

## Интегрированные задачи по механике в контексте развития инженерного образования

### **Эдуард Викторович Петрович**

Кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры Экспериментальной и общей физики  
Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова  
Элиста, Россия  
ed-petrovich78@bk.ru  
ORCID 0009-0008-0017-1199

### **Елена Владимировна Сумьянова**

Кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры Экспериментальной и общей физики  
Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова  
Элиста, Россия  
elena.sumyanova@bk.ru  
ORCID 0009-0000-2493-2265

### **Барно Хайтмурадова**

Магистр  
Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова  
Элиста, Россия  
Varnohaitmur88@mail.ru  
ORCID 0000-0000-0000-0000

### **Мунира Джавлыева**

Магистр  
Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова  
Элиста, Россия  
Munirajavlyeva@yandex.ru  
ORCID 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 07.02.2024  
Принята 28.03.2024  
Опубликована 30.04.2024

УДК 531.01:62

DOI 10.25726/t0302-3484-6385-u

EDN KQOYZM

ВАК 5.8.7. Методология и технология профессионального образования (педагогические науки)

OECD 05.03.HA EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH

### **Аннотация**

В связи с необходимостью подготовки инженеров для всех отраслей народного хозяйства появился ряд документов, регламентирующих развитие инженерного образования, начиная со школьной скамьи. Этот процесс затрагивает целый ряд предметов, но в большей степени – физику. Поэтому необходимо готовить учителей, способных развить у школьников не только интерес к этой дисциплине, но и помочь становлению технического мышления. Для достижения этой цели могут быть использованы практические занятия, посвященные решению задач. В статье предложен интегрированный подход к подбору и составлению задач по дисциплине классическая механика для студентов педагогических направлений и специальностей. Этот прием предполагает одновременное рассмотрение механической системы в идеальных (математически заданных) и реальных (данные эксперимента) условиях. Основой

условий задач является визуальная информация, которая дает «эффект присутствия», позволяя выявить связи между величинами и построить графическую картину явления, что играет большое значение в практических задачах.

### **Ключевые слова**

инженерное образование, классическая механика, физика, техническое мышление, интегрированный подход, системно-деятельностный подход, визуальная информация.

### **Введение**

Современная цивилизация в своей основе содержит инженерные науки, это вызвано необходимостью использования инновационных технологий для решения самых разнообразных задач общества. При этом меняются подходы к инженерному образованию (Кондратьев, 2022). Оно становится более наукоемким, высокотехнологичным, ориентированным на использование специализированных компьютерных программ, требует развития навыков коммуникации и понимания социального контекста. Эти задачи являются достаточно трудоемкими и требуют по-другому взглянуть на процесс подготовки инженеров «нового поколения».

В этой связи на разных уровнях государственной власти разрабатываются программы, концепции и планы развития инженерного образования на всех ступенях образования. Так документ [план] разработан для школы и содержит целый перечень мероприятий на 2023 -2025 годы. Как показывает их анализ, они практически все связаны с физикой, что должно стать триггером, который способен перевести изучение физики в школе на новый уровень, определить основные элементы образования, способствующие воспитанию будущих инженеров (Набиев? 2016). Физика играет решающую роль в понимании принципов, управляющих миром природы, и лежит в основе технологических прорывов, которые нас окружают (Шиселова, 2004).

Вопросу подготовки высококвалифицированных инженеров посвящено много статей, например (Васильева, 2018; Похолоков, 2021) рассматривают вопросы, связанные с растущей необходимостью открытия инженерных классов и роли, которую играют эти классы в профориентации будущих специалистов. Авторы других работ (Дударева, 2018; Шкерина, 2019), приводят примеры успешных образовательных программ, которые ориентированы на развитие «инженерного мышления учащихся», в том числе, с помощью погружения в «университетскую образовательную среду» (Галиновский, 2017). Отдельно можно отметить работы, в которых изучаются вопросы подготовки педагогов-физиков, способных решать задачи, связанные с политехническим образованием в школе (Ильин, 2016).

