

DOI: 10.55090/19964552\_2023\_1\_48\_59

## КАКИЕ ЗАДАЧИ НАМ НУЖНЫ? 110 ЛЕТ СБОРНИКУ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ А.В. ЦИНГЕРА

**Бражников Михаил Александрович,**

*кандидат педагогических наук,*

доцент кафедры «Теория и методика обучения физике им. А.В. Пёрышки-на» Московский педагогический государственный университет; 119991, Россия, г. Москва

 birze@inbox.ru

### АННОТАЦИЯ

Рассмотрена работа А.В. Цингера по созданию сборника задач, приведены примеры задач, дан их сравнительный анализ. Показано, что обучение физике не может быть исчерпано задачами тренировочного типа или отвлечёнными. Созданию “живых” задач в сборнике Цингера способствовали его работа с большим числом источников, эрудиция, широкий круг общения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *А.В. Цингер, учебник; сборник задач; тренировочные задачи, качественные задачи.*

## WHAT TASKS DO WE NEED? 110 YEARS OF THE COLLECTION OF PHYSICS PROBLEMS COMPOSED BY A.V. ZINGER

**Brazhnikov M. A.**

*candidate of pedagogy,*

assistant professor of the Department of Theory and Methods of Teaching Physics named after A.V. Peryshkin Moscow Pedagogical state university, Moscow, Russia.

### ABSTRACT

The work of A.V. Zinger on creating a collection of tasks is considered, examples of tasks are given, and their comparative analysis has been performed. It is shown that the teaching of physics cannot be exhausted by tasks of the training type or abstract ones. The creation of “live” problems in Zinger’s collection was facilitated by his work on a large number of sources, his erudition, and a wide circle of contacts.

**KEYWORDS:** *A.V. Zinger, textbook; collection of tasks; training tasks, qualitative tasks physics.*

## 1. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ СБОРНИКА ЗАДАЧ

Сборник задач А.В. Цингера (1870 — 1934), выпущенный им в 1913 г. [1], был самым примечательным изданием среди задачников по физике, вышедших в первой половине XX в. в России, а, возможно, и всего столетия в целом. Сборник выдержал три издания до Революции, восемь — перед Войной, а затем был переиздан в 1951 г.

Книга «Задачи и вопросы по физике» опиралась на большой опыт автора по обучению физике в средних учебных заведениях, Московском университете, Высших женских курсах. На Высшие женские курсы А.В. Цингер был приглашён А.А. Эйхенвальдом в 1903 г. для чтения специальных курсов физики [2] и преподавал на Курсах в течение полутора десятилетий; среди его учениц была известный физик А.А. Глаголева-Аркадьева. А.В. Цингер также преподавал и в Коммерческом институте, в котором он читал самостоятельный курс физики, а поэтому по дореволюционным правилам являлся профессором, аффилиация с Коммерческим институтом указана и на форзаце сборника задач, и на открытке, см. рис. 1.



**Рис.1.** Фрагмент открытки, выпущенный Смоленским землячеством Коммерческо-го института и форзац сборника задач

К моменту выхода сборника задач А.В. Цингер был автором учебника «Начальная физика» (1910) и задачника по электричеству (1898) [3]. Задачники, А.В. Цингера не только обобщали его личный опыт, но и опирались на сборники (объёмом в сотни страниц) многих авторов из Европы и Америки, см. таблицу 1.

Таблица 1.

Число авторов разных стран упомянутых в задачнике

Страна	США	Италия	Франция	Великобритания	Германия и Австрия
Сборник 1898 г.	1	-	1	3	1
Сборник 1913 г.	2	2	2	3	6

Отметим, что задачнике 1913 г. в разделе по электричеству практически не дублируются задачи из сборника 1898 г. *Оригинальный сборник* задач А.В. Цингера (1913) был составлен заново, при этом он появился в то время, когда в стране сформировалось пространство учебной и методической литературы по физике, в том числе достаточное количество сборников задач и решебников. Цингер продолжал работать над совершенствованием содержания и подбора задач более 20 лет, причём за это время число задач увеличилось примерно с тысячи в I издании до более 1300 в последнем прижизненном издании 1934 г.

