

# Формирование умения решать физические задачи в 7–11 классах: изучение динамики процесса

## Formation of the Ability to Solve Physical Tasks in 7<sup>th</sup>–11<sup>th</sup> Grades: Studying the Process Dynamics

Получено 10.10.2022 Одобрено 15.10.2022 Опубликовано 26.12.2022

УДК 37.02

DOI: 10.12737/1998-1740-2022-10-6-36-43

**Р.В. МАЙЕР,**  
ФГБОУ ВО «Глазовский государственный педагогический институт им. В.Г. Короленко»,  
г. Глазов

**R.V. MAYER,**  
The Glazov Korolenko State Pedagogical Institute,  
Glazov

e-mail: robert\_maier@mail.ru

e-mail: robert\_maier@mail.ru

### Аннотация

Статья посвящена проблеме формирования у школьников умения решать физические задачи – важной составляющей развития физического мышления. Процесс обучения физике рассматривается с точки зрения освоения учеником различных методов решения задач. Под методом понимается способ решения физических задач, в которых анализируются явления, относящиеся к одной теме (например, задач по геометрической оптике). Любой такой метод состоит из подметодов, заключающихся в применении конкретной формулы или какой-то другой последовательности интеллектуальных действий (например, правила Ленца). Введено понятие обобщенной одноформульной (двух- и трехформульной) физической задачи как теоретической задачи, для решения которой необходимо использовать одну (две или три) физические формулы. Проведен контент-анализ стандартных школьных учебников и задачников, выписаны формулы, определено количество одноформульных, двух- и трехформульных задач, которые в принципе может решить (понять) ученик после изучения каждого параграфа. В результате получен график зависимости количества понимаемых учеником задач от времени.

**Ключевые слова:** дидактика, метод, учебная задача, физика, физическое мышление, формула.

### Abstract

The article is devoted to the problem of the formation of students' ability to solve physical tasks as an important component of the development of physical thinking. The process of teaching physics is considered from the point of view of mastering various methods of solving tasks by pupil. The method is understood as an approach for solving physical problems in which phenomena related to the same topic are analyzed (for example, tasks on geometric optics). Any such method consists of sub-methods consisting in the application of a specific formula or some other sequence of intellectual actions (for example, the Lenz rule). The concept of a generalized one-formular (two- and three-formular) physical task is introduced as a theoretical problem, for the solution of which it is necessary to use one (two or three) physical formulas. A content analysis of standard school textbooks and task books was carried out, formulas were written out, the number of one-form, two- and three-form tasks were determined, which, in principle, a student can solve (understand) after studying each paragraph. As a result, the dependence graph of the number of tasks understood by the student on time is obtained.

**Keywords:** didactics, method, educational task, physics, physical thinking, formula.

## Введение

Цель изучения физики состоит не только в сообщении ученикам определенных сведений о физических фактах и законах, но и в развитии физического мышления [5], сущность которого заключается в порождении физических знаний, объяснении физических явлений на основе творческого отражения и преобразования учащимся окружающего мира. Развитие физического мышления требует анализа различных явлений природы, обсуждения экспериментов, проведения экспериментальных исследований, применения физических законов и т.д. Один из традиционных и широко используемых способов развития физического мышления состоит в решении специально подобранных задач различного уровня сложности [6]. Совокупность фи-

зических задач (ФЗ), решаемых школьником, зависит от освоенных им методов и может рассматриваться как одна из характеристик его физического мышления.

Согласно теории учебной деятельности [3] учебная задача является основной единицей учебно-познавательной деятельности, которую можно представить как последовательное выполнение учебных заданий: конспектирование учебника или лекции, подготовка к лабораторной работе, решение теоретических и практических задач и т.д. Умение решать ФЗ – важное познавательно-практическое умение, характеризующее развитие уровня интеллекта [4]. При изучении новой темы происходят не только количественные изменения знаний ученика, обусловленные увеличением числа усвоенных понятий, законов, фактуальных положений, но и качественные

изменения, вызванные овладением новых методов решения задач. Они связаны с изучением не известных ранее законов, формул, правил и т. д. В результате отодвигается зона ближайшего развития ученика, у него формируются новые интеллектуальные способности, помогающие решить проблемы, ранее недоступные для понимания. Возникает вопрос: каковы закономерности формирования у школьника умения решать физические задачи при изучении физики в 7–11 классах по стандартной школьной программе? Для ответа на него необходимо оценить количество ФЗ, которые в принципе может понять ученик на различных этапах изучения физики.