Параллельно возникает потребность в совершенствовании методического сопровождения изучения физики в контексте развития инженерного образования. То есть необходимо планомерно и эффективно готовить учителей способных не только научить школьников понимать физику и решать задачи, которые чаще всего базируются на абстрактных моделях (что тоже безусловно, важно), но и видеть в окружающем мире реальные объекты и явления, которые можно описать с помощью изученных физических моделей. И здесь общий курс физики, который студенты изучают на 1-2 курсе бакалавриата как нельзя лучше подходит для решения поставленной цели. То есть мы предполагаем, что если на практических занятиях, например по механике, студенты будут иметь дело с задачами, которые можно «реализовать на практике», то в своей профессиональной деятельности они будут использовать полученный навык и смогут развивать на своих уроках интерес к физике через ее технические приложения.

### **Материалы и методы исследования**

Методической основой данного исследования может стать технология проблемного обучения, когда вводятся задачи, которые используются для создания контекста и мотивации для последующего обучения (Махмутов, 1977). Такой подход требует от обучающегося активных действий для поиска решения новых для них познавательных и практических задач, что предполагает значительный объем

самостоятельного обучения и очень хорошо согласуется с системно-деятельностным подходом в образовании.

Проблемное обучение физике в школе и вузе широко используется уже несколько десятилетий и вопросы методики при проведении различных видов занятий освещаются в большом количестве научных статей. Например, в работе [Самойлов] рассматривается вопрос конструирования кейс-заданий для студентов-педагогов по методике преподавания физики.

Цель данной статьи – предложить изучение возможностей использования различных наглядных образов из эксперимента при формулировании условий задач в курсе классической механики, как средства развития технического мышления студентов педагогических направлений.

### Результаты и обсуждение

Одной из главных предметных компетенций будущего учителя физики является – умение решать физические задачи и владение методикой обучения школьников решению задач. При этом, необходимо отметить, что по своему разнообразию видов задач физика самая «богатая» дисциплина учебного плана. Задачи можно классифицировать по уровню сложности, по виду учебной деятельности, по содержанию, по способу формулировки условия и другие.

В рамках поставленной здесь задачи – подготовка учителя, способного развить у своих учеников инженерное мышление через решение физических задач – мы предполагаем, что для этой цели лучше всего подходят, так называемые наглядные задачи, в условии которых так или иначе фигурирует графическая информация, фотографии, диаграммы, схемы, экспериментальные установки и т.д. В этом случае описание проблемы не задано явно и обучающиеся должны сначала проанализировать задачу, понять ее концепцию и только потом приступить к решению.

Как показали исследования ряда авторов (Лунегова, 2018), такие задачи способствуют развитию целого ряда навыков, в том числе побуждают обучающихся визуализировать природные и технические процессы. Последнее является одним из определяющих средств коммуникации и мышления инженеров.

В начале изучения дисциплины «Классическая механика» студентам, выбравшим профессию учителя физики, были предложены задачи двух типов – заданные словесно и графически. Оба типа задач были равной степени сложности, но, как оказалось, упражнения, в которых данные не указаны в явном виде в тексте вопроса, вызвало гораздо больше затруднений.

Надо отметить, что этот вывод не новый и авторы статей, например (Бутырский, 2010), обращают внимание на необходимость усиления внимания на такие задачи в связи с увеличением их количества в экзаменационных материалах по физике для учеников выпускных классов как основной, так и средней школы, в соответствии с требованиями ФГОС по формированию метапредметных результатов.

На рисунке 1 представлена схема, в которой приведены виды условий графических задач, как абстрактных (заданных на основе математических закономерностей), так и реальных (на основе физического эксперимента и наблюдений).

