

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ
УДК 514.8



Применение методов математической физики для решения прикладных задач школьной математики

Алена Алексеевна БАХАРЕВА, Ольга Викторовна ФИЛИППОВА ✉
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина»
392000, Российская Федерация, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33
✉ philippova.olga@rambler.ru

Аннотация. Для выпускников школ актуален вопрос выбора экзаменов и подготовки к ним. На протяжении уже нескольких лет выпускной экзамен по математике (ЕГЭ) разделяют на два модуля: математика базового уровня и математика профильного уровня. Структура экзамена по профильной математике более объемна и гораздо сложнее в теоретическом плане, так как выбор этого экзамена подразумевает ориентированность выпускника на специальности с физико-математическим уклоном (различные инженерные специальности, специальности, связанные с обработкой больших баз данных, и т. д.). Структура КИМ ЕГЭ по профильной математике включает в себя задания как базового уровня освоения, так и углубленного. В связи с тем, что ФГОС среднего образования подразумевает наличие межпредметных связей, межпредметность находит свое отражение и в экзаменационных заданиях. Так, задание № 10 является расчетной задачей прикладного содержания, чаще всего представляющей собой физические формулы и зависимости, описывающие реальные физические процессы, расчеты в которых необходимо произвести с помощью математических методов. Хотя по уровню сложности данное задание и относится к заданиям базового содержания, при решении таких задач достаточно часто встречаются ошибки различного характера. В связи с этим в данном исследовании проанализированы результаты решения прикладных задач с физическим содержанием в КИМ ЕГЭ (динамический анализ за последние три года), рассмотрены основные виды задач данного типа, а вместе с этим и наиболее часто встречающиеся ошибки. Приведена методика решения прикладных задач описанного типа.

Ключевые слова: прикладные задачи школьной математики, межпредметные связи, методы решения, расчетные задачи по известной формуле

Для цитирования: Бахарева А.А., Филиппова О.В. Применение методов математической физики для решения прикладных задач школьной математики // Державинский форум. 2023. Т. 7. № 3. С. 407-411.

ORIGINAL ARTICLE
UDC 514.8

Methods' application of mathematical physics for solving applied problems of school mathematics

Alena A. BAKHAREVA, Olga V. FILIPPOVA ✉

Derzhavin Tambov State University
33 Internatsionalnaya St., Tambov, 392000, Russian Federation
✉ philippova.olga@rambler.ru

Abstract. The issue whether choosing exams and preparing for them is relevant for school graduates. For several years now, the final exam in mathematics (Unified State Exam) has been divided into two modules: basic-level mathematics and specialized-level mathematics. The exam structure in specialized mathematics is more voluminous and much more complicated in theoretical terms, since the choice of this exam implies that the graduate is focused on specialties with a physical and mathematical bias (various engineering specialties, specialties related to the large databases processing, etc.). The structure of control and measuring materials of the Unified State Exam in profile mathematics includes tasks of both: a basic level and an advanced one. Due to the fact that the Federal State Educational Standard of secondary education implies the presence of intersubject communications, intersubjectivity is also reflected in examination tasks. So, task no. 10 is a calculation task of applied content, most often representing physical formulas and dependencies that describe real physical processes, the calculations in which must be made using mathematical methods. Although, according to the complexity level, this task belongs to the basic content tasks, when solving such tasks, errors of a different nature are quite common. In this regard, this study analyzes the results of solving applied problems with physical content in the control and measuring materials of the Unified State Exam (dynamic analysis over the past three years), considers the main types of problems of such type, and with it the most common errors. A technique for solving applied problems of the described type is given.

Keywords: applied problems of school mathematics, interdisciplinary connections, solutions, calculation problems by formula

For citation: Bakhareva, A.A., & Filippova, O.V. (2023). Methods' application of mathematical physics for solving applied problems of school mathematics. *Derzhavinskii forum = Derzhavin Forum*, vol. 7, no. 3, pp. 407-411. (In Russ., abstract in Eng.)