**Предметом исследования** является процесс формирования навыка решения физических задач в школе. Его **цель**: провести контент-анализ школьного курса физики, выявить распределение формул и временную зависимость количества ФЗ, решаемых школьником по мере изучения физики. Нами используется **методологический подход** к анализу процесса обучения предметам (математика, физика, информатика), согласно которому учебный процесс рассматривается с точки зрения овладения учеником совокупностью методов познания, позволяющих решать разнообразные задачи теоретического и практического плана. Исследование опирается на работы следующих ученых: В.В. Давыдов [3] (теория развивающего обучения), Э.Г. Гельфман и М.А. Холодная [1] (психодидактика); Р.В. Майер [7], П.В. Ополе [11], Б. Дэвис и Д. Сумара [18] (сложность и обучение); А.С. Кондратьев, Е.В. Ситнова [5], Л.А. Ларченкова [6], А.С. Гунасекара [2] (решение задач и формирование мышления); Н.С. Журавлева [4], А.П. Рымкевич [15], А.П. Усольцев, Т.Н. Шамало [16] (учебные физические задачи); В.И. Шалак [17] (контент-анализ). При этом применялись общетеоретические методы познания (анализ и синтез, сравнение, классификация и т. д.), а также метод контент-анализа текста, в ходе которого выявлялись изучаемые школьником формулы и время их изучения (номер параграфа и класс).

## Обсуждение проблемы

Процесс обучения приводит не только к количественным, но и к качественным изменениям системы знаний ученика, что проявляется в развитии мышления, появлении способности решать новые практические и теоретические задачи [5]. Уровень интеллектуального развития школьника может быть охарактеризован совокупностью усвоенных им методов решения все-

возможных проблем (чтение, письмо, выполнение арифметических операций, построение графиков, объяснение явлений, сборка электрической цепи и т.д.). Аналогично **степень сформированности физического мышления зависит**:

- 1) от способности объяснять физические явления и результаты экспериментов;
- 2) уровня развития экспериментальных умений (проведение опытов, выполнение измерений);
- 3) разнообразия различных типов ФЗ, решаемых учеником (задачи на кинематику, геометрическую оптику, атомную физику и т.д.).

Система знаний и интеллектуальных умений ученика, как и многие другие сложные системы (например, человеческая цивилизация), развивается неравномерно. Ее плавная эволюция чередуются со скачкообразными переходами на более высокий уровень. Когда ученик, применяя одни и те же методы, решает задачи нарастающей сложности по одной и той же теме, увеличивается прочность знаний. Процесс развития физического мышления входит в фазу насыщения: решение однотипных задач не приводит к развитию физического мышления, но способствует закреплению знаний. После изучения новой темы, новых теоретических моделей, понятий, законов и формул происходит новый скачок, связанный с изучением нового метода, позволяющего решать задачи другого типа. Аналогичные чередования эволюционной (плавной) и революционной (скачкообразной) фаз наблюдаются в развитии живых организмов, общества, науки, технологии и т.д.

Как известно, ФЗ – это ситуация, требующая от учащихся мыслительных и практических действий, применения законов и методов физики, приводящая к овладению физическими знаниями и развитию мышления [4; 6; 16]. Решение ФЗ состоит из **трех этапов**:

- 1) анализ рассматриваемой ситуации, запись системы уравнений (формул), выражающих законы и определения физических величин;
- 2) осуществление алгебраических преобразований, решение в общем виде;
- 3) проведение вычислений.

Как правило, второй и третий этапы требуют применения общеизвестных математических методов, которым учат в 1–5 классах: метода алгебраических преобразований и метода вычислений. Физическая часть решения задачи заключается в выполнении первого этапа.

Представим идеального ученика (и-ученика), полностью усваивающего сообщаемую ему учебную информацию. Допустим, что он занимается

строго по учебникам [8; 9; 12–14], решая соответствующие ФЗ из задачника, подобного [15]. Его умение решать ФЗ развивается по мере изучения соответствующих формул и правил, представленных в учебниках физики. Изучив тему «Статика», ученик овладевает методом решения задач по статике, изучив тему «Постоянный ток», – методом расчета цепей постоянного тока. Следовательно методом будем называть способ решения ФЗ, в которых анализируются явления, относящиеся к одной теме. Любой такой метод включает в себя составляющие (подметоды), заключающиеся в применении конкретной формулы или какой-то последовательности интеллектуальных действий (например, правила Ленца). Так, метод решения задач по геометрической оптике состоит из **подметодов, предполагающих использование** [9]:

- 1) закона отражения;
- 2) закона преломления;
- 3) формулы тонкой линзы;
- 4) формулы для расчета увеличения  $\Gamma = H/h$ ;
- 5) способов построения хода лучей в линзе.