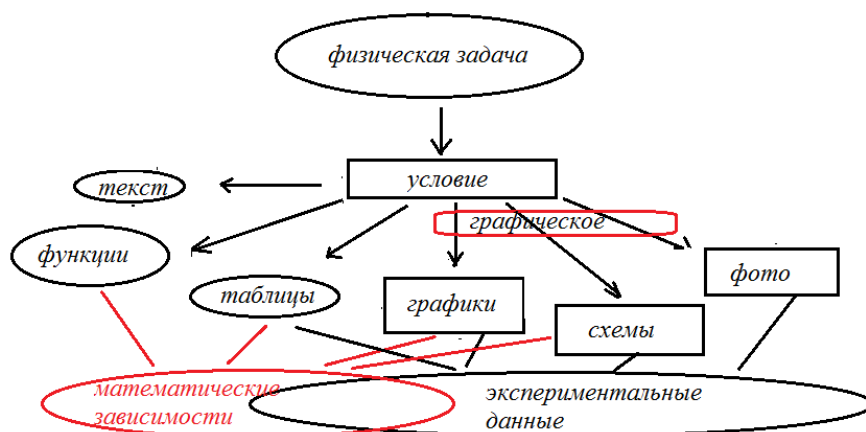
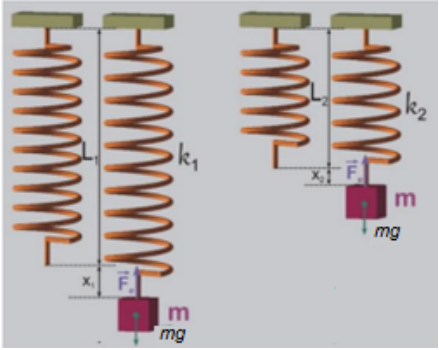
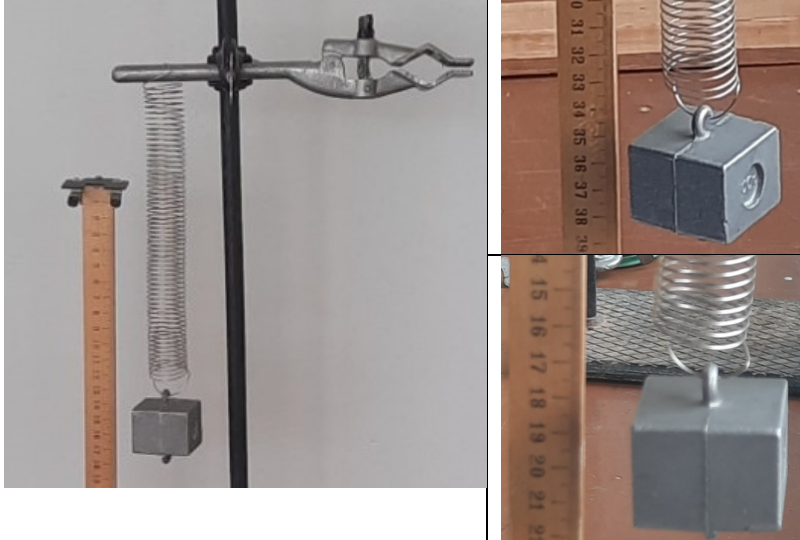
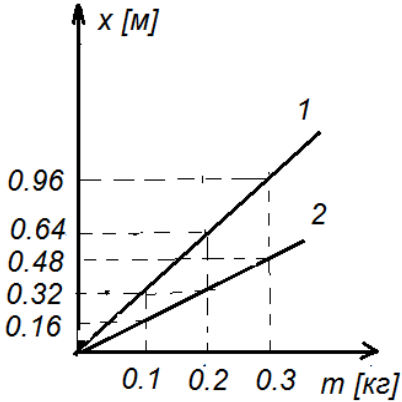
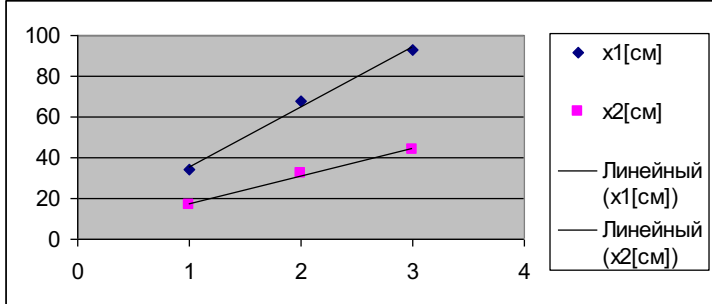


Рисунок 1. Схематическое изображение видов условий физических задач

Видно, что второй класс оказался более широким, так как здесь добавились фото. Заметим, что на схеме не представлено видео, так как мы рассматриваем статические данные, для того чтобы можно было организовать работу над задачами без использования технических устройств.

