

УДК 378.14

DOI: 10.18384/2310-7219-2023-2-43-57

СПЕЦИФИКА СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ В МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОЛИМПИАДАХ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Власова Е. А., Попов В. С., Шишкина С. И.

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана
105055, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, Российская Федерация

Аннотация

Актуальность исследования вызвана необходимостью раскрыть специфику использования ситуационных задач в математических олимпиадах для школьников, проводимых в техническом университете.

Цель данной работы – обобщить и проанализировать опыт включения разработанных авторами статьи ситуационных задач в олимпиады по математике; показать связь предлагаемых для решения ситуационных задач не только с математикой, но и со знаниями, полученными в процессе изучения других школьных предметов, таких как физика, информатика; показать связь тематических заданий с профориентацией технического университета имени Н. Э. Баумана на космическую отрасль; систематизировать основные ошибки, возникающие при решении ситуационных задач; провести сравнительный анализ степени решаемости школьниками ситуационных задач с «традиционными» олимпиадными задачами; разработать алгоритм аргументированного оценивания решения каждой задачи.

Методы исследования. В данном исследовании применялись общенаучные и специальные методы: диалектический, анализ и синтез, сравнение и аналогия, системный, сравнительный анализ, статистические методы.

Научная новизна / теоретическая и/или практическая значимость. Показана связь олимпиадных ситуационных задач по математике в техническом вузе с выявлением одарённых школьников, ориентированных на инженерно-технические специальности, способных к техническому творчеству и инновационному мышлению. Составлена классификация типов ситуационных задач, включаемых в математические олимпиады для школьников с учётом специфики технического вуза. Разработан алгоритм оценивания решения каждой предлагаемой для решения задачи. Указаны значимость заданий в формировании у школьников представления о математике как фундаментальной дисциплине, важность применения методов и средств, которые позволяют решать прикладные, в том числе и профессиональные, задачи.

Результаты исследования. На основе обобщения полученных результатов доказана целесообразность использования ситуационных задач в математических олимпиадах для школьников в техническом вузе. Решая ситуационные задачи, учащийся комплексно работает с информацией, поэтапно совершая интеллектуальные операции, используя при этом как предметные, так и межпредметные и метапредметные знания. Знакомство с такого рода заданиями способствует формированию у обучаемого интереса к предмету и росту мотивации по его изучению. Выявлены и проанализированы основные ошибки, возникающие при решении ситуационных задач.

Выводы. Делается вывод о важности включения в математические олимпиады школьников ситуационных задач, способствующих получению профессионально значимых знаний в техническом вузе.

Ключевые слова: ситуационная задача, математическая олимпиада школьников, профориентированные задания, научно-познавательные задания, междисциплинарные задания, профессиональная адаптация, сопоставительный анализ, статистические методы

THE SPECIFICS OF SITUATIONAL TASKS IN MATHEMATICAL OLYMPIADS FOR SCHOOLCHILDREN AT A TECHNICAL UNIVERSITY

E. Vlasova, V. Popov, S. Shishkina

Bauman Moscow State Technical University

ul. 2-ya Baumanskaya, 5, Moscow, 105055, Russian Federation

Abstract

Relevance of the research is caused by the need to reveal the specifics of the use of situational problems in mathematical Olympiads for schoolchildren held at a technical university.

Aim. To generalize and analyze the experience of including situational tasks developed by the authors of the article in math Olympiads; to show the connection of situational tasks proposed for solving not only with mathematics, but also the knowledge gained in the process of studying other school subjects, such as physics, computer science; to show the connection of thematic tasks with the vocational guidance of the Technical University named after N.E. Bauman on the space industry; to systematize the main errors that arise when solving situational problems; to conduct a comparative analysis of the degree of solvability of situational tasks by schoolchildren with "traditional" Olympiad tasks, to develop an algorithm for reasoned evaluation of the solution of each problem.

Methodology. In this study, general scientific and special methods were used: dialectical, analysis and synthesis, comparison and analogy, system, comparative analysis, statistical methods.

Scientific novelty / theoretical and/or practical significance. The connection of Olympiad situational problems in mathematics at a technical university with the identification of gifted students focused on engineering and technical specialties capable of technical creativity and innovative thinking is shown. A classification of the types of situational problems included into mathematical Olympiads for schoolchildren, taking into account the specifics of a technical university, has been compiled. An algorithm for evaluating the solution of each proposed problem has been developed. The importance of tasks in the formation of students' understanding of mathematics as a fundamental discipline, the use of methods and means of which allows solving applied tasks, including professional ones, is indicated.

Results. Based on the generalization of the results obtained, the expediency of using situational problems in mathematical Olympiads for schoolchildren at a technical university is proved. Solving situational problems, the student works comprehensively with information, gradually performing intellectual operations, using both subject and inter-subject and meta-subject knowledge. Familiarity with such tasks contributes to the formation of the student's interest to the subject and the growth of motivation to study it. The main errors that arise when solving situational problems are identified and analyzed.

Conclusion. The conclusion is made about the importance of including situational tasks into mathematical Olympiads for schoolchildren that contribute to obtaining professionally significant knowledge in a technical university.