Пусть ученик в течение времени  $[t_1; t_1']$  осваивает метод  $M_1$ , с помощью которого можно решить  $n_1$  задач по теме  $T_1$ . Затем в течение промежутка  $[t_2; t_2']$  он изучает метод  $M_2$ , позволяющий решить  $n_2$  задач по теме  $T_2$ . Если существуют физические задачи, которые решаются при одновременном использовании методов  $M_1$  и  $M_2$ , то ученик также может научиться их решать. Позже в течение интервала  $[t_3; t_3']$  ученик осваивает метод  $M_3$  и учится решать  $n_3$  задач по теме  $T_3$ , а также комбинированные задачи, требующие совместного использования методов  $M_1, M_2, M_3$ . Изучение нового метода приводит к добавлению еще одной оси в пространстве методов (или в пространстве решаемых задач), размерность которого увеличивается на 1. Ситуация осложняется тем, что не любые два метода сочетаются друг с другом [15]. Например, не существует школьных задач, решение которых требует одновременного применения законов динамики и волновой оптики.

## Результаты исследования

Анализ учебников физики [8; 9; 12–14] показал, что школьники изучают методы решения задач по кинематике, динамике, теме «Импульс и его сохранение», теме «Работа, энергия, мощность», статике, молекулярно-кинетической теории, термодинамике, электростатике, теме «Постоянный ток», теме «Магнитное поле», механическим колебаниям, электрическим коле-

баниям, волновому движению, геометрической оптике, волновой оптике, частной теории относительности, квантовой физике, ядерным реакциям, астрономии. Эти методы частично совпадают с темами школьного курса физики.

Решение ФЗ предполагает использование математических методов, применение которых часто связано с трудностями. Именно сложность математических рассуждений является фактором, ограничивающим число решаемых задач. Например, в ФЗ на радиоактивный распад используется формула  $N(t) = N_0 2^{-t/T}$ , то есть ученики должны уметь возводить число в нецелую степень, логарифмировать и т. д. Для решения задач на преломление света необходимо умение вычислять синус и арксинус угла. В некоторых задачах на механические колебания требуется вычислять синус и косинус, брать производные и т. д.

Из анализа школьных задачников следует, что для решения ФЗ применяются **следующие математические методы**:

- 1) использование формул элементарной геометрии:  $L = 2\pi R$ ,  $S = \pi R^2$ ,  $V = abc$  и т. д.;
- 2) сложение и вычитание векторов, проектирование векторных уравнений на оси координат;
- 3) решение системы уравнений;
- 4) решение квадратного уравнения;
- 5) применение теоремы Пифагора, теоремы косинусов, теоремы подобия и других теорем геометрии;
- 6) использование тригонометрических формул;
- 7) сложные алгебраические преобразования и вычисления со степенями, корнями, логарифмами и т. д.;
- 8) нахождение производных.

Кроме того, при решении каждой ФЗ ученик использует такие методы, как чтение, письмо, рисование, осуществление элементарных математических преобразований и вычислений. Они формируются в 1–5 классах, и нами учитываться не будут.

Каждой основной формуле из учебника физики фактически соответствует новый подметод, позволяющий решить некоторое множество качественных и количественных задач. Например, используя один закон Ома  $I = U/R$ , можно решить разные задачи на нахождение силы тока  $I$ , напряжения  $U$ , сопротивления  $R$ , отличающиеся друг от друга лишь алгебраическими преобразованиями. В дальнейшем всю совокупность задач, в которых используется лишь одна формула  $I = U/R$ , будем называть обобщенной **одноформульной Физической Задачей № 1** (1ФЗ № 1). Другая совокупность задач, решаемых

с помощью одной формулы  $Q = I^2R$ , будет называться обобщенной **одноформульной Физической Задачей № 2** (1ФЗ № 2). Решение некоторых задач требует совместного использования двух (трех) формул из одной темы, их обозначим через 2ФЗ (3ФЗ) и назовем обобщенными **двух- (трех-) формульными задачами**.