В рамках поставленной задачи развития технических компетенций у будущих учителей физики мы предлагаем рассмотреть графические задачи одновременно, заданных математическими и экспериментальными данными. Такой интегрированный подход позволит расширить кругозор обучающихся и комплексно подойти к проблеме развития инженерного образования в школе, так как обучающиеся смогут сравнить механику идеальных и реальных систем.

Для конкретизации рассмотрим пример, используемый на практических занятиях по дисциплине «Классическая механика» из раздела «Динамика частицы». На рисунках представлены данные о растяжениях двух пружин (первая получена при разрезании второй пополам) в зависимости от подвешенных последовательно трех масс. Ученики должны определить отношение периодов колебаний для этих двух пружин для каждой массы.

Идеальная система	Реальная система													
														
	<table border="1" data-bbox="639 1312 1018 1458"> <thead> <tr> <th>m [кг]</th> <th>x<sub>1</sub>[см]</th> <th>x<sub>2</sub>[см]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.1</td> <td>34</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>68</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>0,3</td> <td>93</td> <td>44</td> </tr> </tbody> </table> 		m [кг]	x <sub>1</sub> [см]	x <sub>2</sub> [см]	0.1	34	17	0.2	68	32	0,3	93	44
m [кг]	x <sub>1</sub> [см]	x <sub>2</sub> [см]												
0.1	34	17												
0.2	68	32												
0,3	93	44												
<p>Учащимся необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выделить ключевую концепцию из визуальной информации: записать традиционное «дано» по представленному рисунку (выписать точки из графика слева или таблицу значений справа).</li> <li>2. Определить, какие физические явления и закономерности необходимо будет использовать (условие равновесия и формулы для силы упругости и тяжести, периода колебаний).</li> <li>3. Решить задачу, используя математические выкладки, сопоставления, и сделать логический вывод</li> <li>4. Для экспериментальных данных оценить погрешность измерений</li> </ol>														

5. После того как решение найдено, обучающийся должен провести критический анализ результатов	
<p>1. Сделаем вывод об отношении коэффициентов упругости. Выбираем любую точку для каждой прямой, получаем значения коэффициента упругости. Делаем вывод о том, что жесткость половины пружины в 2 раза больше жесткости целой.</p> <p>2. Для отношения периодов колебаний одинаковых масс:</p> $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{k_1}{k_2}} = \sqrt{2}.$	<p>1. Из-за погрешности получаем по три коэффициента упругости для каждой пружины, среди которых находим среднее значение и проводим сравнение средних жесткостей для каждой пружины</p> <p>2. Определяем отношение периодов колебаний по известным коэффициентам жесткости</p> <p>3. Здесь можно добавить в условие значение периода колебаний, полученного при измерении времени 10 - 20 колебаний, и сравнить с полученными выше значениями.</p>

Интеграция задач по механике в контексте развития инженерного образования является ключевым аспектом подготовки будущих специалистов, способных эффективно решать сложные технические задачи. Механика, как фундаментальная дисциплина, лежит в основе многих инженерных направлений, таких как машиностроение, строительство, энергетика и транспорт. Введение интегрированных задач по механике в учебный процесс способствует не только углублению теоретических знаний студентов, но и развитию их практических навыков, что особенно важно в условиях современного рынка труда.

Одной из главных целей интеграции задач по механике является формирование системного мышления у студентов. В традиционном подходе к обучению механике акцент часто делается на решении отдельных задач, что может привести к фрагментарному восприятию материала. Интегрированные задачи, напротив, требуют от студентов понимания и применения различных аспектов механики в комплексе, что способствует формированию целостного представления о предмете. Например, задача на расчет прочности конструкции может включать элементы статики, динамики и сопротивления материалов, что позволяет студентам увидеть взаимосвязь между этими разделами механики.

