

УДК 372.852

DOI: 10.54835/18102883_2024_36_2

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ОТ ШКОЛЫ К УНИВЕРСИТЕТУ

Гузенкова Александра Сергеевна,
кандидат технических наук, доцент,
Департамент электронной инженерии,
aguzenkova@hse.ru

Жукова Лилия Фаилевна,
кандидат физико-математических наук, доцент,
Департамент прикладной математики,
lfzhukova@hse.ru

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
Россия, 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, 20

Рассмотрена актуальная задача повышения интереса школьников к инженерному образованию и научным исследованиям, поддержания и развития способности учащихся в решении учебных задач повышенной сложности, привлечения обучающихся к участию в олимпиадном движении, а также значение в этом процессе физико-математической школы Московского института электроники и математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». Рассмотрены возможности электронного решебника для физико-математических школ.

Ключевые слова: техническое (инженерное) образование, физико-математическая школа, электронный решебник для физико-математических школ

2022–2031 гг. Указом Президента РФ объявлены в России Десятилетием науки и технологий. «Цель десятилетия – усиление роли науки и технологий в решении важнейших задач развития общества и страны, а одна из основных задач – привлечение в сферу исследований и разработок талантливой молодежи» [1].

Для достижения вышеназванной цели ставятся задачи вовлечения школьников и студентов в научные исследования, поддержки и развития способностей учащихся в решении задач повышенной сложности, из чего логически следует повышение интереса молодежи к участию в олимпиадном движении.

«Всероссийская олимпиада школьников является массовым интеллектуальным состязанием, проводимым в целях выявления и развития у обучающихся творческих способностей и интереса к научной (научно-исследовательской) деятельности» [2].

В 2023 г. на восьми международных олимпиадах российские школьники завоевали 43 медали: 34 золотые, 8 серебряных и 1 бронзовую. Пять золотых медалей выиграли участники из России на 53-й Международной физической олимпиаде школьников, которая проходила в Токио (Япония).

«С прошлого года количество призеров и победителей выросло на 130 тыс. человек», –

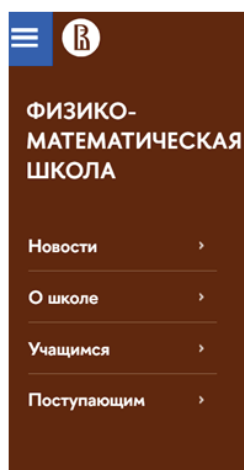
сообщил министр просвещения России Сергей Кравцов [3].

«Финалистами всероссийской олимпиады школьников в 2024 году стали свыше 6,5 тысячи школьников. Максимальное количество ребят приняли участие в финале олимпиады по математике – 472 человека. На втором месте по числу участников физика – 400 человек. Тройку лидеров замыкает информатика – 377 школьников» [2].

Стремление к изучению технических наук зарождается в школе, и поэтому именно в процессе школьного обучения особенно важна поддержка обучающихся на пути становления специалиста-инженера.

В 1966 г. с целью популяризации науки у школьников была создана физико-математическая школа МИЭМ, традиции которой продолжает физико-математическая школа Московского института электроники и математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (ФМШ МИЭМ НИУ ВШЭ).

Создание образовательной среды, которая позволяет повысить качественный уровень технического образования школьников из всех регионов России, заинтересованных в глубоком понимании математики, физики, информатики и других технических наук, и



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» → Учебные подразделения → Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова → Физико-математическая школа → Опросы → Опрос учащихся ФМШ МИЭМ НИУ ВШЭ



Опрос учащихся ФМШ МИЭМ НИУ ВШЭ

* – обязательное поле

1. В каком классе вы учитесь

- ☐ 9
☐ 10
☐ 11

Рис. 1. Заставка опросного листа на сайте ФМШ

Fig. 1. Splash screen of the questionnaire on the website of the Physics and Mathematics School

даёт возможность стать участниками учебно-исследовательских проектов, проводимых в МИЭМ НИУ ВШЭ, стало задачей физико-математической школы МИЭМ НИУ ВШЭ.