Некоторые задачи объединяют в себе две независимые задачи типа 1ФЗ; при этом ученик получает два ответа путем независимого применения двух формул к входным данным. Например, найдите импульс и кинетическую энергию тела массой 100 г, движущегося со скоростью 0,7 м/с. Эта задача не относится к 2ФЗ. Двух- или трехформульные задачи решаются путем совместного применения двух или трех подметодов (например, совместного решения двух уравнений). Пример условия задачи типа 2ФЗ: «Импульс тела массой 100 г равен 0,08 кг·м/с. Чему равна его кинетическая энергия?» Задача решается путем подстановки одной формулы в другую:

$$p = mv, v = p/m, E_K = mv^2/2 = p^2/2m.$$

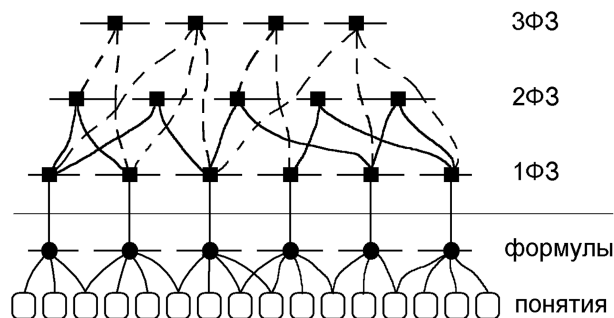


Рис. 1. Взаимосвязь понятий, формул и задач.

В сознании ученика совокупность физических понятий, формул и решаемых задач опирается на систему понятий (рис. 1). Одно понятие может входить в несколько формул, каждой из которых соответствует одна задача типа 1ФЗ. Двухформульные задачи могут быть сведены к двум соответствующим одноформульным задачам, а трехформульные – к двум задачам 2ФЗ и 1ФЗ или к трем задачам 1ФЗ. Вместе с ними на уроках анализируются двух- и трехформульные задачи 2ФМЗ и 3ФМЗ, решение которых требует применения не только физических, но и математических формул. Кроме того, учитель решает комплексные задачи КФЗ, требующие использования различных методов (то есть знаний из различных тем). Например, рассмотрим следующую задачу: «Сколько времени потребуется, чтобы вскипятить  $m = 0,37$  кг воды при  $20^\circ\text{C}$  на электроплите с КПД 0,43, если сопротивление

спирали  $R = 20$  Ом, напряжение питания  $220$  В?» Для ее решения требуются формулы из различных тем:  $Q_1 = m\Delta T$ ,  $U = I/R$ ,  $Q_2 = I^2R$ ,  $\eta = Q_1/Q_2$ .

В 7–9 классах учитель обучает отдельным методам, решая задачи типа 1ФЗ, 2ФЗ, 2ФМЗ, 3ФЗ и 3ФМЗ с формулами, относящимися к одной теме; задачи типа КФЗ слишком сложны, на них не хватает времени. В 10 и 11 классах после рассмотрения задач типа 2ФЗ, 2ФМЗ, 3ФЗ и 3ФМЗ по текущей теме учитель может перейти к решению комплексных задач. Если ученик освоил задачи типа 1ФЗ, 2ФЗ и 2ФМЗ, то задачи 3ФЗ, 3ФМЗ и КФЗ находятся в зоне его ближайшего развития и могут быть поняты без особого труда. Общее количество  $N$  ФЗ, решаемых и-учеником, характеризует его знания, а также распределение учебного материала и применяемую методику обучения. При решении двух-, трехформульных и комплексных ФЗ происходит изменение структуры физического мышления, школьники учатся анализировать сложные физические ситуации, выделять различные явления, из большой совокупности формул выбирать те, которые позволяют решить конкретную задачу.

В целях изучения динамики формирования у школьников умения решать ФЗ был проведен контент-анализ учебников физики [8; 9; 12–14]. В результате получился список формул с указанием класса и номера параграфа. Анализируя школьные задачки, удалось установить количество задач типа 1ФЗ, 2ФЗ, 2ФМЗ, 3ФЗ, 3ФМЗ, которые в принципе могут быть решены в данном параграфе  $p$  с помощью текущей и предыдущих формул и правил, относящихся к соответствующей теме (табл. 1 на с. 40).

Также определено число задач типа КФЗ, решаемых разными методами (с помощью формул из текущей и предыдущих тем). При этом учитывалось, что при изучении физики в 7–9 классах учитель решает только задачи типа 1ФЗ, 2ФЗ, 2ФМЗ, 3ФЗ и 3ФМЗ, а в 10 и 11 классах, когда математическая подготовка учеников достигла высокого уровня, учитель также рассматривает комплексные физические задачи КФЗ, относящиеся к различным темам, которые были изучены раньше (см. табл. 2 на с. 40).