Keywords: situational problem, mathematical Olympiad for schoolchildren, career-oriented tasks, scientific and cognitive tasks, interdisciplinary tasks, professional adaptation, comparative analysis, statistical methods

ВВЕДЕНИЕ

Базовая школьная программа по математике рассчитана на среднего ученика. Однако большая часть школьников стремится перейти этот средний рубеж и повысить свои знания с помощью самостоятельной работы. При этом существ-

ует множество мероприятий, которые позволяют мотивировать школьников к такой самостоятельной работе при решении задач более высокого уровня. Одним из таких мероприятий являются математические олимпиады.

Математические олимпиады – это интеллектуальные соревнования, дающие участникам уникальный шанс для развития своих способностей к точным наукам, это одна из форм активизации математического творчества школьников. Они наиболее эффективно позволяют выработать умения решать нестандартные задачи, требующие изобретательности и углублённого знания математики [3; 6; 15]. Решение нестандартных задач – сложный творческий процесс, где большую роль играют такие факторы, как интуиция, спонтанно возникающие ассоциации и т. д. При решении таких задач не может быть единого метода, подхода, позволяющего решить любую задачу. Решение таких задач способствует развитию познавательности в сочетании со скрупулёзной точностью, раскрывает и развивает исследовательский дух, формирует мыслительную деятельность, умение увидеть задачу всесторонне, рассматривать её различные аспекты, выделяя существенное и второстепенное [5; 10; 15].

Следует различать чисто математические задачи, сформулированные и записанные на математическом языке, имеющие однозначное толкование, и задачи «ситуационные», в описании условия которых используется нематематическая терминология.

Ситуационные задачи воссоздают условия, которые могут возникнуть в реальной действительности, имеют практико-ориентированный характер и содержат проблемный вопрос¹ [7–9]. Формулировка таких задач на математических олимпиадах не только содержит числовые характеристики, но и включает качественные показатели, связанные с

описанием конкретных жизненных процессов и событий. Решая ситуационные задачи, учащийся комплексно работает с информацией, поэтапно совершая интеллектуальные операции: первичный анализ описанной ситуации, выделение первостепенных и второстепенных факторов, определение недостающих параметров для ответа на вопрос задачи, поиск путей восполнения отсутствующей информации, выработка последовательности действий для получения конечного результата, оценка полученного результата² [11; 12]. Для решения ситуационных задач необходимы как предметные, так и межпредметные и метапредметные знания. Учащийся непосредственно видит возможность применения своих предметных знаний в разных видах деятельности. Знакомство с такими задачами пробуждает интерес учащихся к предмету и приводит к росту мотивации по его изучению, развивает аналитические способности, логичность и последовательность действий, обоснованность суждений и результатов [13; 16].

В решении таких задач наиболее важным и трудным является перевод задачи на математический язык, построение математической модели изложенной ситуации. Более того, как ни парадоксально, стимулируют к углублению изучения математики те задачи, которые школьнику решить не удалось.

Решение ситуационных задач, а также задач повышенной трудности помогает ученикам овладеть различными математическими методами и приёмами логических рассуждений, полезными не только в олимпиадных задачах, но и в задачах школьной программы. Это является одной из составляющих современного методического ресурса обновления школьного образования [1; 14].

¹ Акулова О. В., Писарева С. А., Пискунова Е. В. Конструирование ситуационных задач для оценки компетентности учащихся: учебно-методическое пособие для педагогов школ. Санкт-Петербург: КАРО, 2008. 96 с.

Лебедев О. Е. Учимся вместе решать проблемы. Ч. 1.: методическое пособие для учителей. Санкт-Петербург: Образование – культура, 2004. 185 с.

² Учебно-методические рекомендации по решению ситуационных задач / А. П. Степанов, Ю. В. Украинченко, А. В. Приходько. Омск: Издательство Омского автобронетанкового инженерного института, 2019. 100 с.

Поэтому школьники, имеющие опыт участия в олимпиадах разного уровня, активнее других, у них хорошо развито логическое мышление, они способны критически относиться к полученным результатам, оценивать их на правдивость, чаще других склоняются к участию в математических кружках, в различного рода внеклассных мероприятиях, связанных с их интересами в будущей студенческой жизни. Участие в олимпиадах – ещё одна ступенька их взросления, формирования мировоззрения и мотивации к получению высшего образования.

Из многолетнего опыта работы авторов статьи на математических кафедрах технического университета следует, что в вузе заметна разница между студентами, даже хорошо освоившими школьную программу, но не участвовавшими в школьных математических олимпиадах, и теми, кто участвовал в них. Не участвовавшие в олимпиадах студенты привыкли при решении математических задач действовать шаблонно, строго по алгоритму, им трудно самим придумать новый способ решения задачи, применить свои знания в новой или нестандартной ситуации. Отсутствие этих навыков отрицательно сказывается и на изучении других дисциплин, в том числе специальных, и на инженерной деятельности в целом.

МГТУ им. Н. Э. Баумана на протяжении многих десятков лет готовит высококвалифицированных специалистов для космической индустрии. Это нашло своё отражение и в тематике заданий математических олимпиад.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Цель и задачи исследования

Цель данной работы – обобщить и проанализировать опыт включения разработанных авторами статьи ситуационных задач в олимпиады по математике; показать связь предлагаемых для решения ситуационных задач не только с тематикой, но и со знаниями, полученными

ми в процессе изучения других школьных предметов, таких как физика, информатика; показать связь тематических заданий с профориентацией технического университета имени Н. Э. Баумана на космическую отрасль; систематизировать основные ошибки, возникающие при решении ситуационных задач; провести сравнительный анализ степени решаемости школьниками ситуационных задач с «традиционными» олимпиадными задачами; разработать алгоритм аргументированного оценивания решения каждой задачи.

