

УДК 378::62+37.09:51
DOI 10.20339/AM.06-25.090

М.В. Никандрова*,
канд. техн. наук
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева — КАИ
e-mail: MVNikandrova@kai.ru
А.Б. Николаева,
канд. экон. наук
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева — КАИ
e-mail: ABNikolaeva@kai.ru
Е.И. Загребина,
канд. пед. наук, доцент
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева — КАИ
e-mail: ElZagrebina@kai.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ КАК ОСНОВА ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Проблема фундаментальной подготовки по физике и математике на инженерных специальностях — это многогранная и серьезная проблема, которая влияет на качество инженерного образования и, как следствие, на развитие технологических отраслей. В статье выделены основные аспекты недостаточности фундаментальной физико-математической подготовки для обучающихся инженерных специальностей, такие как недостаточное усвоение базовых концепций, слабые навыки практического применения, последствия для инженерного образования и отрасли. Авторами рассмотрены пути решения, необходимые для усиления внимания к фундаментальным знаниям для обеспечения качества физико-математической подготовки на инженерных специальностях.

Ключевые слова: инженерное образование, физика, математика, фундаментальные дисциплины, физико-математическая подготовка, подготовка специалистов.

IMPROVING OF PHYSICAL AND MATHEMATICAL TRAINING OF STUDENTS AS THE BASIS OF ENGINEERING EDUCATION

Marina V. Nikandrova*, PhD in Technical Sc., Associate Professor, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev — KAI, e-mail: MVNikandrova@kai.ru

Anna B. Nikolaeva, PhD in Economics Sc., Associate Professor, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev — KAI, e-mail: ABNikolaeva@kai.ru

Ekaterina I. Zagrebina, PhD in Pedagogical Sc., Docent, Associate Professor, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev — KAI, e-mail: ElZagrebina@kai.ru

The problem of fundamental training in physics and mathematics in engineering specialties is a multifaceted and serious problem that affects the quality of engineering education and, as a consequence, the development of technological industries. The authors considered solutions necessary to increase attention to fundamental knowledge to ensure the quality of physical and mathematical training in engineering specialties.

Keywords: engineering education, physics, mathematics, fundamental disciplines, physical and mathematical training, specialist training

Введение

В условиях введения торговых ограничений возникла необходимость пересмотра модели развития отечественной экономики, которая будет опираться на внутренние капиталовложения. В ближайшие годы не следует ждать зарубежных инвестиций, импортного оборудования и промышленных изделий. Нужно производить все это самим. Импортозамещение должно стать основным направлением нашей деятельности. Правительством поставлена цель: добиться технологического суверенитета нашей экономики.

В основу Концепции технологического развития Российской Федерации до 2030 г. заложено достижение тех-

нологического суверенитета страны, а также достижение целевых показателей технологического развития. Для этого в России создан и реализуется ряд федеральных проектов в области образования. К одним из наиболее значимых федеральных проектов, направленных на подготовку квалифицированных инженерных кадров для высокотехнологичных отраслей экономики, можно отнести проект «Передовые инженерные школы» созданный в 2022 г. по инициативе Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, который реализуется в рамках государственной программы «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» в ряде университетов страны.

С 2024 г. в проекте «Передовые инженерные школы» участвует ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ». В связи с этим университет также вошел в число вузов, принявших участие в пилотном проекте по повышению престижа преподавания и поддержке преподавателей фундаментальных дисциплин.

Для выполнения поставленных государством задач необходимо не только создание и поддержка таких проектов, но и необходимость восстановления физико-математической подготовки как фундаментальной основы инженерного образования в России на федеральном уровне.

Роль фундаментальных дисциплин при подготовке инженерных кадров в том, что они закладывают профессиональные основы будущего специалиста, формируют основы для понимания естественно-научной, технологической, экономической, и социальной картины мира на основе системного инженерного мышления и междисциплинарного подхода.

Основная часть

При подготовке инженеров для авиационной, энергетической, автомобильной и других отраслей особенно важна фундаментальная физико-математическая подготовка, формирующая комплекс общих и профессиональных компетенций в области механики, термодинамики, аэродинамики, математического моделирования, навыки работы с нестандартными задачами, требующими аналитического мышления.