На основе первичных таблиц типа (см.: табл. 1) в Excel были созданы таблицы, в которых перечислены номера параграфов (1 строка) и указаны количества задач типа 1ФЗ (равных числу изучаемых формул), 2ФЗ и 2ФМЗ, 3ФЗ и 3ФМЗ, КФЗ, полученные суммированием с накоплением (табл. 2 на с. 40). Последние две строчки соответствуют общему числу  $S_1$  задач 1ФЗ и 2ФЗ и

Таблица 1

Результаты анализа школьных учебников по физике

класс	$\rho$	ПОДМЕТОДЫ	1ФЗ	2ФЗ	2ФМЗ	3ФЗ+3ФМЗ	КФЗ
...	...	...	...	...	...	...	...
Метод "Решение задач по динамике" (10 класс)							
10	24	$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$	1	0	1	0	0
10	25	$m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$	1	0	2	0	2
10	26	$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$	1	1	0	1	0
10	31	$\vec{F} = m\vec{g}, F = GmM/r^2$	1	1	1	1	0
10	35	$F_x = -kx$	1	2	1	1	1
10	37	$F_{mp} = \mu N$	1	2	1	1	1
10	38	$F_c = k_1v, F_c = k_2v^2$	1	1	1	0	0
10	...	...	...	...	...	...	...

Таблица 2

Количество различных типов обобщенных задач (10 класс)

параграф	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	...	120	121	122	123
1ФЗ	64	64	64	64	64	64	64	65	65	66	67	67	...	137	137	137	137
2ФЗ+2ФМЗ	92	92	92	92	92	92	92	92	92	94	96	96	...	196	196	196	196
3ФЗ+3ФМЗ	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	65	65	...	108	108	108	108
КФЗ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	25	25	25	25
$S_1$	156	156	156	156	156	156	156	157	157	160	163	163	...	333	333	333	333
$S_2$	220	220	220	220	220	220	220	221	221	224	228	228	...	466	466	466	466

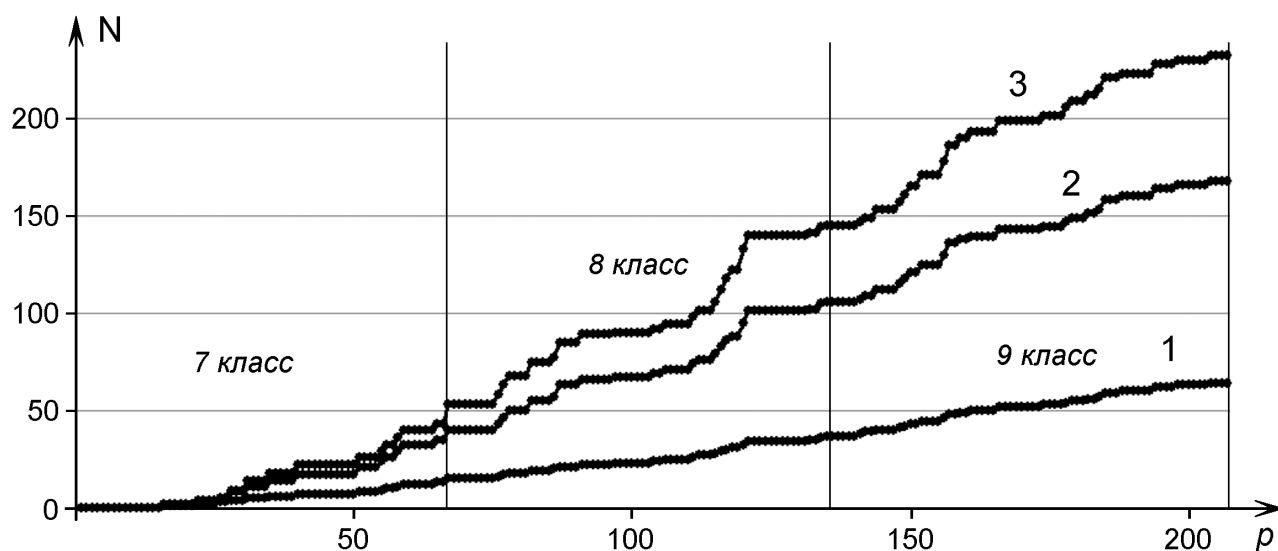


Рис. 2. Изменение числа решаемых задач с течением времени (7–9 классы)

2ФМЗ, а также количеству  $S_2$  задач 3ФЗ, 3ФМЗ и КФЗ. Задачи типа 2ФЗ требуют использования двух физических формул (подметодов); задачи 2ФМЗ – физической и математической формул, задачи 3ФМЗ – трех формул, хотя бы одна из которых физическая. Поскольку изучение физики начинается в 7 классе, то второй столбец таблицы 2, соответствующей 10 классу, содержит величины, отличающиеся от нуля.