Стоит отметить, что в университете ведётся масштабная профориентационная работа по формированию готовности старшеклассников к выбору профессий космической отрасли. Частью такой работы является проведение математических олимпиад для школьников в рамках проекта «Шаг в будущее». В этой связи цель данного исследования заключается в разработке олимпиадных ситуационно-тематических задач, связанных как со спецификой технического вуза, так и со знаниями, полученными в процессе изучения других школьных предметов.

В рамках данного исследования при опоре на эмпирический опыт и имеющиеся теоретические разработки были выполнены следующие задачи:

- проведён анализ имеющейся научной практико-теоретической базы по теме исследования;

- составлена классификация типов ситуационных задач, которые целесообразно включать в математические олимпиады для школьников с учётом специфики технического вуза;

- обобщён и проанализирован опыт включения ситуационных задач в олимпиаду по математике в рамках общеуниверситетского проекта «Шаг в будущее»;

- систематизированы основные ошибки, возникающие при решении ситуационных задач;

- разработан алгоритм аргументированного пошагового оценивания ре-

шения каждой задачи с использованием балльной пятиразрядной системы;

– проведён сравнительный анализ степени решаемости школьниками ситуационных задач с другими «традиционными» олимпиадными задачами с представленной выборкой таких результатов.

Методология и методы исследования

Исследование опиралось на методологию системного, деятельностного и личностно-ориентированного подходов. В ходе исследования применялись общенаучные и специальные методы: диалектический, анализ и синтез эмпирических данных, сравнение и аналогия, системный, сравнительный и сопоставительный анализ исследуемых проблем, статистические методы.

Организация исследования и ход работы

В ходе исследования был проведён анализ научной практико-теоретической базы по теме исследования [1–16], отмечено, что применение в математическом образовании ситуационных задач пробуждает интерес учащихся к предмету, приводит к росту мотивации к его изучению, развивает аналитические способности, логичность и последовательность действий, стимулирует расширение межпредметных и метапредметных знаний.

В процессе работы была составлена классификация типов ситуационных задач, которые, по мнению авторов статьи, целесообразно включать в математические олимпиады для школьников с учётом специфики технического вуза, был обобщён и проанализирован опыт такого включения ситуационных задач в рамках общеуниверситетского проекта «Шаг в будущее», систематизированы основные ошибки, возникающие при их решении.

Заключительным этапом работы явились анализ распределения оценок, полученных школьниками 10-х и

11-х классов за ситуационную задачу, а также сравнение степени решаемости школьниками ситуационной задачи с другими «традиционными» олимпиадными задачами.

Результаты исследования и их обсуждение

Авторами статьи проведён анализ и составлена классификация типов ситуационных задач, которые целесообразно включать в математические олимпиады для школьников с учётом специфики технического вуза.

Классификация ситуационных задач математических олимпиад

А. Профориентационные задания.

В университете ведётся большая профориентационная работа по формированию готовности старшеклассников к выбору профессий космической отрасли. Олимпиада по математике в университете создана для выявления одарённых школьников, ориентированных на инженерно-технические специальности, способных к техническому творчеству и инновационному мышлению. В олимпиадные задания по математике необходимо включать ситуационные задачи, способствующие получению профессионально значимых знаний, показывающих связь математических понятий, положений и методов с будущей профессией. Такие задания формируют представление о математике как фундаментальной дисциплине, применение методов и средств которой позволяет решать прикладные, в том числе и профессиональные, задачи.

Приведём пример ситуационной задачи, предлагавшейся на олимпиаде по математике «Шаг в будущее».

Пример 1. В 2022 г. исполняется 65 лет запуску первого искусственного спутника Земли (ИСЗ). В настоящее время для обеспечения бесперебойной работы сотовой связи, систем теле- и радиовещания используются различные виды

и очищает дальнюю от себя площадку (на ней в основном находится кирпичный лом). Эта площадка с внешней стороны ограничена большой дугой CD окружности с центром в точке O и радиусом 6 м, отрезками CG и FD (точки F и G находятся на соответствующих радиусах OC и OD), а с внутренней стороны – большой дугой FG первой окружности с центром в точке E .

Определите площадь под кирпичным ломом (без металлических остатков), если точка O находится в 2 м от точки E по направлению к центру металлического завала, угол EOD равен 45° .

В. Научно-познавательные задания.

Ситуационные задачи могут выступать в качестве ресурса развития мотивации учащихся к познавательной деятельности. Решение такой задачи может подтолкнуть учащегося к более детальному изучению вопросов, рассматриваемых в задаче.

Пример 3. На улицах городов в рекламных и декоративных целях всё чаще используются гибкие дисплеи («электронная бумага»), в которых в качестве основного компонента вместо стекла используются слои гибкой органической плёнки, создающие свой собственный источник света определённого цвета при прохождении тока через них. В процессе реализации рекламного проекта в форме гибкого прямоугольника $ABCD$ со сторонами 8 на 15 для усиления прочности дизайнерам пришлось нанести на один из слоев специальное органическое соединение в виде двух половинок кругов, один из которых опирается на диаметр KB , второй на диаметр MD , где точка K лежит на меньшей стороне дисплея между точками A и B , точка M лежит на большей стороне между точками A и D . Круги при этом касаются диагонали AC . Найдите радиусы этих кругов и координаты точек касания в прямоугольной системе координат с началом в точке A и осью абсцисс, направленной вдоль большей стороны дисплея.