Каждый раздел сборника открывался краткой сводкой основных формул, задачи были представлены тремя уровнями сложности: для физики I центра, II центра и выходящие за программу средней школы.

Самую высокую оценку задачнику дал заслуженный профессор Императорского московского университета Н.А. Умов, рецензия была напечатана в газете «Утро России», выходившей тиражом в 30 тыс. экземпляров. Н.А. Умов писал, что

- большинство обычных сборников ставит свое целью усвоение учащимися формул, этим они мало отличаются от сборников по алгебре и геометрии, само построение задачи подстраивается под ту формулу, которую нужно применить;

- между усвоением формул и пониманием законов и явлений природы лежит глубокое различие, задачник Цингера перебрасывает мысль учащегося от одного явления природы к другому;
- в сборнике есть место карандашу и расчёту, он подготавливает ученика к практическим занятиям в лаборатории и на природе, в ту область, где требуется инициатива в постановке и решении вопросов [4].

Рецензия Н.А. Умова даёт ключ к поиску ответа на вопрос, каковы же особенности задач, собранных в Сборнике.

## 2. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАДАЧ

Для активизации деятельности учащегося при изучении любой темы важно правильно выбрать то, с чего начинать. Рассмотрим первые задачи в разделе «Прямолинейное распространение света» в сборниках. В задачнике А.В. Цингера — это задачи, относящиеся по уровню сложности к задачам для I концентри.

А.В. Цингер [1]. №651. При каком условии непрозрачный предмет даёт тень без всякой полутени? №652. Вилка, освещённая свечой (рис. 130, см. рис. 2) даёт тень на экране. При вертикальном положении вилки на тени получается отчётливое изображение зубцов, а при горизонтальном — очень размытое. Почему?

№ 655. В ставне, закрывающей окно, сделано круглое отверстие в  $d = 1$  см. диаметром. Лучи солнца, пройдя сквозь это отверстие, падают на стену на расстоянии  $D = 4$  м от стены и образуют круглое светлое пятно. Как должен быть велик диаметр  $\delta$  этого пятна?

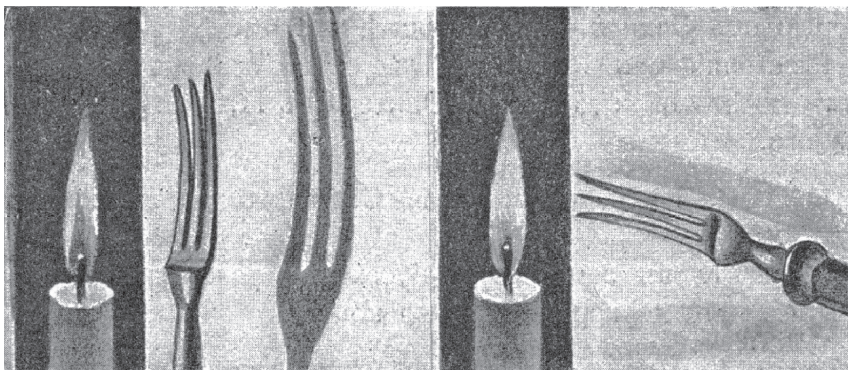


Рис. 2. Тень от вилки, к задаче № 652 из сборника А.В. Цингера [1].

*Г. Гейнрихс* [5]. №645. Под каким углом видна прямая палочка  $l = 20$  см, поставленная вертикально на уровне глаза, на расстоянии  $d = 12,5$  м? №646. На каком расстоянии от глаза, в вертикальном положении и на уровне глаза, надо поставить палочку длины  $l = 1$  м, чтобы её было видно под углом  $\alpha = 1^\circ$ ?