Для углубленного изучения любых наук, а особенно технических: математики, физики, информатики, особенно со стороны преподавателя важен индивидуальный подход и учет мотивации каждого учащегося. С этой целью в 2023–2024 гг. было проведено онлайн опрос учащихся, в котором были задействованы 15 учащихся физико-математической школы МИЭМ НИУ ВШЭ (рис. 1).

В проведенном анкетировании [4–6], были использованы вопросы, связанные с непосредственной подготовкой по инженерно-техническому профилю.

Наибольшее количество учащихся ФМШ МИЭМ НИУ ВШЭ, задействованных в опросе, – учащиеся 10 классов (рис. 2).

В каком классе Вы учитесь?

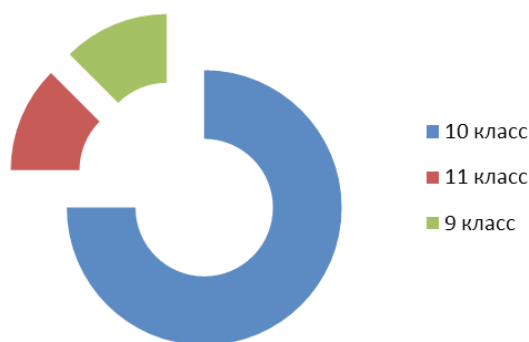


Рис. 2. Распределение задействованных в опросе учащихся по классам

Fig. 2. Distribution of students involved in the survey by grade

Основным мотивом решения обучаться в ФМШ МИЭМ НИУ ВШЭ для большинства задействованных в опросе учащихся стала возможность получить дополнительное образование бесплатно. Практически поровну в качестве мотива обучения отмечены получение практики решения олимпиадных задач для участия в олимпиадах и получение практики решения задач повышенной сложности, а также высокое качество обучения в МИЭМ НИУ ВШЭ (рис. 3).

На вопрос «Планируете Вы получать высшее образование в будущем?» все участники опроса ответили положительно, 93 % задействованных в анкетировании учащихся планируют дальнейшее обучение по техническому направлению (рис. 4).

Учащиеся ФМШ МИЭМ НИУ ВШЭ, задействованные в опросе, отметили, что выбрали техническое (инженерное) направление образования осознанно и самостоятельно (рис. 4).

Участники опроса (рис. 5) связали свой выбор инженерного направления с тем, что оно соответствует их способностям, высоко оплачивается, престижно, также был отмечен творческий характер выбранного направления образования.

Среди пунктов опроса был вопрос об оценке успеваемости в учебных заведениях до поступления в ФМШ МИЭМ по ряду основных технических предметов: математике, физике, информатике (рис. 6).

Опрос показал, что в текущем процессе обучения в ФМШ МИЭМ НИУ ВШЭ школьники имеют только хорошие и отличные оценки, оценку отлично по информатике имеют 87 %, по математике – 69 % и по физике – 67 %.