Подготовка инженеров в авиационной отрасли требует глубокого синтеза знаний физики и математики как дисциплин, формирующих основу для проектирования, анализа и оптимизации летательных аппаратов, их систем и компонентов. К примеру, без знания закона Бернулли и уравнений Навье-Стокса невозможно спроектировать крыло с оптимальной аэродинамической эффективностью, а расчет траектории полета или распределения давления на крыле требует решения нелинейных дифференциальных уравнений, что невозможно без продвинутой математической базы.

Необходимо также помнить, что базовые курсы (высшая математика, общая физика) закладывают фундамент для узкопрофильных дисциплин: без понимания тензорного анализа невозможно освоить сопротивление материалов, без знания интегралов Фурье — изучить теорию колебаний. А такие курсы, как аэродинамика, динамика полета, теория двигателей, напрямую опираются на физико-математический базис.

Физико-математическая подготовка — это не просто «теория», а ключевой элемент инженерного мышления,

позволяющий видеть за инженерной задачей физическую суть.

Освоение фундаментальных дисциплин на первых двух курсах всегда являлось ядром высшего инженерного образования, которое позволяло будущим инженерам эффективно решать инновационные задачи, ориентироваться в современных трендах и быть конкурентоспособными на рынке труда.

Авиационная отрасль — это симбиоз точности, инноваций и ответственности. Каждый винтик в конструкции летательного аппарата, каждый алгоритм в системе управления полетом требует от инженера безупречного понимания законов физики и владения математическим аппаратом. Стремительное развитие технологий, появление гиперзвуковых летательных аппаратов, электрических двигателей и композитных материалов уже давно ставит перед образованием новые вызовы по формированию специалистов, не просто обладающих знаниями, а способных мыслить системно, решать нестандартные задачи и работать на стыке дисциплин.

Данные ЕГЭ по физике и математике

Несмотря на острую необходимость в инженерных кадрах в России, мы наблюдаем ежегодное снижение количества сдающих ЕГЭ по физике. По данным руководителя Федеральной комиссии по разработке КИМ для проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам основного общего и среднего общего образования по физике Марины Демидовой, в 2021 г. ЕГЭ по физике сдавали 128 тыс. человек, в 2022 — 105 тыс., в 2023 — 92 тыс., а в 2024 г. — 91 тыс. Одной из причин снижения считают несбалансированность экзаменов по физике и информатике по уровню сложности. Задания по информатике считаются более легкими, и результаты ЕГЭ по информатике учитываются при поступлении на технические специальности как альтернатива экзамену по физике.

Статистику по количественному соотношению абитуриентов, сдающих ЕГЭ, подтверждают данные приема на образовательные программы высшего образования — программы бакалавриата, программы специалитета КНИТУ-КАИ. Как с 2019 г. по 2024 г. менялось количество абитуриентов с ЕГЭ по физике и информатике, видно на рис. 1.

Если еще пять лет назад количество абитуриентов с ЕГЭ по физике было в 9 раз больше, чем количество абитуриентов с ЕГЭ по информатике, то в 2024 г. эти значения сравнялись. Кроме того, ежегодное уменьшение величины среднего балла ЕГЭ по физике (рис. 2) приводит к тому, что в вуз поступают абитуриенты, имеющие пробелы в знаниях, что создает в дальнейшем при их обучении значительные трудности и препятствия в освоении сложных технических дисциплин.

Без глубокой модернизации подходов к физико-математической подготовке в школах и вузах, с учетом

сегодняшних реалий, необходимых отрасли специалистов подготовить невозможно.