*С. Ковалевский* [6]. №710. Деревянный столб, отвесно врытый в землю, бросает на неё тень длиной  $l = 8$  м при высоте стояния Солнца  $\alpha = 45^\circ$ . Требуется определить высоту  $h$  надземной части столба.

Очевидно, что задачи двух последних авторов суть расчётные задачи на предмет физики при минимуме самой физики. В сборнике А.В. Цингера видим наряду с расчётными также и качественные задачи. Обратим внимание, что в задаче №655 сборника А.В. Цингера, а также задачах из сборников Г. Гейнрихса и С. Ковалевского уже введены условные обозначения физических величин; этот приём позволяет легче формализовать условие и прийти к необходимой для решения формуле.

Проанализируем качественные задачи №№ 651 и 652. Первая опирается непосредственно на пройденный и не представляет трудности для учащихся, если ими усвоен урок, освоен материал учебника. Вторая задача, на наш взгляд, заметно труднее. Конечно, она снабжена рисунком, который даёт возможность учащемуся приступить к решению не дожидаясь вечера, с одной стороны, и проверить на опыте то, что изображено на рисунке самостоятельно, поставив небольшой опыт дома. Но её нельзя “подвести” под формальное положение, что тень видна отчётливо тогда, когда источник света — точечный; он не является, строго говоря, таковым ни в первом, ни во втором случае. Благодаря рисунку, ученик гимназии должен был увидеть, что в первом случае, оси пламени и трезубца вилки параллельны и они вытянуты в одном направлении, и для образования тени и полутеней важен поперечный размер пламени. Во втором случае — оси взаимно перпендикулярны, существенен вертикальный размер пламени и поперечный размер зубьев вилки. Проиллюстрировать, например, решение этой задачи рисунком — непросто для учащегося. Итак, в виде последовательности идут простая качественная задача и более сложная, результатом их решения становится более глубокое понимание условия, при которых возникает отчётливая тень предмета.

Рисунки в качественных задачах А.В. Цингера играют заметную роль. Поясним, сборник С. Ковалевского (1906) содержит 898 задач и 0 рисунков; Г. Гейнрихса (1912) — 1223 задачи и 50 рисунков; А.В. Цингера (1913) — 1009

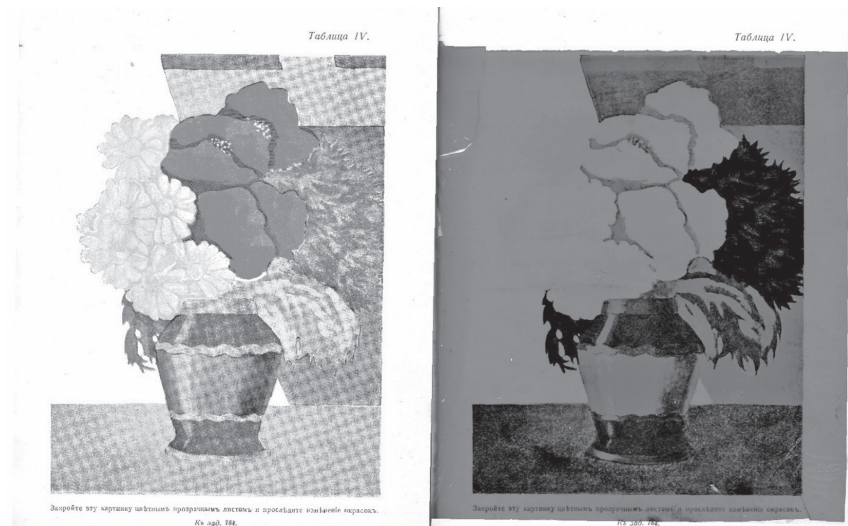


Рис. 3. Ваза с цветами из сборника А.В. Цингера [1].