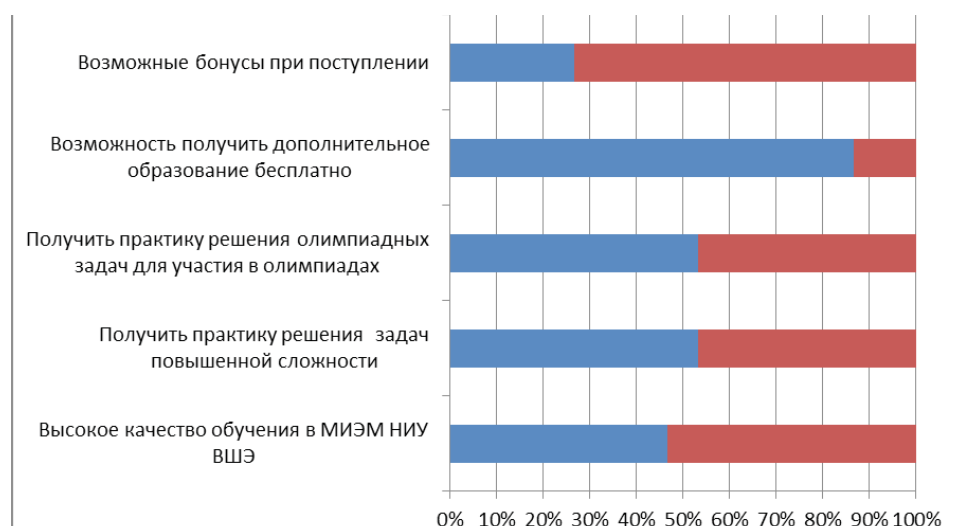


Рис. 3. Распределение ответов опрошенных о мотиве обучения в ФМШ МИЭМ НИУ ВШЭ

Fig. 3. Distribution of respondents' answers about the motive for studying at the Physics and Mathematics School of the Moscow Institute of Electronics and Mathematics, National Research University Higher School of Economics

Если Вы планируете получать высшее образование в будущем по какому направлению Вы планируете обучаться в ВУЗе ?

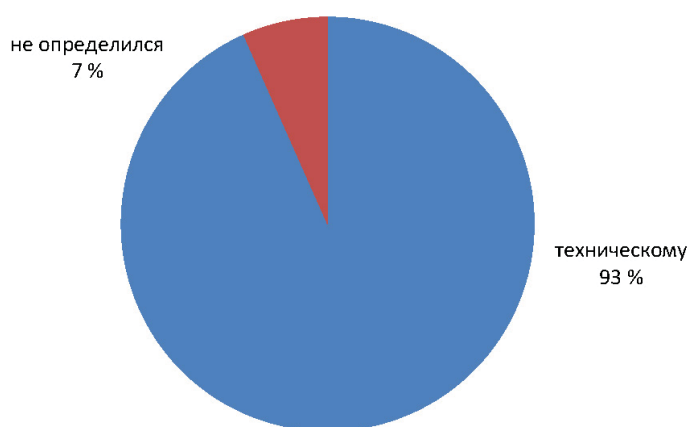


Рис. 4. Доля участников, определившихся с выбором направления образования

Fig. 4. Proportion of participants who have decided on their choice of educational direction

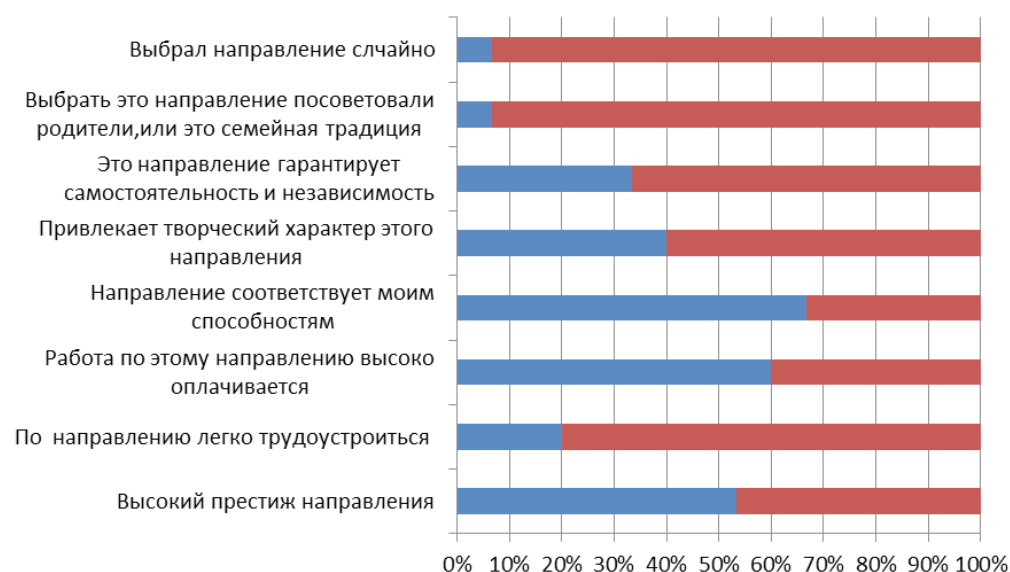
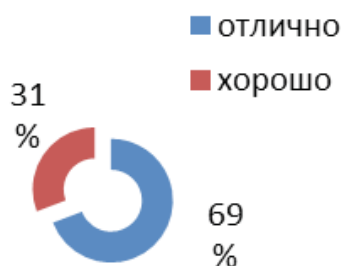