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе проведен анализ результатов и возможных ошибок в заданиях ЕГЭ по математической физике. Задание 10 профильного уровня в ЕГЭ по математике проверяет наши математические знания в прикладных аспектах. Сами по себе математические задания несложные, но они завуалированы под задачи из реальной жизни. В ОГЭ по математике они входят в раздел реальная математика. Так как в ЕГЭ разделов на пря-

мую нет, то данной тематике посвятили задание № 10. В заданиях необходимо выразить неизвестное из физической формулы и подставить известные значения. Примеры решения межпредметных задач приведены в [1–3]. Результаты решения подобных задач на ЕГЭ были проанализированы согласно приведенному отчету¹.

¹ Отчет по ЕГЭ по математике по Тамбовской области за 2022 год. URL:

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ

Как известно, для решения различных заданий существуют свои определенные методы, выбор которых зависит от: уровня сложности задания, его содержания, межпредметных связей и еще ряда условий. Исходя из школьной практики, наиболее удачным для усвоения учащимися оказался следующий метод решения задания № 10 КИМ ЕГЭ по профильной математике.

Методика решения, описанная ниже (см. пример 1), представляет собой алгоритм, который возможно применить к большинству задач прикладного содержания, включаемых в экзаменационные материалы. Так, решение представляет собой следующие действия.

1. Анализируем условие (логически оцениваем представленный физический процесс, то есть определяем величины, которые известны, и те, которые необходимо рассчитать).

2. Выражаем из данного равенства неизвестную величину (записываем слева от знака равенства).

2.1. Для выражения неизвестной переменной необходимо определить взаимосвязь между постоянными и определяемой величиной (произведение, разность, сумма величин).

3. Подставляем заданные числовые значения величин, составляющих равенство, преобразовываем его.

4. Производим вычисления.

5. Записываем ответ.

Пример 1².

В розетку электросети подключены приборы, общее сопротивление которых составляет $R_1 = 56$ Ом. Параллельно с ними в розетку предполагается подклю-

чить электрообогреватель. Определите наименьшее возможное сопротивление R_2 этого электрообогревателя, если известно, что при параллельном соединении двух проводников с сопротивлениями R_1 и R_2 их общее сопротивление задается формулой: $R_{\text{общ}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$, а для нормального функционирования электросети общее сопротивление в ней должно быть не меньше 24 Ом. Ответ дайте в Омах.

Решение

1. В задаче дана величина сопротивления $R_1 = 56$ Ом. Требуется подобрать минимальное значение R_2 , такое, что дает сопротивление сети, равное 24 Ом.

2. Поскольку формула для вычисления дана, подставляя в нее заданные значения величин, имеем:

3. Решаем полученное уравнение:

$$\begin{aligned} 24 &= \frac{56R_2}{56+R_2}; \\ 24(56+R_2) &= 56R_2; \\ 1344+24R_2 &= 56R_2; \\ 32R_2 &= 1344; \\ R_2 &= 42. \end{aligned}$$

Получаем, что искомое сопротивление R_2 равно 42 Ом.

Ответ: 42.

Часто встречающиеся ошибки: неверное выражение определяемых величин, некорректная подстановка известных величин (невнимательность к единицам измерения в условии), неверные расчеты.

Предлагаемые методы предотвращения ошибок в прикладных задачах с физическим содержанием: усиление межпредметных связей с физикой, тренировка построения логического рассуждения при математическом описании физического процесса.

<https://rcoi68.ru/gia/egge/> (дата обращения: 12.03.2023).

² ЕГЭ 2020 Математика. URL: <https://mathlesson.ru/Ege2020fipi-yashenko36var-2var> (дата обращения: 13.03.2023).