На основе полученных таблиц были построены графики, показывающие увеличение числа задач, решаемых в 7–9 (рис. 2) и в 10–11 классах (рис. 3), по мере изучения физики. Кривая 1 соответствует количеству изученных формул, равному числу задач 1ФЗ. График 2 соответствует задачам 1ФЗ, 2ФЗ и 2ФМЗ, а график 3 – всем типам задач, включая 3ФЗ, 3ФМЗ и КФЗ. Видно, что развитие умения решать ФЗ происходит неравномерно; например, в конце 10 класса при изучении темы «Постоянный ток» число задач, решаемых и-учеником, резко увеличивается (показано стрелкой). К концу 7 класса общее число задач 1ФЗ, 2ФЗ, 2ФМЗ, 3ФЗ и 3ФМЗ увеличивается от 0 до 53; в 8 классе оно возрастает в 2,74 раза до 145; в 9 классе возрастает в 1,6 раза, достигая 232. В 10 классе добавляются КФЗ; общее число решаемых ФЗ возрастает в 2,06 раза, достигая 478; в 11 классе возрастает в 1,29 раза, достигая 616. Считая, что в каждом классе учебный год длится около 9 месяцев, получаем, что среднее увеличение числа задач  $N$  в 7 классе составляет 5,89 задач/месяц, в 8 классе – 10,2

задач/месяц, в 9 классе – 9,67 задач/месяц, в 10 классе – 27,3 задач/месяц, в 11 классе – 15,3 задач/месяц.

Полученные результаты подтверждают, что по мере изучения физики в школе у учеников происходят **качественные изменения структуры мышления**. Во время обучения школьник:

1) учится на качественном уровне объяснять физические явления, используя физические понятия и законы;

2) овладевает знаниями о методах измерения физических величин;

3) изучает математические соотношения (формулы) и иные правила (например, правило левой руки), связывающие физические величины;

4) приобретает умение решать одноформульные задачи, получая числовой ответ;

6) развивает умение решать двух- и трехформульные задачи;

7) формирует умение решать комплексные задачи на применение законов из разных разделов физики, получая числовой результат.

Некоторые из этих составляющих процесса формирования умения решать ФЗ происходят одновременно и параллельно друг другу.

#### Заключение

Для изучения закономерностей формирования умения решать ФЗ используется **методологический подход**: процесс обучения физике рассматривается с точки зрения овладения учеником различными методами решения задач. Нами был проанализирован школьный курс физики,

