

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ИНСТИТУТ СОДЕРЖАНИЯ
И МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ
федеральное государственное
бюджетное научное учреждение

**Учебно-методическое обеспечение
процессов преподавания
химии, биологии, физики на уровнях
основного общего и среднего общего
образования с включением
дополнительного инженерного
компонента**

Методические рекомендации

Москва

2024

УДК 372.853:372.854:372.857

ББК 74.262.0

У91

Авторский коллектив:

Н. А. Заграничная, кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник лаборатории естественно-научного образования ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения»

Л. А. Паршутина, кандидат педагогических наук, заведующая лабораторией естественно-научного образования ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения»

А. А. Якута, кандидат физико-математических наук, почетный работник воспитания и просвещения Российской Федерации, старший научный сотрудник ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения», доцент кафедры общей физики ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»

А. С. Городенская, кандидат педагогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории естественно-научного общего образования ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения»

О. Н. Логвинова, кандидат педагогических наук, ведущий эксперт лаборатории естественно-научного образования ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения»

Рецензенты:

Г. В. Пичугина, доктор педагогических наук, кандидат химических наук, главный редактор научно-методического журнала «Школа и производство»

С. А. Волкова, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры химии ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского»

У91

Учебно-методическое обеспечение процессов преподавания химии, биологии, физики на уровнях основного общего и среднего общего образования с включением дополнительного инженерного компонента : методические рекомендации / Н.А. Заграничная, Л.А. Паршутина, А.А. Якута, А.С. Городенская, О.Н. Логвинова. – М. : ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения», 2024. – 73 с.: ил.

ISBN 978-5-6053417-5-8

В методических рекомендациях рассматриваются вопросы, связанные с включением инженерного компонента в содержание обучения химии, биологии и физики на уровнях основного общего образования и среднего общего образования. Методические рекомендации могут быть использованы в образовательном процессе при обучении как на базовом, так и на углубленном уровне. Дидактические материалы, представленные в пособии, разработаны с учетом специфики каждой из дисциплин и могут служить основой для разработки собственных методических подходов учителя к включению технологических и технических компонентов в систему преподавания. Методические рекомендации представляют интерес для широкого круга специалистов в области образования: учителей, преподавателей педагогических вузов и колледжей, методистов системы повышения квалификации учителей.

Методические рекомендации разработаны в рамках государственного задания ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения» на 2024 год «Обновление содержания общего образования».

УДК 372.853:372.854:372.857

ББК 74.262.0

ISBN 978-5-6053417-5-8

© ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения», 2024
Все права защищены

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Методические подходы к включению дополнительного инженерного компонента в курсы естественно-научных учебных предметов на уровнях основного общего и среднего общего образования: исторический обзор и анализ современных тенденций.....	8
2. Инженерный компонент обучения как результат интеграции знаний по различным учебным предметам и формирования предметных умений и универсальных учебных действий.....	18
3. Возможности включения дополнительного инженерного компонента в содержание естественно-научных учебных предметов в контексте достижения планируемых результатов федеральных образовательных программ основного общего и среднего общего образования	25
3.1. Возможности включения дополнительного инженерного компонента в содержание учебного предмета «Химия» (на примере изучения отдельных тем базового и углубленного курсов на уровнях основного общего и среднего общего образования)	25
3.2. Возможности включения дополнительного инженерного компонента в содержание учебного предмета «Биология» (на примере изучения отдельных тем базового и углубленного курсов на уровне среднего общего образования)	35
3.3. Возможности включения дополнительного инженерного компонента в содержание учебного предмета «Физика» (на примере изучения отдельных тем базового и углубленного курсов на уровнях основного общего и среднего общего образования).....	44
Заключение.....	69
Список литературы.....	70

Введение

Овладение технологическими и инженерными знаниями выпускниками школы становятся важным фактором экономического развития страны, оказывающим значительное влияние на ее место в мировой экономике. Эти знания обучающихся и умения их применять в учебе и в жизни функционально зависят от качества естественно-научного общего образования. На это условие обращал внимание лауреат Нобелевской премии академик Ж. А. Алферов, который подчеркивал, что страна, которая хотела бы адекватно отвечать серьезнейшим вызовам времени, должна опираться в первую очередь на хорошее математическое и естественно-научное образование, иначе у этой страны нет будущего. Для разработки технических инноваций и промышленных технологий, а также для их дальнейшего внедрения необходимы определенные модели мышления и образования. Чтобы достичь намеченных результатов необходимо, чтобы все выпускники школ обладали технологической грамотностью, которая базируется на фундаментальных знаниях в области математики и естественных наук, а также создать возможности для выявления талантливой молодежи в области науки и технологий, для формирования устойчивой мотивации подростков к получению научного и инженерного образования. Только на этой основе возможно дальнейшее развитие интеллектуального технологического потенциала страны.