Г. Междисциплинарные задания.

Специфика ситуационной задачи заключается в том, что она носит ярко выраженный практико-ориентированный характер, но для её решения необходимо конкретное предметное знание. Зачастую для решения ситуационной задачи учащимся требуется знание нескольких учебных предметов. Выполняющие эти задания должны быть готовы осваивать новую информацию интеграционного характера и на основе этого проводить исследовательскую работу.

Пример 4. Ракетно-космической корпорацией (РКК) получен заказ на доставку на орбиту Земли (на высоту 1700 км) полезного груза (спутника) массой $M_0 = 20$ т с обеспечением конечной его скорости $v_k = 7,2$ км/с. Для большей эффективности космических запусков ракет-носители строят в виде последовательно отделяющихся ступеней, каждая из которых имеет свой двигатель и бак с горючим. Как только заканчивается топливо в баке первой ступени, она отделяется от ракеты, и в действие вступает двигатель второй ступени и т. д., пока не отделятся все ступени. Известно, что на этапе работы i -й ступени ракеты её конечная скорость v_k^i вычисляется по формуле $v_k^i = v_0^i + 3,6 \cdot \ln\left(\frac{M_0 + M_R^i + M_T^i}{M_0 + M_T^i}\right)$, где v_0^i – начальная скорость ракеты, M_0 – масса полезного груза (постоянная величина), M_R^i – текущая масса конструкции ракет-носителя (сумма масс неотброшенных ступеней), и M_T^i – начальная масса топлива i -й ступени ракеты. Конструкторы ракеты-носителя подобрали массы ступеней так, что если ракета-носитель состоит из n ступеней, то с отделением i -й ступени начальная скорость v_0^{i+1} оставшейся части ракеты оказывается равной величине $v_0^{i+1} = \frac{v_k^i}{n} \cdot i$, $i = 1, 2, \dots, n$. Отношение массы топлива M_T^i к массе конструкции M_R^i постоянно для каждой ступени ракеты и равно 11. Ракета стартует с Земли с начальной скоростью $v_0^1 = 0$. Определите: 1) минимально необходимое

количество ступеней ракеты для достижения требуемой конечной скорости v_k ; 2) необходимое для этого суммарное количество топлива. Ответ дайте в тоннах, округлив до десятых долей.

Д. Задачи с лишними числовыми данными. Для успешного решения ситуационных задач учащиеся должны владеть навыками смыслового чтения математического текста, уметь выделять первостепенные и второстепенные факты, анализировать числовые данные задачи и учитывать только те, которые необходимы для получения результата. Верный ответ на вопрос задачи возможен только в том случае, если ученик правильно определяет область необходимых числовых данных и отбрасывает лишние.

Пример 5. После сильного снегопада площадь университетского комплекса скрылась под толщей снега. Воспользовавшись ситуацией, студенты решили проверить в деле собранного ими робота-уборщика снега. В блок управления робота они внесли следующую программу: прочистить дорожку в виде кривой линии между входами в 1-ый и 2-ой корпуса университета так, чтобы расстояние от каждой точки этой линии до фонарного столба, расположенного на площади между корпусами, равнялось расстоянию от этой точки до прямой линии забора, ограничивающего площадь. Расстояние от фонарного столба высотой 8 м до забора равно 20 м, расстояние от входа в 1-ый корпус до забора равно 50 м. За работой робота с улицы наблюдал прохожий, который шёл вдоль забора с постоянной скоростью 10 м/мин, не меняя направления движения. При этом он с удивлением наблюдал, что прямая линия, направленная от него к роботу, всегда оказывалась перпендикулярной линии забора.

Напишите уравнение линии, по которой прошёл робот во время расчистки снега, в системе координат с началом отсчёта – точкой забора, ближайшей к фонарю, осью абсцисс, направленной вдоль забора по направлению движения прохо-

жего, и осью ординат, направленной на фонарь. Определите координаты робота через 6 минут с момента начала расчистки от входа в 1-ый корпус.

Е. Задачи с недостающими данными, которые выбираются самостоятельно и рассматриваются в качестве параметра. На математических олимпиадах часто предлагаются задачи с параметрами. Наиболее интересными они становятся, если они даются в контексте ситуационной задачи.

Пример 6. Траектории, по которым движутся снаряды зенитного орудия, задаются уравнением $y = px - 0,25(1 + p^2)x^2$, $y \geq 0$, где параметр p ($0 < p < +\infty$) определяется наклоном траектории в начальной точке. Может ли снаряд попасть в точку $M(3/4; 3/4)$? Укажите на плоскости xOy все точки, через которые проходят траектории.

Ж. Логические или комбинаторные задачи. При обучении математике в последнее время возрастает роль комбинаторных задач, т. к. именно в них закладываются возможности не только для развития алгоритмического и логического мышления учащихся, но и для подготовки обучающихся к решению проблем, которые возникают в повседневной жизни.