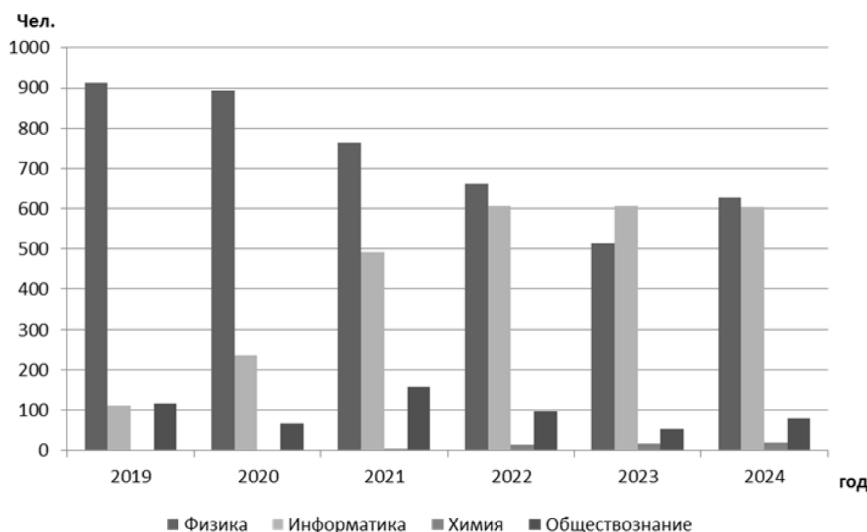


Рис. 1. Данные о количестве абитуриентов КНИТУ-КАИ с баллами ЕГЭ по предметам

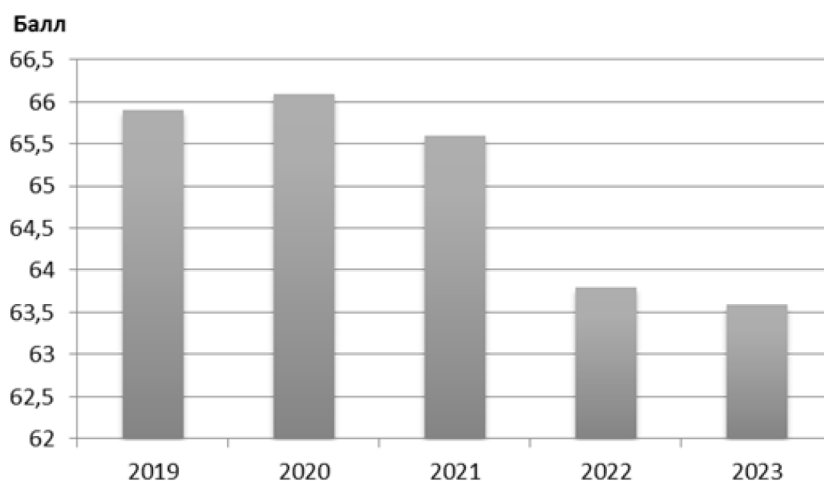


Рис. 2. Значение среднего балла ЕГЭ по физике у абитуриентов КНИТУ – КАИ

Усиление физико-математической подготовки в школе и вузе

Традиционно у преподавателей вузов считается, что причиной ухудшения физико-математической подготовки и в целом интереса к физико-математическим наукам у обучающихся является снижение количества часов, отведенных на изучение данных дисциплин в школьном курсе, которые не позволяют выпускникам полноценно воспринимать и изучать в дальнейшем более сложный университетский курс. Кроме того, в университете, когда в одну учебную группу попадают обучающиеся с разным уровнем подготовки и те, кто вовсе не сдавали ЕГЭ по физике, а сдавали информатику, проблема подготовки и качественного преподавания усугубляется.

Одним из выходов из сложившейся ситуации стал эксперимент – с 1 сентября 2024 г. на 1-м курсе всех технических специальностей вводятся выравнивающие курсы по математике и физике в виде дополнительных занятий за счет средств университета. Дополнительно к часам, предусмотренным учебными планами образовательных программ, были добавлены 32 часа аудиторных занятий в виде потоковых семинарских занятий с целью ликвидации пробелов в знаниях, а частично – повторения школьного курса (табл. 1, 2).

Поскольку учебный год еще не завершен, пока невозможно оценить какой-либо эффект от увеличения количества аудиторных часов.

Таблица 1

**Количество аудиторных занятий по дисциплинам «Высшая математика» и «Физика» у обучающихся
1-го курса инженерных направлений подготовки (специальностей) КНИТУ – КАИ**

Дисциплина	Было	Стало
Высшая математика	1 семестр 68 часов лекции 68 часов практики	1 семестр 68 часов лекции 68 часов практики + СПЕЦКУРС 32 часа
Высшая математика	2 семестр 68 часов лекции 68 часов практики	1 семестр 68 часов лекции 68 часов практики + СПЕЦКУРС 32 часа
Физика	1 семестр 34 часов лекции 16 часов практики 16 лаб. работ	1 семестр 34 часов лекции 16 часов практики 16 лаб. работ + СПЕЦКУРС 32 часа
Физика	2 семестр 34 часов лекции 16 часов практики 16 лаб. работ	2 семестр 34 часов лекции 16 часов практики 16 лаб. работ + СПЕЦКУРС 32 часа