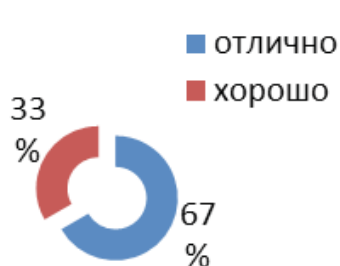
Рис. 5. Основные причины выбора технического (инженерного) направления образования

Fig. 5. Main reasons for choosing a technical (engineering) field of education

Математика



Физика



Информатика

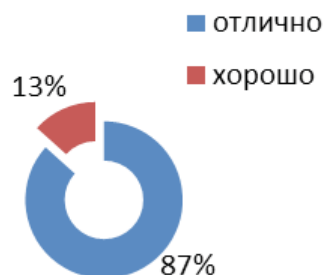


Рис. 6. Оценки по основным техническим предметам в учебных заведениях до поступления в ФМШ МИЭМ

Fig. 6. Grades in the main technical subjects in educational institutions before entering the Physics and Mathematics School of the Moscow Institute of Electronics and Mathematics

**Выберите самый сложный для Вас предмет
ФМШ МИЭМ НИУ ВШЭ**



Рис. 7. Предметы ФМШ с учетом сложности по результатам опроса

Fig. 7. Subjects of the Physics and Mathematics School, taking into account the complexity according to the survey results



Рис. 8. Трудности в изучении предметов ФМШ

Fig. 8. Difficulties in studying subjects of the Physical-Methodological School

Наиболее сложным предметом в результате опроса названа физика – 57 % (рис. 7).

На вопрос «С чем Вы связываете трудности в изучении данного предмета?» 53 % опрошенных учащихся ФМШ считают, что не хва-

тает знаний по предмету в школе, более 40 % связывают с малым количеством часов в школе, около 40 % – с отсутствием учебников, в которых доступно и понятно был бы изложен материал по предмету (рис. 8).

Все 100 % задействованных в опросе ответили, что уже участвовали или планируют участвовать в олимпиадах.

Дополнительные задачи (вне программы ФМШ), которые слушатели, участвующие в опросе, хотели бы разобрать на занятиях ФМШ МИЭМ НИУ ВШЭ – это соотношение 60 % олимпиадных задач и 40 % задач повышенной сложности ОГЭ, ЕГЭ.

Среди олимпиад, в которых участвовали или собираются участвовать задействованные в опросе, были выделены: «Высшая проба», «Национальная технологическая олимпиада», «Всероссийская олимпиада школьников по физике», «Ломоносов», «Покори Воробьевы горы!», «Физтех», «Росатом», «Шаг в будущее», по профилям «Инженерное дело», «Физика».

По результатам опроса для респондентов удобнее, если дополнительные материалы для учебы в ФМШ МИЭМ НИУ ВШЭ будут электронном виде – так считают 80 %, в бумажном – 20 % опрошенных.

В связи с выявленными в результате опроса трудностями в изучении физики и пожеланиями дополнительного решения олимпиадных задач в рамках проекта МИЭМ НИУ ВШЭ № 1257 «Электронный решебник для физмат школ» была начата работа по подготовке, структурированию и размещению материалов учебно-методического комплекса «Физика» (УМК) и электронного решебника для физико-математических школ [4, 6, 7].

Основные разделы электронного решебника соответствуют программе обучения в физико-математической школе.

