93.
4. Галанин, Д. Д. Из истории преподавания физики в России (Академик Ленц 1804–1865) / Д. Д. Галанин // Физика. – 1914. – № 1. – С. 1–13.
5. Грачев, А. В. Физика. 7–9 класс / А. В. Грачев, В. А. Погожев [и др.]. – М. : Вентана-Граф, 2011. – 288 с., 304 с., 336 с.
6. Громов, С. В. Физика. 7–9. / С. В. Громов, Н. А. Родина. – М. : Просвещение, 2004. – 157 с., 158 с., 160 с.
7. Перышкин, А. В. Физика. 7–9 класс / А. В. Перышкин, Е. М. Гутник. – М. : Дрофа, 2000. – 192 с., 192 с., 256 с.
8. Пурьшева, Н. С. Актуальные проблемы школьного физического образования в Российской Федерации / Н. С. Пурьшева, Д. А. Исаев // Педагогическое образование в России. – 2020. – № 6. – С. 8–15. – DOI: 10.26170/ro20-06-01.
9. Пурьшева, Н. С. Тенденции развития естественнонаучного образования в странах Юго-Восточной Азии / Н. С. Пурьшева // Школа будущего. – 2017. – № 3. – С. 325–332.

10. Физика в системе современного образования (ФССО-2019) : сборник научных трудов XV Международной конференции : в 2-х т. / отв. ред. Ю. А. Гороховатский, Л. А. Ларченкова. – Санкт-Петербург : Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2019. – 479 с., 494 с.
11. Юськович, В. Ф. Требования, предъявляемые к учебнику физики в США / В. Ф. Юськович // Физика в школе. – 1946. – № 4. – С. 67–72.
12. Breitnaupt, J. *Key Science: Physics* / J. Breitnaupt. – Cheltenham : Stanley Thornes, 1994. – 384 p.
13. Cutnell, J. D. *Physics* / J. D. Cutnell, K. W. Johnson. – 9th ed. – USA : John Wiley & Sons, Inc., 2012. – XXXI + [1] + 1008 + 40 + [4] p.
14. McGrath, J. W. *Instructor Opinion on Characteristics of a Good General Physics Textbook* / J. W. McGrath // *American J. of Physics*. – 1945. – Vol. 13, No. 5. – P. 309–314.
15. Nightingale, G. *Cambridge IGCSE Practical Workbook* / G. Nightingale. – Cambridge : Cambridge University Press, 2017. – XIV, 193 p.
16. Riquelme, E. A. *Fisica 3 Medio* / E. A. Riquelme, P. Herreo, R. Cardenaset et al. – Santiago de Chile : Ediciones SM Chile S.A, 2011. – 210 p.
17. Sang, D. *Cambridge IGCSE Physics Coursebook* / D. Sang. – 2nd edition. – Cambridge : Cambridge University Press, 2014. – 368 p.
18. *User Generated Education. Schools Need to Include More Visual-Based Learning*. – URL: <https://usergeneratededucation.wordpress.com/2015/07/11/schools-need-to-include-more-visual-based-learning> (mode of access: 10.01.2023).
19. Wang, J. *Competitive Physics*. Vol. 1, 2/ J. Wang, B. Ricardo. – N. Jercy ; London; Singapore : World Scientific, 2019. – 816 p., 946 p.