Пример 7. В 12 часов дня на привал остановились 10 туристов. Они решили послать троих за водой, троих за дровами, а двоих в сельский магазин за продуктами, остальные должны ставить палатки в лагере. Туристы долго спорили между собой о том, кто и что должен делать. Петя предложил бросить жребий, учитывая все возможные способы распределения обязанностей между туристами. Для проведения жеребьевки ребята договорились заготовить одинаковые бумажки, на каждой из которой записать один из таких способов. У них нашёлся один карандаш на всех и школьная тетрадь. Оказалось, что на подготовку одной бумажки для жеребьевки нужно не менее 2 секунд. Успеют ли туристы бросить жребий до закрытия сельского магазина

в 9 часов вечера? Сколько всего бумажек они должны заготовить?

3. Контекстные (сюжетные) задачи.

В условиях контекстных задач описываются конкретные жизненные ситуации, связанные с имеющимися у учащихся знаниями и личным опытом [2; 4]. Эти задачи должны иметь понятный школьникам сюжет, в событиях которого каждый из них мог бы участвовать. Перед школьником стоит задача актуализации своих знаний и личного опыта для решения поставленной проблемы.

Пример 8. Друзья Вася, Петя и Коля живут в одном доме. Однажды Вася и Петя пешком отправились на рыбалку на озеро. Коля остался дома, пообещав приятелям встретить их на велосипеде, когда они будут возвращаться. Первым домой отправился Вася, одновременно с ним навстречу на велосипеде выехал Коля. Петя с той же скоростью, что и Вася, отправился с озера домой в момент встречи Коли и Васи. Коля, встретив Васю, сразу же развернулся и довез его домой, а затем тотчас же снова на велосипеде двинулся по дороге к озеру. Встретив Петю, Коля вновь развернулся и довёз приятеля до дома. В результате, время, затраченное Петей на дорогу с озера домой, составило $\frac{4}{3}$ от времени, затраченного Васей на тот же путь. Во сколько раз медленнее Вася добрался бы до дома, если бы весь путь он прошёл бы пешком?

И. Проблемные задачи на оптимизацию. Ситуационные задачи на оптимизацию формируют способность предусмотреть такой сценарий действий в реальной жизненной ситуации, при котором реализуется наиболее (наименее) предпочтительный вариант событий. Умение решать такого рода задачи помогает учащемуся правильно планировать жизненные ситуации, предусматривать различные варианты решения возникающих проблем, выбирать из них оптимальные.

Пример 9. Производство керамических изделий состоит из 3 последовательных этапов: формование керамического

изделия на гончарном круге в течение 15 минут, сушка в течение 10 минут, и обжиг в течение 30 минут. Требуется изготовить 75 изделий. Как распределить 13 мастеров на формовщиков и обжигальщиков для работы на 1 и 3 этапах соответственно в течение всего отведенного на этап времени (для сушки изделий рабочие не требуются), чтобы выполнить работу за кратчайшее время? В ответ запишите кратчайшее время (в минутах), необходимое для выполнения всей работы.

Анализ опыта включения ситуационных задач в олимпиаду по математике «Шаг в будущее»

В заключительном туре олимпиады по математике «Шаг в будущее», проводимой в МГТУ им. Н. Э. Баумана, школьникам предлагались ситуационные задачи, связанные с реальными событиями, которые происходят в окружающем мире: полёты спутников-ретрансляторов, работа снегоуборочного робота, разработка дизайна дисплеев телефонов, сайтов, работа геодезистов по прокладке линий электропередач, дорог...

В ходе решения ситуационной задачи необходимо было осмыслить жизненную ситуацию, выявить техническую проблему. Как правило, задачи имели не единственный способ решения, и учащиеся могли выбрать любой подход. Для получения ответа необходимы были навык работы с информацией, умение моделировать, строить графики функций, применять геометрические методы. Большинство таких задач были связаны не только с математикой, для их решения требовались и знания, полученные в процессе изучения разных предметов, это и физика, и информатика.

Заключительный этап олимпиады по математике «Шаг в будущее» в 2021–2022 г. представлял собой решение шести олимпиадных заданий, среди которых была ситуационная задача. Максимально возможный результат за заключительный этап составлял 100 баллов. За пра-

вильно решённую ситуационную задачу участник мог получить 20 баллов. При проверке применялся алгоритм пошагового оценивания решения каждой задачи, когда эксперт положительно оценивал всякое верное действие, каждый аргументированный «шаг» конкурсанта на пути продвижения его к ответу. Для оценки степени решаемости задачи использовался пятиразрядный ряд – 1; 0,75; 0,5; 0,25; 0 – отметки, зависящие от количества ошибок при решении задач. Так «1» ставилась при полностью безупречном решении и наличии ответа, а «0» – если конкурсант не приступал к решению задачи либо в решении отсутствовали важные аспекты решения. Промежуточные отметки устанавливались по степени решаемости задания после коллегиального обсуждения экспертами задач варианта при проверке. Оценка за выполненную задачу фиксировалась как количество баллов, определяемое произведением отметки на максимальное количество баллов, назначенное за задачу. Так, если за ситуационную задачу было назначено 20 баллов, то в зависимости от степени её решаемости конкурсант мог получить 20, 15, 10, 5

или 0 баллов. В 2022 г. в олимпиаде принимали участие 1554 десятиклассника и 1410 одиннадцатиклассников. Распределение оценок за ситуационную задачу в этих группах участников представлено на рис. 3. Только 7,4% школьников 10 класса и 4,7% школьников 11 класса представили полностью обоснованное решение и получили верный ответ, а 76,1% учащихся 10 класса и 79,2% учащихся 11 класса в решении этой задачи не продвинулись ни на шаг. Надо отметить, что математический аппарат, который используется для решения этой задачи, многим из участников хорошо знаком, и если бы задача была представлена в формализованном виде, то они бы с ней благополучно справились. Трудности возникли на этапе работы с информацией и построения математической модели конкретной практической ситуации.