Алгоритм взаимодействия с электронным решебником создан максимально понятным и простым: начинается с регистрации и далее, следуя предпочтениям слушателей, позволяет сосредоточиться как на задачах определённых олимпиад, так и на разборе задач в зависимости от уровня сложности или от программы предмета по временному периоду обучения (рис. 9).

УМК и электронный решебник дают возможность учащемуся рассмотреть задачи восьми олимпиад, которые были отмечены респондентами в результате опроса: «Высшая проба», «Национальная технологическая олимпиада», «Всероссийская олимпиада школьников по физике», «Ломоносов», «Покори Воробьевы горы!», «Физтех», «Росатом», «Шаг в будущее», по профилям «Инженерное

дело», «Физика», используя подготовленные учебно-тематические блоки, или готовиться к решению определенной выбранной учащимся олимпиаде (рис. 10).

Рис. 9. Окно регистрации. Основные разделы электронного решебника

Fig. 9. Registration window. Main sections of the electronic solution book

Как известно, система олимпиадных заданий способствует развитию логического мышления путем самостоятельного применения математических и физических знаний в нестандартных ситуациях. Умение решать олимпиадные задачи и задачи повышенной сложности говорит о высоком уровне знаний учащихся.

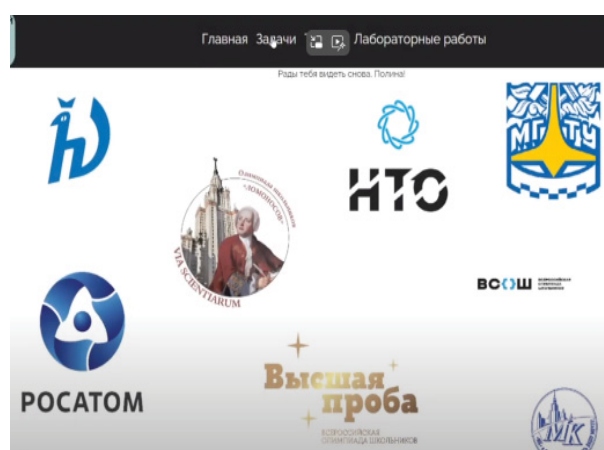
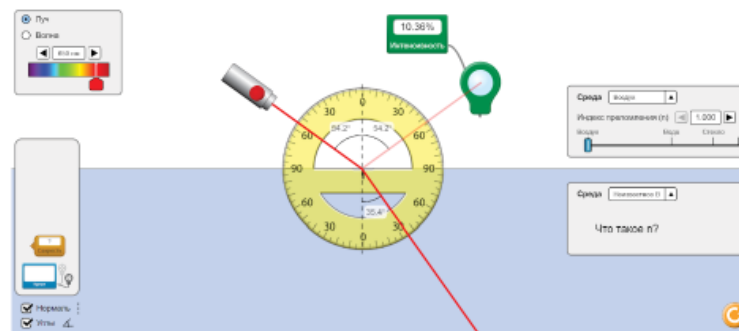


Рис. 10. Выбор олимпиадных задач в электронном решебнике

Fig. 10. Selection of Olympiad problems in the electronic solution book

Учебно-методический комплекс «Физика» (УМК) и «Электронный решебник для физмат школ» соответствуют требованиям НИУ ВШЭ к учебно-методическим комплексам, содержат пояснительную записку, программу дис-

Лабораторная работа №2
 Лабораторная работа №3
 Лабораторная работа №4
 Лабораторная работа №5
 Лабораторная работа №6
 Лабораторная работа №7
 Лабораторная работа №8
 Лабораторная работа №9
 Лабораторная работа №10
 Лабораторная работа №11
 Лабораторная работа №12
 Лабораторная работа №13



7. Рассчитать значение показателя преломления как среднее при разных длинах волн, по посчитанному показателю определить материал среды «Неизвестное B»
8. Рассчитать погрешность измерения, учитывая точность измерения угла 0.1 градуса
9. Построить графики, зависимости угла Брюстера от длины падающей волны
10. Сделать вывод по построенным графикам

Рис. 11. Пример выбора лабораторных работ на базе PhET

Fig. 11. Example of selection of laboratory works based on PhET

циплины, тематический план, темы занятий согласно учебно-тематическим блокам для учащихся 7–11 классов, а также теоретический материал в таблицах, олимпиадные задачи с решениями, задачи для самостоятельного решения, лабораторные работы с методическими указаниями на базе виртуальной лаборатории PhET, методические рекомендации учащимся и преподавателям, оценочные материалы, таблицу оценки сложности задач, список литературы, терминологический словарь.