Практическая направленность интегрированных задач по механике также играет важную роль в подготовке инженеров. Решение таких задач требует от студентов не только теоретических знаний, но и навыков их применения на практике. Это особенно важно в условиях современных производств, где инженеры сталкиваются с реальными техническими проблемами, требующими комплексного подхода. Практико-ориентированные задачи могут включать моделирование реальных инженерных ситуаций, что позволяет студентам получить опыт решения реальных проблем еще на этапе обучения.

Кроме того, интегрированные задачи по механике способствуют развитию у студентов навыков междисциплинарного взаимодействия. В современном мире инженерные проекты часто требуют участия специалистов из различных областей, и умение работать в команде становится все более важным. Интегрированные задачи могут включать элементы из смежных дисциплин, таких как математика, физика, информатика и материаловедение, что способствует развитию у студентов навыков междисциплинарного взаимодействия и сотрудничества.

Одним из примеров успешной интеграции задач по механике в учебный процесс является использование проектного метода обучения. В рамках проектного обучения студенты работают над реальными инженерными проектами, которые требуют применения знаний и навыков из различных областей механики. Например, проект по разработке нового типа транспортного средства может включать задачи на расчет кинематики и динамики движения, анализ прочности и устойчивости конструкции, выбор материалов и оптимизацию производственных процессов. Такой подход позволяет студентам не только углубить свои знания по механике, но и развить навыки проектной деятельности, что особенно важно для будущих инженеров.

Интеграция задач по механике в контексте развития инженерного образования также требует использования современных технологий и инструментов. В современных условиях невозможно

представить обучение механике без использования компьютерных моделей и симуляций. Программное обеспечение для моделирования механических систем позволяет студентам проводить сложные расчеты и анализировать результаты, что значительно ускоряет процесс обучения и повышает его эффективность. Кроме того, использование компьютерных моделей позволяет студентам экспериментировать с различными параметрами и условиями, что способствует более глубокому пониманию изучаемых процессов.

Однако, несмотря на все преимущества интеграции задач по механике в учебный процесс, существуют и определенные вызовы. Одним из них является необходимость подготовки преподавателей, способных эффективно использовать интегрированные задачи в обучении. Это требует не только глубоких знаний по механике, но и навыков междисциплинарного взаимодействия и использования современных технологий. Кроме того, разработка интегрированных задач требует значительных временных и ресурсных затрат, что может быть сложной задачей для образовательных учреждений.

Еще одним важным аспектом является необходимость адаптации учебных программ к требованиям современного рынка труда. В условиях быстрого развития технологий и изменений в производственных процессах, учебные программы должны быть гибкими и адаптируемыми. Это требует постоянного мониторинга и анализа потребностей рынка труда, а также тесного взаимодействия с промышленными предприятиями и научными организациями. Введение интегрированных задач по механике в учебные программы должно быть основано на реальных потребностях и требованиях работодателей, что позволит обеспечить высокую конкурентоспособность выпускников на рынке труда.

Интеграция задач по механике в контексте развития инженерного образования является важным и перспективным направлением. Она способствует формированию системного мышления, развитию практических навыков и междисциплинарного взаимодействия, что особенно важно для подготовки высококвалифицированных инженеров. Однако для успешной реализации этого подхода необходимо учитывать вызовы и требования современного образовательного процесса, а также активно использовать современные технологии и инструменты. Введение интегрированных задач по механике в учебный процесс требует комплексного подхода и тесного взаимодействия всех участников образовательного процесса, что позволит обеспечить высокое качество подготовки будущих специалистов и их конкурентоспособность на рынке труда.

### **Заключение**

Таким образом, в статье рассмотрен интегрированный подход математики и эксперимента к формулированию и решению задач с использованием визуальной информации. Решение одной и той же задачи с помощью идеализированных математических моделей и данных реального эксперимента нацелено на выработку общей стратегии подготовки учителей физики, способных к решению большого круга педагогических задач, в частности, связанных с развитием инженерного образования в школе.

Как показала его апробация, включение подобных задач для решения на практических занятиях и в самостоятельную работу студентов помогает формированию навыков анализа графической информации, получения представлений о взаимосвязи между величинами. Кроме этого, рассмотрение проблемы с разных сторон может стать основой глубокого понимания физических явлений и их технических приложений.