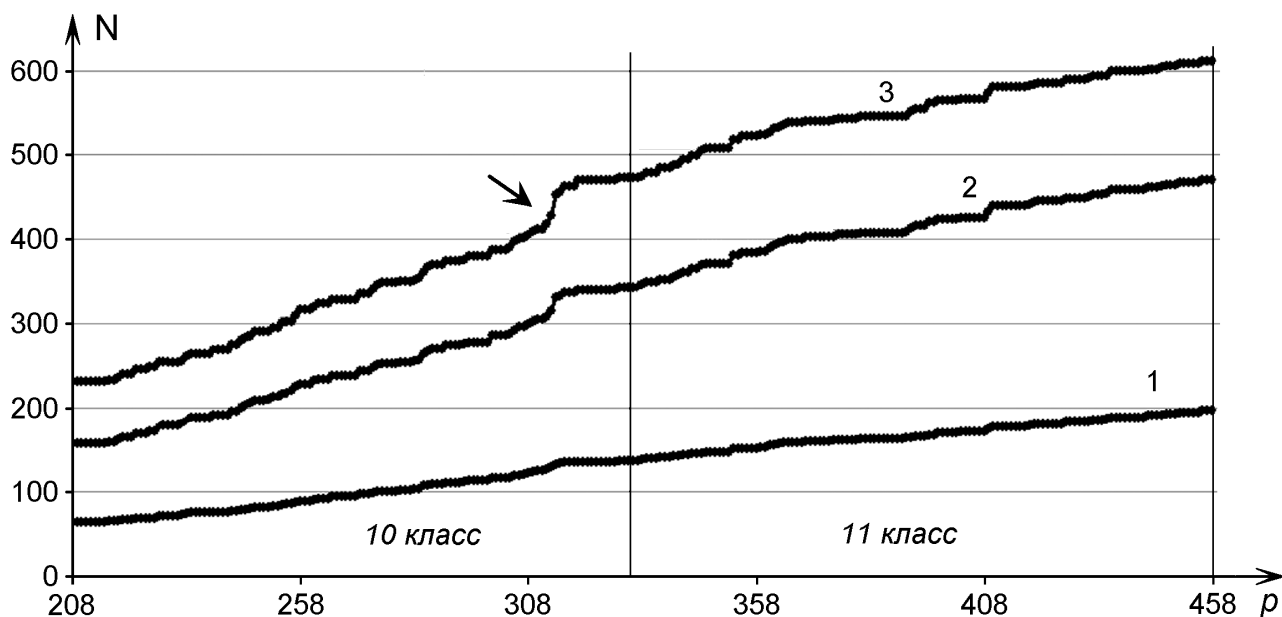


Рис. 3. Изменение числа решаемых задач с течением времени (10–11 классы)

выписаны изучаемые физические формулы и подсчитано количество физических задач, которые в принципе могут быть решены или поняты учеником. Были выделены **следующие типы задач:**

1) 1ФЗ, для решения которых достаточно одной физической формулы (их количество равно числу изученных физических формул);

2) 2ФЗ, решение которых предполагает совместное использование двух формул, как минимум одна из которых физическая;

3) 3ФЗ, для решения которых требуется три формулы;

4) КФЗ – комплексные задачи, предусматривающие использование как минимум двух фи-

зических формул, относящихся к разным методам (разделам физики).

Получена таблица, в которой количество задач, решаемых с помощью изученных формул, суммируется с накоплением, построен график зависимости общего количества задач от времени. Из результатов следует, что к концу 11 класса ученик способен решить (понять) около 200 одноформульных задач, 275 двухформульных задач и 145 трехформульных и комплексных задач, в которых физические формулы сочетаются различным образом. Полученные графики характеризуют временную динамику развития умения решать задачи, которое является важной составляющей физического мышления.

#### Список литературы

1. Гельфман Э.Г., Холодная М.А. Психодидактика школьного учебника. Интеллектуальное воспитание учащихся. – СПб.: Питер, 2006. – 384 с.
2. Гунасекера А.С. Физические задачи как средство развития интуитивного мышления учащихся // Педагогика и психология. Теория и методика обучения. – С. 46–49.
3. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. – М.: ИНТОР, 1996. – 544 с.
4. Журавлева Н.С. Учебно-познавательное умение – решать физические задачи // Инновационное развитие науки и образования. – 2017. – С. 65–79.
5. Кондратьев А.С., Ситнова Е.В. Физическое мышление на современном этапе развития науки // Известия Российского государственного педагогического университета. – 2007. – Т. 8. – № 34. – С. 7–20.
6. Ларченкова Л.А. Образовательный потенциал учебных физических задач в современной школе : Дис. ... д-ра пед. наук. – СПб., 2014. – 387 с.
7. Майер Р.В. Дидактическая сложность учебных текстов и ее оценка: монография. – Глазов: ГГПИ, 2020. – 149 с.
8. Мякишев Г.Я. и др. Физика: учебник для 10 кл. общеобразоват. учреждений / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский. – М.: Просвещение, 2010. – 366 с.
9. Мякишев Г.Я. и др. Физика: учебник для 11 кл. общеобразоват. учреждений / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Бу-

#### References

1. Gel'fman E.G., Holodnaya M.A. *Psihodidaktika shkol'nogo uchebnika. Intellektual'noe vospitanie uchashchih'sya* [Psychodidactics of the school textbook. Intellectual education of students]. St. Petersburg, Piter Publ., 2006. 384 p.
2. Gunasekera A.S. *Fizicheskie zadachi kak sredstvo razvitiya intuitivnogo myshleniya uchashchih'sya* [Physical tasks as a means of developing students' intuitive thinking]. *Pedagogika i psihologiya. Teoriya i metodika obucheniya* [Pedagogy and Psychology. Theory and methods of teaching]. Pp. 46–49.
3. Davydov V.V. *Teoriya razvivayushchego obucheniya* [The theory of developmental learning]. Moscow, INTOR Publ., 1996. 544 p.
4. Zhuravleva N.S. *Uchebno-poznavatel'noe umenie – reshat' fizicheskie zadachi* [Educational and cognitive ability - to solve physical problems]. *Innovacionnoe razvitie nauki i obrazovaniya* [Innovative development of science and education]. 2017, pp. 65–79.
5. Kondrat'ev A.S., Sitnova E.V. *Fizicheskoe myshlenie na sovremennom etape razvitiya nauki* [Physical thinking at the present stage of development of science]. *Izvestiya Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Izvestiya of the Russian State Pedagogical University]. 2007, V. 8, I. 34, pp. 7–20.
6. Larchenkova L.A. *Obrazovatel'nyj potencial uchebnyh fizicheskikh zadach v sovremennoj shkole. Dokt. Diss* [Educational potential of educational physical problems in a modern school. Doct. Diss]. St. Petersburg, 2014. 387 p.
7. Majer R.V. *Didakticheskaya slozhnost' uchebnykh tekstov i ee ocenka* [Didactic complexity of educational texts and its assessment]. Glazov: GGPI Publ., 2020. 149 p.
8. Myakishev G.YA. *Fizika: uchebnik dlya 10 kl. obshcheobrazovatel'nykh uchrezhdenij* [Physics: a textbook for 10 cells. general education institutions]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 2010. 366 p.
9. Myakishev G.YA. *Fizika: uchebnik dlya 11 kl. obshcheobrazovatel'nykh uchrezhdenij* [Physics: a textbook for