Преимуществом учебно-методического комплекса «Физика» и «Электронного решебника для физмат школ» [8] является подбор олимпиадных задач с учетом их повторяемости в олимпиадах разных лет, а также подбор комплексных задач, что способствует освоению методов решения технических (инженерных) задач.

Эксперимент является основой деятельности обучения в естественнонаучной сфере, поэтому в электронный решебник включен лабораторный практикум, выполненный на базе виртуальной лаборатории PhET [9] (рис. 11). Таким образом, привлечение обучающихся к проведению физического эксперимента в виртуальной лаборатории позволяет связать воедино практические и теоретические аспекты при изучении физических явлений и преодолеть границы и барьеры их восприятия.

Наличие лабораторного практикума формирует у учащихся умение проводить эксперимент, собирать и обрабатывать данные, строить графики с использованием графического калькулятора Desmos [10].

Важно отметить, что электронная форма решебника дает возможность адаптировать курс под каждого конкретного учащегося и его уровень.

Помимо прочего, в УМК существует соответствие темы и времени, т. е. возможность для мотивированного учащегося изучить конкретный материал за определенное время.

Обучение по «Электронному решебнику для физмат школ» строится на основе дифференциации, позволяющей учитывать индивидуальный темп продвижения учащегося в решении задач и выполнении лабораторных работ и, кроме того, формировать у учащегося самоконтроль и самооценку, а также умение осуществлять пошаговый контроль своих учебных действий.

Учащийся имеет возможность сначала ознакомиться с материалами: посмотреть основные методы и подходы к решению задач (раздел «Общие методы решения олимпиадных задач») и затем переходить к самостоятельному решению предлагаемых в блоке задач повышенной сложности (из разных олимпиад) (рис. 12).

Задание решено не верно, можете посмотреть решение по этой ссылке: [Решение](#)

Отправить

Рис. 12. Ввод решения и просмотр предлагаемого решения

Fig. 12. Entering a solution and viewing the proposed solution

В случае неверного ответа или затруднений в решении есть возможность посмотреть предлагаемое решение задачи.

Навигационная система УМК подробно изложена в разделе «Алгоритм работы с материалом учебно-методического комплекса» и в методических рекомендациях учащимся и преподавателю.

Апробация электронного решебника для физмат школ в качестве дополнительного материала была проведена среди учащихся ФМШ МИЭМ НИУ ВШЭ – 6 учащихся (9 класса) и среди учащихся лицея НИУ ВШЭ – 6 лицеистов (11 класса) и 11 лицеистов (10 класса), посещающих в лицее практикум по физике.

В ранее используемый опросный лист для учащихся ФМШ МИЭМ НИУ ВШЭ были добавлены вопросы, касающиеся занятий по физике и степени удобства электронного решебника при подготовке к решению олимпиадных задач и задач повышенной сложности. Необходимо отметить, что участвуют или планируют участие в перечневых олимпиадах 100 % участников опроса, посещают факультативы по физике также 100 % респондентов, готовятся по физике не менее 2–3 часа в день 80 % опрошенных, для подготовки к олимпиадам пользуются бесплатными интернет-ресурсами и вариантами прошлых лет 70 %.

Помимо большого количества задач в «Электронном решебнике для физмат школ» учащимся понравилась его интерактивность и размещение в нем теоретического материала в виде таблиц, что помогает запоминать материал, а также изучать его более углубленно, благодаря разбору задач повышенной сложности и олимпиадных (рис. 13).