Таблица 2

Объем аудиторных часов по дисциплинам

Показатели	До	После (ожидаемо)
Учебный план	<i>Количество часов по физике:</i> 1 семестр 68 часов лекции + 68 часов практики 2 семестр 68 часов лекции + 68 часов практики	<i>Количество часов по физике:</i> 1 семестр 68 часов лекции + 68 часов практики 2 семестр 68 часов лекции + 68 часов практики + СПЕЦКУРС 32 часа
	<i>Соотношение теории и практики:</i> Преобладание теоретических занятий, недостаточно лабораторных работ и практических применений	<i>Соотношение теории и практики:</i> Уравновешенное соотношение теории и практики, больше лабораторных работ, практических применений и проектной деятельности
	<i>Методы обучения:</i> Традиционные лекции и семинары, ограниченное использование интерактивных методов и проектной работы	<i>Методы обучения:</i> Активное использование интерактивных методов, проектной работы, кейс-стади и современных образовательных технологий
Уровень знаний обучающихся	<i>Фрагментарные знания:</i> Поверхностное понимание физических концепций, пробелы в фундаментальных знаниях	<i>Глубокие знания:</i> Прочное и целостное понимание физических концепций и законов
	<i>Ограниченные навыки решения задач:</i> Трудности с применением знаний для решения инженерных задач, особенно нестандартных	<i>Продвинутое навыки решения задач:</i> Умение применять знания для решения разнообразных инженерных задач, включая нестандартные
	<i>Различный уровень подготовки:</i> Существенные различия в уровне подготовки между студентами, пришедшими из разных школ	<i>Снижение разницы в подготовке:</i> Более выровненный уровень подготовки между студентами за счет дополнительных занятий и индивидуальной поддержки
Успеваемость	<i>Низкая успеваемость:</i> Сложности с освоением материала, особенно у студентов с недостаточной базовой подготовкой	<i>Повышенная успеваемость:</i> Значительно улучшены результаты обучения, уменьшение количества неуспевающих студентов
	<i>Значительный отсев:</i> Высокий процент отчислений из-за неуспеваемости по физике и связанным с ней дисциплинам	<i>Снижение отсева:</i> Снижен процент отчислений из-за неуспеваемости, поскольку студенты имеют более глубокие знания
Подготовка специалистов	<i>Ограниченная компетентность:</i> Выпускники имеют недостаточно глубокие знания для эффективной работы в авиационной отрасли	<i>Высокая компетентность:</i> Выпускники обладают глубокими знаниями и навыками, необходимыми для успешной работы в авиационной отрасли
	<i>Трудности с адаптацией:</i> Проблемы при адаптации к работе на современных авиационных предприятиях, требующих глубокого понимания физических процессов	<i>Легкая адаптация:</i> Выпускники легко адаптируются к рабочим условиям и требованиям современных авиационных предприятий
		<i>Инновационный потенциал:</i> Выпускники способны разрабатывать и внедрять инновационные решения в авиационной сфере

Заключение

Проведенный в данной статье анализ демонстрирует, что совершенствование физико-математической подготов-

ки обучающихся является не просто важным, а критически необходимым условием для формирования высококвалифицированных инженеров. В современном технологическом мире, где сложность и наукоемкость задач постоянно

возрастают, именно глубокое понимание фундаментальных физических законов и математических принципов служит тем надежным фундаментом, на котором строится эффективная инженерная практика.

Однозначно недостаточный уровень фундаментальной подготовки неизбежно приводит к снижению качества инженерного образования, создавая серьезные препятствия для развития инноваций и конкурентоспособности наших выпускников. Поверхностное усвоение материала, отсутствие навыков практического применения знаний, а также пробелы в школьной подготовке создают порочный круг, который необходимо разорвать.

Ключевыми направлениями для решения этой проблемы, как было выявлено в ходе нашего исследования, являются:

- ♦ Пересмотр и модернизация учебных планов и программ, направленные на увеличение времени, выделяемого на изучение физики и математики, а также на интеграцию этих дисциплин с инженерными специальностями.
- ♦ Внедрение современных и активных методов обучения, таких как проблемное обучение, проектная деятельность, использование интерактивных технологий, что позволит студентам не просто пассивно воспринимать информацию, но и активно участвовать в процессе ее освоения.
- ♦ Укрепление материально-технической базы университетов, обеспечение их современными лабораториями и

оборудованием для проведения практических занятий и исследований.