- ховцев, В.М. Чаругин. — М.: Просвещение, 2010. — 399 с.
10. Новиков А.М. Методология образования. — М.: «Эгвес», 2006. — 488 с.
  11. Ополев П.В. Метафизика сложности и «сложного мышления» // Омский научный вестник. — 2014. — № 1 (125). — С. 96–99.
  12. Перышкин А.В. Физика. 7 класс: учебник для общеобразоват. учреждений. — М.: Дрофа, 2013. — 221 с.
  13. Перышкин А.В. Физика. 8 класс: учебник для общеобразоват. учреждений. — М.: Дрофа, 2013. — 237 с.
  14. Перышкин А.В., Гутник Е.М. Физика. 9 класс: учебник для общеобразоват. учреждений. — М.: Дрофа, 2014. — 319 с.
  15. Рымкевич А.П. Задачник. 10–11 кл.: пособие для общеобразоват. учреждений. — М.: Дрофа, 2013. — 192 с.
  16. Усольцев А.П., Шамало Т.Н. Требования к физическим задачам в контексте формирования функциональной грамотности школьников // Школа будущего. — 2021. — № 2. — С. 316–323.
  17. Шалак В.И. Современный контент-анализ. Приложения в области: политологии, психологии, социологии, культурологии, экономики, рекламы. — М.: Омега-Л, 2004. — 272 с.
  18. Davis B., Sumara D. Complexity and Education: Inquiries Into Learning, Teaching, and Research. — Mahwah, New Jersey, London, 2006. — 201 p.
  - 11 cells. general education institutions]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 2010. 399 p.
  10. Novikov A.M. *Metodologiya obrazovaniya* [Methodology of education]. Moscow: «Egves» Publ., 2006. 488 p.
  11. Opolev P.V. *Metafizika slozhnosti i «slozhnogo myshleniya»* [Metaphysics of complexity and “complex thinking”]. *Omskij nauchnyj vestnik* [Omsk Scientific Bulletin]. 2014, I. 1 (125), pp. 96–99.
  12. Peryshkin A.V. *Fizika. 7 klass* [Physics. Grade 7]. Moscow, Drofa Publ., 2013. 221 p.
  13. Peryshkin A.V. *Fizika. 8 klass* [Physics. Grade 8]. Moscow, Drofa Publ., 2013. 237 p.
  14. Peryshkin A.V., Gutnik E.M. *Fizika. 9 klass* [Physics. Grade 9]. Moscow, Drofa Publ., 2014. 319 p.
  15. Rymkevich A.P. *Zadachnik. 10–11 kl.* [Task book. Grades 10–11]. Moscow, Drofa Publ., 2013. 192 p.
  16. Usol'cev A.P., SHamalo T.N. *Trebovaniya k fizicheskim zadacham v kontekste formirovaniya funkcional'noj gramotnosti shkol'nikov* [Requirements for physical tasks in the context of the formation of functional literacy of schoolchildren]. *SHkola budushchego* [School of the future]. 2021, I. 2, pp. 316–323.
  17. Shalak V.I. *Sovremennyj kontent-analiz. Prilozheniya v oblasti: politologii, psihologii, sociologii, kul'turologii, ekonomiki, reklamy* [Modern content analysis. Applications in the field: political science, psychology, sociology, cultural studies, economics, advertising]. Moscow, Omega–L Publ., 2004. 272 p.
  18. Davis B., Sumara D. *Complexity and Education: Inquiries Into Learning, Teaching, and Research.* — Mahwah, New Jersey, London, 2006. 201 p.