Рекомендации нашему проекту

включать олимп задачи
все хорошо
всё идеально
задачи
удачи
подробный разбор задания

Рис. 13. Рекомендации учащихся

Fig. 13. Students' recommendations

Были получены положительные отзывы на «Электронный решебник для физмат школ» от преподавателей НИУ ВШЭ, лицея НИУ ВШЭ, ФМШ НИУ ВШЭ. В полученных рецен-

зиях на решебник отмечено, что количество разобранных задач с решениями достаточно для проработки указанных в тематическом плане тем для 7–11 классов, отмечается также наличие дополнительных задач для самостоятельного решения.

В УМК пять учебно-тематических блоков. Материалы учебно-методического комплекса структурированы по каждому изучаемому разделу физики и представлены в виде учебно-тематических блоков по классам от 7 до 11, включающих:

- компактную теорию, системный конспект в таблицах;
- олимпиадные задачи с решениями разных лет (разноуровневые перечневые олимпиады школьников);
- задачи для самостоятельного решения;
- лабораторные работы с использованием виртуальной лаборатории PhET Interactive Simulations и методические рекомендации к их выполнению;
- список литературы.

В УМК присутствует система навигации, помогающая акцентировать внимание учащихся на решении задач по разным олимпиадам и самостоятельно оценить свой уровень подготовки с учетом выбранных олимпиад.

УМК дает возможность учащемуся использовать два подхода к решению задач: подготовленные в УМК учебно-тематические блоки (задачи разных олимпиад) или отобранные в УМК задачи по конкретной олимпиаде.

Если возникает необходимость подготовки к определенной олимпиаде, достаточно перейти в раздел «Рекомендуемые задачи», найти интересующую олимпиаду и решать задачи из конкретной олимпиады.

Таким образом, на данный момент «Электронный решебник для физмат школ» помогает учащимся ФМШ МИЭМ НИУ ВШЭ решать задачи различной сложности по физике. Он стал важной частью самостоятельной работы учащихся. Электронная форма решебника делает его мобильным инструментом помощи в углубленном освоении физики для учащихся и позволяет оперативно добавлять новые задачи под запросы пользователей преподавателям для дальнейшего эффективного обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Десятилетие науки и технологий. URL: <https://xn--80aa3ak5a.xn--p1ai/about/> (дата обращения 29.04.2024).
2. Определены страны и сроки проведения международных олимпиад школьников в 2024 году // Минпросвещение России. URL: https://edu.gov.ru/press/8017/opredeleny-strany-i-sroki-provedeniya-mezhdunarodnyh-olimpiad-shkolnikov-v-2024-godu?utm_medium=email (дата обращения 29.04.2024)
3. Всероссийская олимпиада школьников. URL: <https://vserosolimp.edsoo.ru/> (дата обращения 29.04.2024)
4. Инженерное образование как источник повышения конкурентоспособности на международном рынке / А.С. Гузенкова, М.О. Нерето, И.Н. Исаева, Д.М. Макрушина // Инженерное образование. – 2018. – № 24. – С. 8–16.
5. Отчет по проектной работе № 218 «Разработка глоссария физических терминов для мультилингвоперевода задач по физике различной сложности для иностранных слушателей подготовительных отделений» / А.С. Гузенкова, А. Тюрина, Ю.Г. Таранченко, Л. Аль-Бухари, А.В. Сюракшина. – М.: НИУ ВШЭ, 2021. – 71 с.
6. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Физика» / А.С. Гузенкова, П.А. Бабенко, В.А. Касилова, Д.А. Кагарманова, М.В. Семенишев. – М.: НИУ ВШЭ, 2023. – 490 с. URL: https://miem.hse.ru/project_office/?ysclid=lw50puph9m667574268 (дата обращения 29.04.2024).
7. Электронная лаборатория Phet. URL: <https://phet.colorado.edu/> (дата обращения 29.04.2024).
8. Графический калькулятор Desmos. URL: <https://www.desmos.com/calculator/dsfchchm2r?lang=ru> (дата обращения 29.04.2024).
9. Гузенкова А.С., Назарчук А.В., Шанько П.Ю. Подготовка иностранных студентов по инженерно-техническому профилю // Инженерное образование. – 2022. – № 31. – С. 86–92.
10. Первичная анкета иностранного кандидата, рекомендованного для обучения в рамках выделенной квоты российских государственных стипендий // Российское образование для иностранных граждан: информационно-аналитическая система. URL: <http://www.russia.edu.ru/forma/2012/> (дата обращения 01.12.2023).