Если сравнивать степень решаемости школьниками ситуационной задачи с другими «традиционными» олимпиадными задачами, можно констатировать, что ситуационные задачи можно отнести к разряду самых сложных олимпиадных заданий. На рис. 4 представлена выборка



Рис. 3 / Fig. 3. Ситуационная задача 2022 / Situational task 2022

Источник: составлено авторами.

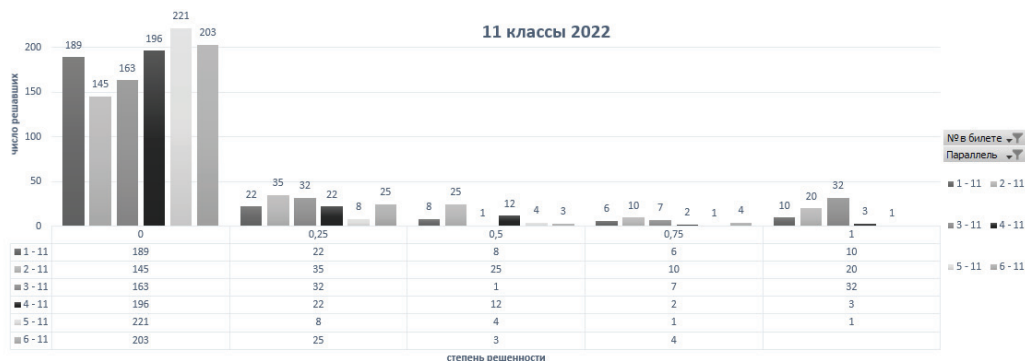


Рис. 4 / Fig. 4. Степень решённости всех задач 2022 / The degree of resolution of all tasks 2022

Источник: составлено авторами.

результатов решения всех шести задач 235 одиннадцатиклассниками, участвующими в заключительном этапе олимпиады в 2022 г. Школьники решали задачи по следующим темам: № 1 – теория чисел; № 2 – комбинаторика; № 3 – планиметрия; № 4 – система с параметром; № 5 – стереометрия; № 6 – ситуационная задача.

Основные трудности, возникшие при решении школьниками ситуационных задач.

1. Неумение читать текст и осмыслить ситуацию в полном объёме, сопоставить имеющиеся в тексте факты и понять, какую проблему требуется решить в задаче. Достаточно большое количество школьников, начиная читать, не смогли уяснить суть задачи из-за длинного текста. Ребята привыкли читать короткие, односложные предложения.

2. Отсутствие навыков работы с графиками, системами координат. Для многих школьников графики функций, системы координат – это что-то формальное, никак не связанное с действительностью, не используемое на практике.

3. Неспособность найти координаты точек, определить направление движения. Это следствие отсутствия навыков работы с системами координат и векторами.

4. Неспособность из нескольких полученных решений выбрать те, которые соответствуют рассматриваемой ситуации.

Школьники не привыкли осуществлять проверку полученных результатов в соответствии со здравым смыслом. Для большей части школьников проверка заключается в сопоставлении своего результата с доступными ответами к этому заданию.

5. Трудность в изложении своих мыслей, в обосновании выдвинутых гипотез: учащиеся приводили путанные нелогичные рассуждения, далёкие от описанной в задаче ситуации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ситуационные задачи воссоздают условия, которые могут возникнуть в реальной действительности, имеют практико-ориентированный характер и содержат проблемный вопрос. Решение такого рода задач – сложный творческий процесс, где необходимо привлечение как математических, так и межпредметных знаний. Здесь, как правило, может не быть единого подхода, метода решения задачи, здесь большую роль играют такие факторы, как интуиция, спонтанно возникающие ассоциации и т. д. В решении таких задач наиболее важным и трудным является перевод задачи на математический язык, построение математической модели изложенной ситуации.

Решая олимпиадные ситуационные задачи, учащийся комплексно работает с информацией, производя анализ описанной ситуации, выделяя первостепенные

и второстепенные факты, вырабатывая последовательность действий для получения конечного результата, оценивая полученный результат. Всё это способствует развитию познавательности в сочетании со скрупулёзной точностью, раскрывает и развивает исследовательский дух, формирует мыслительную деятельность, помогает ученикам овладеть различными математическими методами и приёмами логических рассуждений, полезными не только в олимпиадных задачах, но и в задачах школьной программы.

Разработанные авторами статьи олимпиадные ситуационно-тематические задачи, их классификация позволили гармонично связать специфику технического вуза с межпредметными знаниями, полученными учениками в процессе

изучения других школьных предметов. Предложенный авторами алгоритм аргументированного пошагового оценивания решения каждой задачи с использованием бальной пятиразрядной системы дал возможность детально оценить ход её решения. Проведённая систематизация ошибок, трудностей, возникающих при решении ситуационных задач, помогла авторам расставить приоритеты в работе со школьниками на подготовительных курсах для поступающих в вуз.

Таким образом, можно сделать вывод о целесообразности включения в математические олимпиады для школьников ситуационных задач с учётом специфики технического вуза.