задачи и 173 рисунка; А.П. Рымкевича (2006) 1243 задачи и 126 рисунков. Рассмотрим следование принципу наглядности в сборнике задач ещё на одном примере.

А.В. Цингер [1]. (Задача для II концентрa). №780. Объясните те изменения в окрасках, которые наблюдаются, если цветной рисунок (табл. IV, с. 192) закрывают слоем красного желатина, (рис. 3).

Даже 110 лет спустя наличие этого красного целлулоида в задачнике вызывает интерес и у ученика, и у учителя. Ответ на поставленный вопрос развивает качества, необходимые и будущему исследователю, и тому, кто после школы не будет изучать физику. Ученик может наглядно, а не мысленно, увидеть эффект красного фильтра, делающего синие цветы чёрными: он сам проводит эксперимент, делает при этом наблюдения и даёт объяснение.

Отдельное достоинство сборника — это задачи-диалоги, которые широко рассматривались в учебно-методической литературе, а студенты и сегодня выполняют выпускные квалификационные работы, анализируя их.

Приведём пример такой задачи.

А.В. Цингер [1]. (Задача для II концентрa). № 427

«Учитель. Как вы думаете, у какой воды больше поверхностное натяжение — у чистой или у мыльной?»

Ученик А. Я думаю, что у мыльной?

Ученик Б. Я думаю, что у чистой?

Учитель. Объясните, почему так вы думаете?

Ученик А. Я думаю, что поверхностное натяжение у мыльной воды больше, потому что из мыльной воды получаются такие прочные большие пузыри, каких из чистой воды получить нельзя?

Ученик Б. Я думаю, что у мыльной воды натяжение меньше, потому что вспоминаю опыт, который мы недавно делали. Мы пускали на поверхность воды мелкие кусочки бумаги и потом посреди них пускали на воду каплю мыльной воды. Бумажки от мыльной воды разбежались во все стороны. То же было, когда пускали каплю спирта, эфира, скипидара, у которых натяжение меньше воды.

Который из учеников рассуждает ошибочно? В чём его ошибка?"

Определим особенности этой задачи. Она опирается на классный эксперимент, *понятный* опыт, на опыт, который можно проделать и повторить и дома, и в классе. Вместе с тем, учащимся необходимо при её решении преодолеть кажущееся противоречие между выводами из опытов, а для этого объяснить прочность мыльной плёнки и причину разбегания мелких бумажек как *взаимосвязанные явления*. Ученики, конечно, уже должны знать по отдельности объяснения этих явлений, но им необходимо разрешить «парадокс». Задача способствует более глубокому пониманию физики, физического эксперимента и формированию *критического мышления* (разрешение парадокса).

В сборнике С. Ковалевского задач на поверхностное натяжение нет, в задачнике Г. Гейнриха предлагаются только расчётные задачи. Приведём одну, близкую по сюжету рассмотренной выше.

Г. Гейнрих (повышенной сложности) [5]. №109\*. «В сосуд, содержащий с глицерином смешанную воду опущена проволочная рамочка  $ABCD$ , сторона которой  $CD$  может скользить по сторонам  $AC$  и  $BD$ . При вынутии рамочки из жидкости, на ней образуется упругая плёнка, стремящаяся сократиться под воздействием силы поверхностного натяжения, вследствие чего сторона  $CD$ , скользя по сторонам  $AC$  и  $BD$  поднимается вверх. Определить величину поверхностного натяжения плёнки на см. длины и вычислить работу поднятия стороны  $CD$ . Вес стороны  $CD$ ,  $p = 2\frac{1}{4}$  гр., её длина  $l = 15$  см. Высота поднятия  $CD$  при сокращении плёнки,  $CC_1 = DD_1 = H = 1,2$  см.»