### **Список литературы**

1. Бутырский Г.А. Классификация графических задач по физике и проблемы обучения их решению // Вестник ВятГУ. 2010. № 1. С. 141-146.
2. Васильева О.Н., Коновалова Н. В. Инженерные классы как инструмент профессиональной навигации // Высшее образование в России. 2018. № 12. С. 136-143.
3. Галиновский А.Л., Баданина Ю.В., Моисеев В.А. Компетентностный портрет специалиста в новых моделях инженерного образования // Вестник ПНИПУ. Проблемы языкознания и педагогики. 2017. № 3. С. 139-149.

4. Дударева О.Б., Костомарова Е.В. Образовательная программа организации как ключевой инструмент формирования инженерного мышления обучающихся // Современное педагогическое образование. 2018. № 5. С. 126-131.
5. Ильин И.В. Содержание и средства дидактической поддержки курса по выбору «Принцип политехнизма в обучении физике» // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия: Информационные компьютерные технологии в образовании. 2016. № 12. С. 82-100.
6. Кондратьев В.В., Дреер Р., Кузнецова М.Н. Концепции инженерного образования в современных условиях // КПЖ. 2022. № 5(154). С. 43-48.
7. Лунегова В.В. Наглядно-графическая деятельность как средство достижения метапредметных результатов при обучении физике в школе // Вестник ЮУрГУ. Серия: Образование. Педагогические науки. 2018. № 1. С. 47-54.
8. Махмутов М.И. Организация проблемного обучения в школе М.: Просвещение, 1977. 240 с.
9. Набиев Ш, Умарова Г. Роль физики и основные условия эффективности системы образования в подготовке высококвалифицированных научных и инженерных кадров // Теория и практика современной науки. 2016. № 5(11). С. 662-665.
10. Петрович Э.В., Манжиева Т.С.- Г., Акмырадова М., Гуллыева А.Ч. Экспериментальные задачи по физике в контексте системы укрупнения дидактических единиц // Управление образованием: теория и практика. 2022. № 4(50). С. 212-218.
11. План мероприятий по развитию инженерного образования на 2023-2025 годы (утвержден распоряжением № 178-р/Р-92 Министерства науки и высшего образования РФ и Министерства просвещения от 26.04.2023). 2023.
12. Похолков Ю.П. Инженерное образование России: проблемы и решения. концепция развития инженерного образования в современных условиях // Инженерное образование. 2021. № 30. С. 96-107.
13. Самойлов Е.А. Кейс-задания по дидактике физики в системе управления интеллектуальным развитием студентов педагогических вузов // Московский педагогический журнал. 2021. № 3. С. 27-37.
14. Шишелова Т.И., Чиликанова Л.В., Коновалов Н.П., Созинова Т.В. Роль физики в профессиональной подготовке специалистов инженерно-технического профиля // Современные наукоемкие технологии. 2004. № 2. С. 121-122.
15. Шкерина Л.В., Багачук А.В., Бочарова Ю.Ю. Основные подходы и принципы проектирования магистерских образовательных программ подготовки педагогов дополнительного инженерного образования // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. 2019. № 4(50). С. 97-106.

### **Integrated tasks in mechanics in the context of the development of engineering education**

#### **Eduard V. Petrovich**

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Experimental and General Physics  
B.B. Gorodovikov Kalmyk State University  
Elista, Russia  
ed-petrovich78@bk.ru  
ORCID 0009-0008-0017-1199

#### **Elena V. Sumyanova**

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Experimental and General Physics

B.B. Gorodovikov Kalmyk State University  
Elista, Russia  
elena.sumyanova@bk.ru  
ORCID 0009-0000-2493-2265

**Barno Haitmuradova**

Master  
B.B. Gorodovikov Kalmyk State University  
Elista, Russia  
Barnohaitmur88@mail.ru  
ORCID 0000-0000-0000-0000

**Munira Javlyeva**

Master  
B.B. Gorodovikov Kalmyk State University  
Elista, Russia  
Munirajavlyeva@yandex.ru  
ORCID 0000-0000-0000-0000