Дата поступления в редакцию 21.02.2023

ЛИТЕРАТУРА

1. Батаева Я. Д., Лещенко Е. Ю., Мозговая М. А. Методика использования геометрических образов при решении контекстных математических задач // Проблемы современного математического образования. 2020. № 66-3. С. 15–18.
2. Виноградова М. В. Повышение уровня математических знаний с использованием контекстных задач // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2019. № 3 (28). С. 64–66.
3. Келдибекова А. О. О подходах к оценке решения задач математических олимпиад школьников // Перспективы науки и образования. 2019. № 5 (41). С. 324–344.
4. Константинова Т. Н. Контекстные задачи как средство формирования приёмов математического моделирования у учащихся общеобразовательной школы // Мир науки, культуры, образования. 2014. № 1 (44). С. 30–32.
5. Крупнов А. В., Пурышева Н. С. Анализ уровня умения учащихся средней школы решать задачи с нестандартным условием (контекстные и ситуационные задачи) // Школа будущего. 2021. № 4. С. 94–107.
6. Панишева О. В., Логинов А. В. Открытая олимпиада как средство математического просвещения школьников // Вестник Московского университета. Серия 20: Педагогическое образование. 2019. № 1. С. 110–118.
7. Приходько М. А., Смирнова О. Б. Ситуационные задачи как средство интеграции фундаментальных и специальных знаний [Электронный ресурс] // Мир науки. 2018. № 3. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/31PDMN318.pdf> (дата обращения: 10.01.2023).
8. Приходько М. А., Смирнова О. Б. О применении ситуационных задач в развитии логической культуры обучающихся // Актуальные вопросы математического образования: состояние, проблемы и перспективы развития: материалы Всероссийской научно-практической конференции / Сургут, 26 февраля – 3 марта 2018 г. / под ред. Н. В. Сухановой. Сургут: Сургутский государственный педагогический университет, 2018. С. 128–135.
9. Рубашко И. В. Решение ситуационных задач в контексте практикоориентированного обучения на факультете профорientации и довузовской подготовки // Достижения фундаментальной, клинической медицины и фармации: материалы 74-й научной сессии сотрудников университета / Витебск, 23–24 января 2019 г. / под ред. А. Т. Щастного. Витебск: Витебский государственный медицинский университет, 2019. С. 386–388.
10. Сеницкая Е. Н. Решение ситуационных задач как способ формирования компетенций // Основные направления обеспечения качества профессионального образования: материалы

- XXV Межрегиональной учебно-методической конференции / Архангельск, 23 апреля 2020 г. Архангельск: Северный государственный медицинский университет, 2020. С. 174–176.
11. Синицын С. А. Статистическая связь этапов решения ситуационной задачи // Оригинальные исследования (ОРИС). 2019. Т. 9. № 12. С. 24–29.
 12. Синицын С. А. Информационный критерий достоверности этапа решения ситуационной задачи // Евразийский союз учёных. 2019. № 10-3 (67). С. 15–18.
 13. Смирнова О. Б., Приходько М. А. О построении информационной структуры ситуационных задач на основе внутрипредметных связей для повышения эффективности обучения математике в вузе // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2020. № 1 (144). С. 59–63.
 14. Суровцева В. А. Ситуационная задача как один из современных методических ресурсов обновления содержания школьного образования // Школьная педагогика. 2016. № 4 (7). С. 48–57.
 15. Чурилова Ю. Г. Решение ситуационных задач по физике как средство развития критического мышления // Молодёжь и наука XXI века. Современная физика в системе школьного и вузовского образования: материалы III Всероссийской научно-практической конференции / Красноярск, 22 мая 2020 г. Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, 2020. С. 58–60.
 16. Шкерина Л. В., Берсенева О. В., Журавлева Н. А. Метапредметная олимпиада для школьников: новый подход к оцениванию метапредметных универсальных учебных действий обучающихся // Перспективы науки и образования. 2019. № 2 (38). С. 194–211.

REFERENCES

1. Bataeva Ya. D., Leshchenko E. Yu., Mozgovaya M. A. [Methods of using geometric images in solving contextual mathematical problems]. In: *Problemy sovremennogo matematicheskogo obrazovaniya* [Problems of Modern Mathematical Education], 2020, no. 66-3, pp. 15–18.
2. Vinogradova M. V. [Improving the level of mathematical knowledge using contextual problems]. In: *Azimut nauchnykh issledovaniy: pedagogika i psihologiya* [Azimut of scientific research: pedagogy and psychology], 2019, no. 3 (28), pp. 64–66.
3. Keldibekova A. O. [Approaches to assessing the solution of problems of mathematical Olympiads for schoolchildren]. In: *Perspektivy nauki i obrazovaniya* [Prospects of science and education], 2019, no. 5 (41), pp. 324–344.
4. Konstantinova T. N. [Contextual tasks as a means of forming methods of mathematical modeling for students of a general education school]. In: *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [World of Science, Culture, Education], 2014, no. 1 (44), pp. 30–32.
5. Krupnov A. V., Purysheva N. S. [Analysis of the level of ability of secondary school students to solve problems with non-standard conditions (contextual and situational tasks)]. In: *Shkola budushchego* [School of the future], 2021, no. 4, pp. 94–107.
6. Panisheva O. V., Loginov A. V. [Open Olympiad as a Means of Mathematical Education for Schoolchildren]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 20: Pedagogicheskoe obrazovanie* [Bulletin of the Moscow University. Series 20: Pedagogical education], 2019, no. 1, pp. 110–118.
7. Prihodko M. A., Smirnova O. B. [Situational tasks as a means of integrating fundamental and special knowledge]. In: *Mir nauki* [World of Science], 2018, no. 3. Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/31PDMN318.pdf> (accessed: 10.01.2023).
8. Prihodko M. A., Smirnova O. B. [On the application of situational problems in the development of the logical culture of students]. In: Suhanova N. V., ed. *Aktual'nye voprosy matematicheskogo obrazovaniya: sostoyanie, problemy i perspektivy razvitiya: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Surgut, 26 fevralya – 3 marta 2018 g.* [Actual issues of mathematical education: state, problems and development prospects: materials of the All-Russian scientific and practical conference / Surgut, February 26 – March 3, 2018]. Surgut, Surgut State Pedagogical University Publ., 2018, pp. 128–135.
9. Rubashko I. V. [Solution of situational problems in the context of practice-oriented education at the faculty of vocational guidance and pre-university training]. In: Shchastniy A. T., ed. *Dostizheniya fundamental'noj, klinicheskoy mediciny i farmacii: materialy 74-j nauchnoj sessii sotrudnikov universiteta / Vitebsk, 23–24 yanvarya 2019 g.* [Achievements of fundamental, clinical medicine and pharm-