Эта задача также опирается на описание опыта, который возможно поставить в классе. Отсутствие рисунка в условии и указания, что рамочку

вынимают вертикально, осложняют понимание. Трудности в её решении связаны с необходимостью, *во-первых*, сделать рисунок, расставив силы, *во-вторых*, с необходимостью учесть, что у плёнки две поверхности, *в-третьих*, с выводом простейшей формулы и производством вычислений. Тем не менее, эту задачу можно рассматривать, как типичную, для её решения (и ей подобных) можно предложить учащимся последовательность действий, выполнение которых, с большой долей вероятности приведёт к правильному ответу. Выстраиванию такой последовательности действий, безусловно, нужно обучать; но в этом смысле, диалоговая задача — не типична, она индивидуальна.

Было бы неверным противопоставлять качественные и расчётные задачи, решение последних является важным элементом (упрощённым прототипом) будущих инженерных расчётов. Однако правомерен вопрос, а какие задачи нужны при обучении физике.

### 3. КАКИЕ ЗАДАЧИ НУЖНЫ

Ещё при жизни А.В. Цингера И.И. Соколов в своей “Методике” (1934) [7], признавая определённые достоинства сборника, в результате детального анализа пришёл к выводу: «сборник Цингера не может найти широкого применения в [школе]-десятилетке» [7, с. 185]. Аргументация была такова, что многие задачи носят академический характер, преобладание физической стороны над арифметической приводит к тому, что задачи часто не выстроены по степени трудности, мало тренировочных задач, встречаются индивидуальные, неоднотипные задачи, всего И.И. Соколовым указано восемь недостатков [7, с. 185 — 186]. При этом, задачник, например, под ред. Н.Н. Демидова [8] был признан хорошим *тренировочным* задачником [7, с. 188]. Что *такое* тренировочная задача в этом задачнике можно понять из следующего ряда их сокращённых условий:

**№192** Сколько воды можно вскипятить на примусе с известным КПД, сжигая известный объём керосина?

**№193** Сколько угля нужно сжечь, чтобы нагреть сталь известной массы до точки плавления в плавильной печи с известным КПД?

**№194** Сколько дров нужно сжечь в голландке (тип дровяной печи) с известным КПД, зная, что для обогрева комнаты нужно столько-то теплоты?

**№195** Вычислить КПД самовара, зная, сколько древесного угля пошло на нагревание известного количества воды?

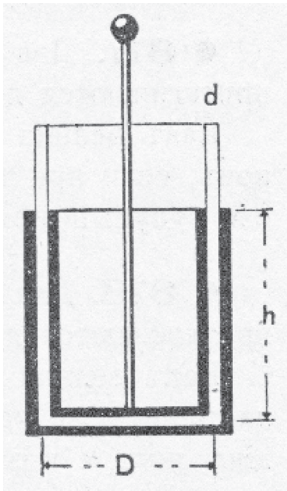


Ещё были две близкие задачи про паяльную лампу и примус, этим исчерпывался весь раздел. Неохваченными остались русская печь, горелка Бунзена, спиртовка и костёр кроманьонца. Речь о развитии инициативности, как на это указывал Н.А. Умов, при решении таких задач не идёт; с их помощью формируется и закрепляется уже не *умение* решать задачи, а отрабатывается механический навык работы с одной и той же формулой.

В сборнике А.В. Цингера были и *привычные* нам расчётные задачи, и про ход лучей в воздушной призме, и про «трубки со ртутью» и т.д., но Цингер умел даже простую задачу обращать в занимательную, *мотивируя* этим учащегося к дальнейшему изучению физики. Сумели вычислить скорость света в алмазе (задача №711), а теперь посчитайте, сколько времени шёл бы с этой скоростью свет от Солнца до Земли (№712), последняя задача отчасти напоминает учащемуся о представлении Аристотеля о хрустальных небесных сферах вокруг Земли; вычислили ускорение свободного падения на астероиде (№ 228), вот на Земле вы можете подпрыгнуть на 0,5 м, а насколько на астероиде? (№ 229) и т.д.