Поступила: 20.05.2024
Опубликована: 30.12.2024

UDC 372.852

DOI: 10.54835/18102883_2024_36_2

ENGINEERING EDUCATION FROM SCHOOL TO UNIVERSITY

Aleksandra S. Guzenkova,
Cand. Sc., Associate Professor,
aguzenkova@miem.hse.ru

Liliya F. Zhukova,
Cand. Sc., Associate Professor,
lfzhukova@hse.ru

National Research University Higher School of Economics,
20, Myasnitskaya str., Moscow, 101000, Russia

The paper considers the current task of increasing schoolchildren's interest in engineering education and scientific research, maintaining and developing students' ability to solve educational problems of increased complexity, attracting students to participate in the Olympiad movement, as well as the importance of the School of Physics and Mathematics HSE University in this process. The authors have considered the possibilities of an electronic solver for physics and mathematics schools.

Keywords: technical (engineering) education, physics and mathematics school, electronic solution book for physics and mathematics schools.

REFERENCES

1. *Decade of Science and Technology*. In Russ. Available at: <https://xn--80aa3ak5a.xn--p1ai/about/> (accessed: 29 April 2024).
2. Countries and dates for holding international school Olympiads in 2024 have been determined. *Ministry of Education of the Russian Federation*. In Russ. Available at: https://edu.gov.ru/press/8017/opredeleny-strany-i-sroki-provedeniya-mezhdunarodnyh-olimpiad-shkolnikov-v-2024-godu?utm_medium=email (accessed: 29 April 2024).
3. *All-Russian School Olympiad*. In Russ. Available at: <https://vserosolimp.edsoo.ru/> (accessed: 29 April 2024).
4. Guzenkova A.S., Nereto M.O., Isaeva I.N., Makrushina D.M. Engineering education as a source of increasing competitiveness in the international market. *Engineering education*, 2018, no. 24, pp. 8–16. In Russ.
5. Guzenkova A.S., Tyurina A., Taranchenko Yu.G., Al-Bukhari L., Syurakshina A.V. *Report on project work No. 218 "Development of a glossary of physical terms for multilingual translation of physics problems of varying complexity for foreign students of preparatory departments"*. Moscow, National Research University Higher School of Economics Publ., 2021. 71 p. In Russ.
6. Guzenkova A.S., Babenko P.A., Kasilova V.A., Kagarmanova D.A., Semenishchev M.V. *Educational and methodological complex on the discipline "Physics"*. Moscow, HSE Publ., 2023. 490 p. In Russ. Available at: https://miem.hse.ru/project_office/?ysclid=lw50puph9m667574268 (accessed: 29 April 2024).
7. *Phet Electronic Laboratory*. In Russ. Available at: <https://phet.colorado.edu/> (accessed: 29 April 2024).
8. *Desmos Graphic Calculator*. In Russ. Available at: <https://www.desmos.com/calculator/dsfchcm2r?lang=ru> (accessed: 29 April 2024).
9. Guzenkova A.S., Nazarchuk A.V., Shanko P.Yu. Training of foreign students in engineering and technical profile. *Engineering education*, 2022, no. 31, pp. 86–92. In Russ.
10. Primary questionnaire of a foreign candidate recommended for training within the allocated quota of Russian state scholarships. *Russian education for foreign citizens: information and analytical system*. In Russ. Available at: <http://www.russia.edu.ru/forma/2012/> (accessed: 1 December 2023).

Received: 20.05.2024

Accepted: 30.12.2024