REFERENCES

1. Brazhnikov, M. A. (2018). Dvesti vosem'desyat let pervomu uchebniku fiziki v Rossii (1738–2018) [Two Hundred and Eighty Years of the First Physics Textbook in Russia (1738–2018)] In *IV Mezhdunarodnaya nauchno-metodicheskaya konferentsiya «Fiziko-matematicheskoe i tekhnologicheskoe obrazovanie: problemy i perspektivy razvitiya»*. Part I. Moscow, MPGU, pp. 67–68.
2. Brazhnikov, M. A., Puryшева, N. S. (2018). Metodicheskie idei M. Smolukhovskogo v kontekste metodiki obucheniya fizike nachala XX veka [Methodological Ideas of M. Smoluchowski in the Context of the Methods of Teaching Physics at the Beginning of the 20th Century]. In *Fizicheskoe obrazovanie v vuzakh*. No. 1, pp. 12–33.
3. Brazhnikov, M. A. (2023). Pervyi otechestvennyi uchebnik mekhaniki [The First Domestic Textbook of Mechanics]. In *Nauchno-metodicheskie osnovy formirovaniya funktsional'noi gramotnosti: teoriya i praktika sovremennoi shkoly: Vserossiiskaya s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskaya konferentsiya: sbornik luchshikh dokladov konf. (24–25 noyabrya 2022 g.)*. Kolomna, GSGU, pp. 86–93.
4. Galanin, D. D. (1914). Iz istorii prepodavaniya fiziki v Rossii (Akademik Lents 1804–1865) [From the History of Teaching Physics in Russia (Academician Lenz 1804–1865)]. In *Fizika*. No. 1, pp. 1–13.
5. Grachev, A. V., Pogozhev, V. A. et al. (2011). *Fizika. 7–9 klass*. [Physics. 7–9 Grade]. Moscow, Ventana-Graf. 288 p., 304 p., 336 p.
6. Gromov, S. V., Rodina, N. A. (2004). *Fizika. 7–9 klass* [Physics. 7–9 Grade]. Moscow, Prosveshchenie. 157 p., 158 p., 160 p.
7. Peryshkin, A. V., Gutnik, E. M. (2000). *Fizika. 7–9 klass* [Physics. 7–9 Grade]. Moscow, Drofa. 192 p., 192 p., 256 p.
8. Puryшева, N. S., Isaev, D. A. (2020). Aktual'nye problemy shkol'nogo fizicheskogo obrazovaniya v Rossiiskoi Federatsii [Actual Problems of School Physical Education in the Russian Federation]. In *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*. No. 6, pp. 8–15. DOI: 10.26170/po20-06-01.
9. Puryшева, N. S. (2017). Tendentsii razvitiya estestvennonauchnogo obrazovaniya v stranakh Yugo-Vostochnoi Azii [Trends in the Development of Science Education in South-East Asia]. In *Shkola budushchego*. No. 3, pp. 325–332.
10. Gorokhovatsky, Yu. A., Larchenkova, L. A. (Eds.). (2019). *Fizika v sisteme sovremennogo obrazovaniya: v 2-kh t.* [Physics in the System of Modern Education, in 2 vols.]. Saint Petersburg, Izdatel'stvo RGPU im. A. I. Gertsena. 479 p., 494 p.
11. Yuskovich, V. F. (1946). Trebovaniya, pred'yavlyayemye k uchebniku fiziki v SShA [US Physics Textbook Requirements]. In *Fizika v shkole*. No. 4, pp. 67–72.
12. Breitnaupt, J. (1994). *Key Science: Physics*. Cheltenham, Stanley Thornes. 384 p.
13. Cutnell, J. D., Johnson, K. W. (2012). *Physics*. 9th ed. USA, John Wiley & Sons, Inc. XXXI + [1] + 1008 + 40 + [4] p.
14. McGrath, J. W. (1945). *Instructor Opinion on Characteristics of a Good General Physics Textbook*. In *American J. of Physics*. Vol. 13. No. 5, pp. 309–314.
15. Nightingale, G. (2017). *Cambridge IGCSE Practical Workbook*. Cambridge, Cambridge University Press. XIV, 193 p.
16. Riquelme, E. A., Herreo, P., Cardenaset, R. et al. (2011). *Fisica 3 Medio*. Santiago de Chile, Ediciones SM Chile S.A. 210 p.
17. Sang, D. (2014). *Cambridge IGCSE Physics Coursebook*. 2nd ed. Cambridge, Cambridge University Press. 368 p.
18. *User Generated Education. Schools Need to Include More Visual-Based Learning*. URL: <https://usergeneratededucation.wordpress.com/2015/07/11/schools-need-to-include-more-visual-based-learning> (mode of access: 10.01.2023).
19. Wang, J., Ricardo, B. (2019). *Competitive Physics*. Vol. 1, 2. N. Jercy, London, Singapore, World Scientific. 816 p., 946 p.