Ещё одно достоинство сборника А.В. Цингера состоит в том, что учитель может их «обыграть» на уроке. Приведём пример такой задачи и поясним, что имеется в виду.

А.В. Цингер [1]. (Задача для II concentra). №866. Диаметр основания лейденской банки  $D = 15$  см, высота слоя станиоля  $h = 25$  см, толщина стекла  $d = 2$  мм. Диэлектрическая проницаемость стекла  $\epsilon = 6$ , см. рис. 4.



Вычислите приблизительно ёмкость банки  $C$  (в единицах СГС и микрофарадах) и радиус  $R$  такого шара, который обладал бы такой же ёмкостью.

Данная задача интересна своим вторым вопросом. В ответе получается, что шар радиуса порядка 30 м сопоставим по ёмкости с данной лейденской банкой. Задача «обыгрывается» в двух направлениях, *во-первых*, демонстрируется сама лейденская банка (самодельная, демонстрационная, от электрофорной машины), *во-вторых*, учащемуся предлагается измерить

Рис. 4. Чертёж лейденской банки из сборника А.В. Цингера [1].

шагами длину школьного коридора, чтобы наглядно представить сколько это есть 30 м. Сравнение ёмкостей простейшего конденсатора (а его ёмкость около 3,6 пкФ), который можно удержать в руках, и шара с 20-ти этажный дом — впечатляет, а ёмкость небольшого бумажного конденсатора, который выдаётся им как раздаточный материал, 10 мкФ. Решив эту задачу, учащиеся лучше понимают, какой эффект даёт тот факт, что всё, практически, электрическое поле заряженных обкладок сосредоточено в конденсаторе. Задача допускает развитие во время урока при её решении, развитие, в котором задействованы сами учащиеся, она перестаёт быть чисто меловой, хотя расчёт и вся математика в ней присутствуют. Такие задач «нам тоже нужны».

Итак, достоинства сборника задач А.В. Цингера, которые нами были выявлены в ходе краткого анализа:

- сочетание качественных и расчётных задач;
- умелое использование дидактического принципа наглядности;
- подбор содержания задач, мотивирующего к изучению физики;
- возможность развития ряда задач с вовлечением в это развитие учащихся.

И.И. Соколов — выпускник Императорского московского университета (1896), А.В. Цингер — также выпускник Университета (1894), оба они учились у профессора Н.А. Умова, оба они начинали свою методическую деятельность под руководством Н.А. Умова, поддерживали друг с другом весьма дружеские отношения. Различие оценок Умова и Соколова в отношении сборника задач А.В. Цингера, допущенного в качестве учебного пособия для средних учебных заведений и обязательного для кадетских корпусов в *дореволюционной* России, и, по сути, не рекомендованного для массового использования в Советской России, заключается в изменении аудитории. Учащиеся школы 1930-х гг. — это во многом дети тех, кто только преодолел в прямом смысле свою безграмотность в 1920-е гг., и задачи о прыжках на астероиде, воспринимались бы ими как «заумь». Уровень и содержание задач должны соответствовать аудитории — это очевидно, но и оттенок задачи, то, что её делает «живой», находящей отклик у ученика, также отчасти определяется этой аудиторией, но при этом «живая» задача должна по возможности развивать мир представлений учащегося, не замыкая его сознание только в мире примусов и керосинок.

Аудитория учащихся изменялась. Задачник Н.Н. Демидова перестал издаваться в 1948 г., во второй половине XX века в СССР появляется достаточное количество методически выверенных сборников, содержавших

не только тренировочные задачи, например, под редакцией П.А. Знаменского (1949), В.П. Демковича (1957), П.А. Рымкевича (1964) и др.; практически сразу же после Войны выходит и сборник для углублённого изучения физики В.Г. Зубова и В.П. Шальнова (1952). Позже издаются и сборники, содержащие академически сложные задачи, многие из которых, и учителю, и учащемуся иногда видятся эдаким «сферическим конём в вакууме», но и такие задачи востребованы. При обучении физике нужны и тренировочные задачи, примеры которых были приведены из сборника С. Ковалевского, и комплексные, часто требующие хорошей математической подготовки и развитой логики, чтобы увидеть неявные связи между физическими величинами. Методика обучения выстраивает *обучающую последовательность* расчётных и качественных задач, типовых тренировочных задач, указывает переход к более сложным, определяя соотношение каждого типа задач и их композицию в целом.