- ♦ Повышение квалификации преподавательского состава с целью поддержать их профессиональный рост и стимулировать внедрение современных методик обучения.
- ♦ Совершенствование системы оценки знаний — смещение акцента с формального воспроизведения материала на демонстрацию глубокого понимания и умение применять знания на практике.

Инвестиции в фундаментальную физико-математическую подготовку — это не просто затраты, это инвестиции в будущее технологического потенциала России. Только при условии создания прочной основы в виде глубоких знаний и навыков наши выпускники смогут стать не просто исполнителями, а новаторами, способными разрабатывать передовые технологии и двигать прогресс вперед.

В заключение необходимо подчеркнуть, что работа по совершенствованию физико-математической подготовки должна быть постоянной и комплексной. Она требует не только усилий со стороны преподавательского состава и административных органов образовательных учреждений, но и заинтересованного участия самих студентов. Только совместными усилиями мы сможем сформировать новое поколение инженеров, способных эффективно решать сложные технологические задачи, и обеспечить устойчивое развитие нашего общества.

Литература

1. Бурков А.В. Качество подготовки инженеров в системе высшего образования: проблемы и пути решения. М.: Наука, 2020. 240 с.
2. Иванов С.А. Математика как основа инженерного образования: анализ и практика. Екатеринбург: Уральский университет, 2021. 300 с.
3. Завьялов В.А. Проблемы преподавания математики на инженерных специальностях // Высшее образование в России. 2020. № 3. С. 34–45.
4. Александров И.Б., Митрофанов А.Г. Новые подходы к преподаванию инженерных дисциплин в высшей школе. Краснодар: Юг, 2021. 220 с.
5. Анучина М. Почему ЕГЭ по физике стали реже сдавать? [Электронный ресурс] // Сириус. Журнал. 25.09.2024. URL: <https://siriusmag.ru/articles/2734-pocemu-stali-reze-sdavat-ege-po-fizike/>
6. Бабенко С.П., Бадьин А.В. Некоторые взгляды на методы преподавания физики и математики в высших учебных заведениях // Alma mater (Вестник высшей школы). 2024. № 11. С. 33–39. DOI: 10.20339/AM.11-24.033
7. Ан А.Ф. О проблемах физического образования в техническом вузе // Alma mater (Вестник высшей школы). 2022. № 3. С. 59–64. DOI: 10.20339/AM.03-22.059
8. Ан А.Ф., Кутарова Е.И. Основы проектирования содержания учебной дисциплины «Математика» в техническом вузе // Alma mater (Вестник высшей школы). 2019. № 12. С. 82–87. DOI: 10.20339/AM.12-19.082

References

1. Burkov, A.V. Quality of Engineer Training in the Higher Education System: Problems and Solutions. Moscow: Nauka, 2020. 240 p.
2. Ivanov, S.A. Mathematics as the Foundation of Engineering Education: Analysis and Practice. Yekaterinburg: Ural University, 2021. 300 p.
3. Zavyalov, V.A. Problems of Teaching Mathematics in Engineering Specialties. *Higher Education in Russia*. 2020. No. 3. Pp. 34–45.
4. Alexandrov, I.B., Mitrofanov, A.G. New Approaches to Teaching Engineering Disciplines in Higher Education. Krasnodar: Iug, 2021. 220 p.
5. Anuchina, M. Why have people started taking the Unified State Exam in Physics less often? [Electronic resource]. *Sirius Journal*. 25.09.2024. URL: <https://siriusmag.ru/articles/2734-pocemu-stali-reze-sdavat-ege-po-fizike/>
6. Babenko, S.P., Badyin, A.V. Some views on methods of teaching physics and mathematics in higher educational institutions. *Alma mater (Vestnik vysshey shkoly)*. 2024. No. 11. P. 33–39. DOI: 10.20339/AM.11-24.033
7. An, A.F. On the problems of physical education in a Technical University. *Alma mater (Vestnik vysshey shkoly)*. 2022. No. 3. P. 59–64. DOI: 10.20339/AM.03-22.059
8. An, A.F., Kutarova, E.I. Basics of designing the content of the discipline “Mathematics” in a technical university. *Alma mater (Vestnik vysshey shkoly)*. 2019. No. 12. P. 82–87. DOI: 10.20339/AM.12-19.082