Таблица 1

Процент выполнения задания № 10 в ЕГЭ

Table 1

The percentage of completion of task № 10 in the exam

Показатель	Группа 1 0–26 баллов	Группа 2 27–60 баллов	Группа 3 61–80 баллов	Группа 4 81–100 баллов
Процент выполнения задания	19	78	96	99

АНАЛИЗ УСПЕШНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ С ПРИКЛАДНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ НА ЕГЭ

Средний процент выполнения задания данного типа в 2022 г. составил 84 %, что на 7 % больше, чем в предыдущем учебном году.

Результаты выполнения задания № 10 участниками экзамена в группах с разными уровнями подготовки приведены в табл. 1.

По сравнению с 2021 г. решаемость этой задачи повысилась в группах 1, 2, 3 и понизилась в группе 4. Умение использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни, умение описывать с помощью функций различные зависимости между величинами, умение извлекать нужную информацию из текста сформировано в

группах 2, 3, 4 на достаточном уровне и не сформировано у участников экзамена из группы 1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение методов математической физики для решения прикладных задач школьной математики нашло свое отражение в структуре КИМ ЕГЭ профильной математики, при этом на практике достаточное количество учащихся на экзамене допускает ошибки различного характера, главной из которых является недостаточное понимание связи между математикой и физикой. Поэтому наиболее частые расчетные ошибки связаны с неумением логически характеризовать физические процессы. При этом ошибки вполне возможно избежать, если анализировать условие задачи по определенному принципу (алгоритму).

Список источников

1. Леванов Е.И., Михайлов А.П., Новиков В.Г. V Всесоюзная школа молодых ученых «Численные методы решения задач математической физики» // Дифференциальные уравнения, 1982. Т. 18. № 7. С. 1281–1282. URL: <https://www.mathnet.ru/links/736aa31908b9014c2d8c252282fa362f/de4621.pdf>
2. Bratus A., Dimentberg M., Lourtchenko D. Optimal bounded response control for a second-order system under a white-noise excitation // Journal of Vibration and Control. 2000. Vol. 6. P. 741–735. <https://doi.org/10.1177/1077546316670072>
3. Filimonov A.M. Continuous approximation of difference operators // Journal of Difference Equation and Applications. 1996. Vol. 2. № 4. P. 411–422. <https://doi.org/10.1080/10236199608808075>

References

1. Levanov E.I., Mihajlov A.P., Novikov V.G. (1982). 5 Vsesojuznaja shkola molodyh uchenyh «Chislennye metody reshenija zadach matematicheskoy fiziki» [The fifth all-union school of young scientists “Numerical methods for solving problems of mathematical physics”]. *Differencial'nye Uravnenija = Differential Equations*, vol. 18, no. 7, pp. 1281-1282. Available at: <https://www.mathnet.ru/links/736aa31908b9014c2d8c252282fa362f/de4621.pdf> (In Russ.)
2. Bratus A., Dimentberg M., Lourtchenco D. (2000). Optimal bounded response control for a second-order system under a white-noise excitation. *Journal of Vibration and Control*, vol. 6, pp. 741-735. <https://doi.org/10.1177/1077546316670072>
3. Filimonov A.M. (1996). Continuous approximation of difference operators. *Journal of Difference Equation and Applications*, vol. 2, no. 4, pp. 411-422. <https://doi.org/10.1080/10236199608808075>

Информация об авторах

Бахарева Алена Алексеевна, магистрант по направлению подготовки «Математика (преподавание математики и информатики)», Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, baxarewa26@yandex.ru

Филиппова Ольга Викторовна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры функционального анализа, Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, philippova.olga@rambler.ru

Information about the authors

Alena A. Bakhareva, Master's Degree Student of Mathematics (Teaching Mathematics and Computer Science), Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russian Federation, baxarewa26@yandex.ru

Olga V. Filippova, Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor, Associate Professor of the Functional Analysis Department, Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russian Federation, philippova.olga@rambler.ru

Статья поступила в редакцию / The article was submitted 25.04.2023

Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing 21.06.2023

Принята к публикации / Accepted for publication 26.06.2023