Но при всём при этом сегодня, как и сто лет назад, наблюдается дефицит «живых» задач: физических, наглядных, мотивирующих к изучению физики, их не всегда можно назвать практико-ориентированными, но они должны следовать преимущественно в этом фарватере. Есть довольно сложная (для учащихся средней школы) формула основной частоты колебаний закреплённого с одного конца стержня. Если удастся описать этой формулой в задаче колебания стальной линейки, закрепляемой в тисках (длину закреплённой части можно изменять) или камертона (которые бывают разной частоты), или телевизионной башни (которая с трудом верится, что может колебаться), или дрожащего осинового листа, то *может* (!) получиться *живая задача*. Ещё труднее выстраивать такие задачи на материале современной физики.

Более века назад А.В. Цингер получил фундаментальное университетское образование и приобрёл опыт научной работы в термохимической лаборатории В.Ф. Лугинина, первой такой научной лаборатории в России. А В. Цингер, чтобы написать свои пособия для школы, опирался на десятки книг, включая и японский учебник физики и многие другие, общался с учёными и специалистами инженерами. Он не раз беседовал с писателем и философом Л.Н. Толстым (их связывала двадцатилетнее знакомство, начавшееся с участия Александра Цингера в домашнем спектакле у Толстых), был знаком с художником Л.О. Пастернаком, переписывался с учёным-натуралистом В.И. Вернадским, беседовал с учёным-ботаником Н.В. Цингером, своим старшим братом, и со своим дядей Н.Я. Цингером — известным

астрономом. А.В. Цингер принимал участие в научных съездах, он увлекался театром: драматическим (был поклонником Художественного театра) и оперным. Эта *широта взглядов и интересов* Александра Васильевича Цингера так или иначе отразилось в его книгах и сборнике задач, который им постоянно усовершенствовался при переизданиях, сделала многие задачи из его сборника — «живыми». ■

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Цингер А.В.* Задачи и вопросы по физике / А.В. Цингер. — М. т-во "В.В. Думнов — насл. бр. Салаевых", 1913 (Москва). — [8], 295, [11] с. 3 л.
2. Из истории развития кафедры физики Московского института тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова. По материалам воспоминаний, приуроченных к 50-летию МИТХТ. // Вестник МИТХТ. — 2010. — Юбилейный выпуск. — С. 26-31.
3. *Цингер А.В.* Сборник задач по электричеству и магнетизму / А.В. Цингер. — М. : ти-полит. т-ва И.Н. Кушнерев и К°, 1898. — 117, [2] с.
4. *Умов Н.А.* [рецензия] Цингер А.В. Задачи и вопросы по физике /Н.А. Умов // Утро России. — 1912. — № 289 (15 декабря) — с. 6
5. *Гейнрихс Г.Г.* Систематический задачник по физике для средних учебных заведений / Г. Гейнрихс — СПб.: тип. А.С. Суворина, 1911. — X, 431 с.
6. *Ковалевский С.И.* Сборник физических задач для средних учебных заведений / С.И. Ковалевский. — 2-е изд. — СПб.: тип. А.С. Суворина, 1906. — VI, 157 с.
7. *Соколов И.И.* Методика физики / И. И. Соколов. — М.: ГУПИ, 1934. — 240 с.
8. *Демидов Н.Н.* Сборник задач по физике / Н.Н. Демидов и др. — 3-е изд.- М.: ГУПИ, 1934. — 167 с.