- cy: materials of the 74th scientific session of university staff / Vitebsk, January 23–24, 2019]. Vitebsk, Vitebsk State Medical University Publ., 2019, pp. 386–388.
10. Sinickaya E. N. [Solving situational problems as a way to form competencies]. In: *Osnovnye napravleniya obespecheniya kachestva professional'nogo obrazovaniya: materialy XXV Mezhtsebnogo uchebno-metodicheskoy konferencii / Arhangel'sk, 23 aprelya 2020 g.* [Main directions of ensuring the quality of vocational education: materials of the XXV Interregional educational and methodological conference / Arkhangelsk, April 23, 2020]. Arkhangelsk, Northern State Medical University Publ., 2020, pp. 174–176.
 11. Sinicyn S. A. [Statistical relationship between the stages of solving a situational problem]. In: *Original'nye issledovaniya (ORIS)* [Original Research (ORIS)], 2019, vol. 9, no. 12, pp. 24–29.
 12. Sinicyn S. A. [Information criterion for the reliability of the stage of solving a situational problem]. In: *Evrasijskij soyuz uchonyh* [Eurasian Union of Scientists], 2019, no. 10-3 (67), pp. 15–18.
 13. Smirnova O. B., Prihodko M. A. [On the construction of the information structure of situational problems based on intra-subject communications to improve the effectiveness of teaching mathematics at the university]. In: *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Bulletin of Volgograd State Pedagogical University], 2020, no. 1 (144), pp. 59–63.
 14. Surovceva V. A. [Situational task as one of the modern methodological resources for updating the content of school education]. In: *Shkol'naya pedagogika* [School Pedagogy], 2016, no. 4 (7), pp. 48–57.
 15. Churilova Yu. G. [Solving situational problems in physics as a means of developing critical thinking]. In: *Molodyozh' i nauka XXI veka. Sovremennaya fizika v sisteme shkol'nogo i vuzovskogo obrazovaniya: materialy III Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferencii / Krasnoyarsk, 22 maya 2020 g.* [Youth and science of the XXI century. Modern physics in the system of school and university education: materials of the III All-Russian scientific and practical conference / Krasnoyarsk, May 22, 2020]. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafieva Publ., 2020, pp. 58–60.
 16. Shkerina L. V., Berseneva O. V., Zhuravleva N. A. [Meta-subject Olympiad for schoolchildren: a new approach to evaluating the meta-subject universal learning activities of students]. In: *Perspektivy nauki i obrazovaniya* [Prospects of science and education], 2019, no. 2 (38), pp. 194–211.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Власова Елена Александровна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры ФН2 «Прикладная математика» Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана; e-mail: elena.a.vlasova@yandex.ru

Попов Владимир Семенович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры ФН2 «Прикладная математика» Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана; e-mail: vspopov@bk.ru

Шишкина Светлана Ивановна – кандидат технических наук, доцент кафедры ФН2 «Прикладная математика» Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана; e-mail: shish-bmstu@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elena A. Vlasova – Cand. Sci. (Physical and Mathematical Sciences), Assoc. Prof., FN2 Department of Applied Mathematics, Bauman MSTU; e-mail: elena.a.vlasova@yandex.ru

Vladimir S. Popov – Cand. Sci. (Physical and Mathematical Sciences), Assoc. Prof., FN2 Department of Applied Mathematics, Bauman MSTU; e-mail: vspopov@bk.ru

Svetlana I. Shishkina – Cand. Sci. (Technical Sciences), Assoc. Prof., FN2 Department of Applied Mathematics, Bauman MSTU; e-mail: shish-bmstu@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Власова Е. А., Попов В. С., Шишкина С. И. Специфика ситуационных задач в математических олимпиадах для школьников в техническом вузе // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2023, №2. С. 43–57.

DOI: 10.18384/2310-7219-2023-2-43-57

FOR CITATION

Vlasova E. A., Popov V. S., Shishkina S. I. The specifics of situational tasks in mathematical Olympiads for schoolchildren at a technical university. In: *Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Pedagogics*, 2023, no. 2, pp. 43–57.

DOI: 10.18384/2310-7219-2023-2-43-57