Received 07.02.2024  
Accepted 28.03.2024  
Published 30.04.2024

UDC 531.01:62  
DOI 10.25726/t0302-3484-6385-u  
EDN KQOYZM  
VAK 5.8.7. Methodology and technology of vocational education (pedagogical sciences)  
OECD 05.03.HA EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH

**Abstract**

Due to the need to train engineers for all sectors of the national economy, a number of documents have appeared regulating the development of engineering education, starting from school. This process affects a number of subjects, but to a greater extent physics. Therefore, it is necessary to train teachers who are able to develop students not only an interest in this discipline, but also to help the formation of technical thinking. To achieve this goal, practical exercises dedicated to solving problems can be used. The article proposes an integrated approach to the selection and compilation of tasks in the discipline of classical mechanics for students of pedagogical fields and specialties. This technique involves simultaneous consideration of a mechanical system under ideal (mathematically specified) and real (experimental data) conditions. The basis of the task conditions is visual information, which gives a «presence effect», allowing you to identify the relationships between the quantities and build a graphical picture of the phenomenon, which plays a great role in practical tasks.

**Keywords**

engineering education, classical mechanics, physics, technical thinking, integrated approach, visual information.

**References**

1. Butyrsky G.A. Classification of graphical problems in physics and problems of teaching them to solve // Bulletin of Vyatka State University. 2010. № 1. pp. 141-146.



2. Vasilyeva O.N., Konovalova N. V. Engineering classes as a tool for professional navigation // Higher education in Russia. 2018. № 12. pp. 136-143.
3. Galinovsky A.L., Badanina Yu.V., Moiseev V.A. Competence portrait of a specialist in new models of engineering education // Bulletin of PNRPU. Problems of linguistics and pedagogy. 2017. № 3. pp. 139-149.
4. Dudareva O.B., Kostomarova E.V. Educational program of the organization as a key tool for the formation of engineering thinking of students // Modern pedagogical education. 2018. № 5. pp. 126-131.
5. Ilyin I.V. The content and means of didactic support of the elective course «The principle of polytechnism in teaching physics» // Bulletin of the Perm State Humanitarian Pedagogical University. Series: Information computer technologies in education. 2016. № 12. pp. 82-100.
6. Kondratiev V.V., Dreher R., Kuznetsova M.N. Concepts of engineering education in modern conditions // KPJ. 2022. № 5(154). pp. 43-48.
7. Lunegova V.V. Visual and graphic activity as a means of achieving metasubject results in teaching physics at school // Bulletin of SUSU. Series: Education. Pedagogical sciences. 2018. № 1. pp. 47-54.
8. Makhmutov M.I. Organization of problem-based education at school M.: Enlightenment, 1977. 240 p.
9. Nabiev Sh, Umarova G. The role of physics and the basic conditions for the effectiveness of the education system in the training of highly qualified scientific and engineering personnel // Theory and practice of modern science. 2016. № 5(11). pp. 662-665.
10. Petrovich E.V., Manjjeva T.S.- G., Akmyradova M., Gullyeva A.Ch. Experimental problems in physics in the context of the system of consolidation of didactic units // Education management: theory and practice. 2022. № 4(50). pp. 212-218.
11. Action plan for the development of engineering education for 2023-2025 (approved by Order No. 178-p/P-92 of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation and the Ministry of Education dated 04/26/2023). 2023.
12. Pokholkov Yu.P. Engineering education in Russia: problems and solutions.the concept of development of engineering education in modern conditions // Engineering education. 2021. № 30. pp. 96-107.
13. Samoilov E.A. Case studies on the didactics of physics in the management system of intellectual development of students of pedagogical universities // Moscow Pedagogical Journal. 2021. № 3. pp. 27-37.
14. Shishelova T.I., Chilikanova L.V., Konovalov N.P., Sozinova T.V. The role of physics in the professional training of engineering specialists // Modern high-tech technologies. 2004. № 2. pp. 121-122.
15. Shkerina L.V., Bagachuk A.V., Bocharova Yu.Yu. The main approaches and principles of designing Master's degree educational programs for teachers of additional engineering education // Bulletin of the KSPU named after V.P. Astafiev. 2019. No. 4(50). pp. 97-106.