Возможности для совершенствования естественно-научного образования в соответствии с современными требованиями заложены в нормативных документах: федеральной образовательной программе основного общего образования (ФОП ООО) [1], федеральной образовательной программе среднего общего образования (ФОП СОО) [2], разработанных на основе федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования (ФГОС ООО) [3] и федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (ФГОС СОО) [4]. Направления совершенствования включают актуализацию инженерного компонента в курсах естественно-

научных учебных предметов. *Инженерный компонент содержания образования* – это базовые научные и технологические знания и умения, освоение которых позволяет обучающимся приобрести опыт применения физических, химических, биологических, математических методов исследования объектов и явлений природы, участвовать в научно-технических конкурсах, олимпиадах и фестивалях. Это понятие охватывает также дидактический инструментарий – задания, задачи, лабораторные и практические работы, которые способствуют развитию умений планировать работу, конструировать и моделировать, овладевать основными алгоритмами и опытом проектно-исследовательской и инженерной деятельности. При изучении естественно-научных учебных дисциплин большее внимание уделяется знаниям и умениям, связанным с технологиями различных процессов и производств. Поэтому в естественно-научном образовании обоснованно следует применять понятие *инженерный компонент* содержания обучения.

Инженерный компонент общего образования должен обеспечивать актуальную практико-ориентированную подготовку обучающихся в естественно-научной и математической областях, а также повышение уровня вовлеченности и осведомленности школьников в сферах научного исследования, проектирования, моделирования и конструирования. Этот компонент включается в содержание соответствующих общеобразовательных учебных предметов, которые изучаются как на базовом, так и на углубленном уровне. Он не охватывает *специальные* инженерные знания, основы которых закладываются при изучении информатики, труда (технологии) и специальных профильных курсов инженерной направленности, предусмотренных в предпрофессиональной подготовке обучающихся в соответствии с учебным планом образовательной организации.

Естественно-научное образование предоставляет людям знания и навыки, которые необходимы в научной и технологической сферах деятельности. Поэтому крайне важно, чтобы изучение естественных наук в школе включало инженерные элементы содержания как на профильном, так и на базовом уровнях.

В курсах естественно-научных дисциплин и математики в основном общем и среднем общем образовании инженерный компонент реализуется в том числе в форме *технологического просвещения на базовом уровне и предпрофессиональной подготовки при изучении профильных учебных предметов на углубленном уровне.*

Основная задача *технологического просвещения* в школе – формирование технологической грамотности обучающихся, которая основывается на осознании важности практического аспекта научных знаний, на идее связи теории с практикой. Технологическая грамотность рассматривается как готовность и способность применять приобретаемые знания, умения и навыки для принятия обоснованных решений по использованию современных технологий в различных сферах человеческой деятельности. Технологическая грамотность основывается на осознании важности и влияния практического аспекта научных знаний на развитие технологий, на идее связи теории с практикой; рассматривается как часть функциональной грамотности обучающихся. Она включает понимание основ работы технологий: это не только знания об ИТ-технологиях, но и способность использовать самые разные технологии для решения поставленных задач.

Предпрофессиональная подготовка при углубленном изучении естественно-научных предметов в школе включает обеспечение психолого-педагогических условий для развития интереса обучающихся, их склонностей и способностей к профильным знаниям и способам деятельности, а также для профессионального самоопределения. Углубленное изучение естественно-научных учебных дисциплин направлено на усвоение профессионально значимых знаний и освоение ведущих способов учебно-познавательной деятельности, на развитие научного мышления, формирование личности, способной и стремящейся к саморазвитию.

Предпрофессиональная подготовка реализуется в общем образовании не только при условии интеграции компонентов естественно-научного

образования (общеобразовательных предметов, профильных предметов, внеурочных курсов), но и посредством внедрения в школьную программу модулей, предметов, дисциплин, устанавливающих связи между содержанием обучения в школах и вузах. Это создает дополнительные возможности для полноценной реализации инженерного компонента при изучении естественно-научных учебных предметов.

Освоение инженерных аспектов обучения невозможно без рассмотрения реальных проблем и ситуаций, связанных с разработкой и использованием современных инженерных, химических, биологических, медицинских и других видов технологий, с применением новых материалов и оборудования, с их воздействием на окружающую среду и человека. Рассмотрение подобных проблем и нахождение возможных путей их решения на уроках и внеурочных занятиях предполагает разработку соответствующего дидактического инструментария – специальных учебно-познавательных и учебно-практических задач. Включение такого инструментария в содержание курсов физики, химии, биологии будет способствовать обеспечению реализации дополнительного инженерного компонента в контексте совершенствования естественно-научного образования на всех уровнях общего образования.

1. Методические подходы к включению дополнительного инженерного компонента в курсы естественно-научных учебных предметов на уровнях основного общего и среднего общего образования: исторический обзор и анализ современных тенденций

Задачи определения оптимальных путей и способов предпрофессиональной инженерной подготовки, технологического просвещения и формирования технологической грамотности обучающихся, включающие подходы к формированию научно-технического типа мышления, поддержание устойчивого интереса к естественным и инженерным наукам, ставились и решались в истории развития отечественного образования по-разному.

Еще в дореволюционной России в составе Императорского Русского технического общества с 1868 г. действовала Постоянная комиссия по техническому образованию, которая занималась популяризацией, развитием и распространением технического образования, разъяснением его значения для экономической жизни страны. Но полезная и продуктивная деятельность комиссии ограничивалась учебными заведениями, имеющими элитарный характер [5].

Реформирование системы естественно-научного образования в Советской России началось сразу после 1917 г. на основе принципов политехнического обучения и трудового воспитания учащихся в рамках единой трудовой школы. Одной из целей преобразований являлась ликвидация формализма в школьном обучении. Изменился социальный заказ государства к системе образования: стране требовалось не просто грамотное население, но люди, умеющие применять свои знания в промышленности и сельском хозяйстве. Возникла необходимость в усилении практической направленности образования, а также в соединении обучения с трудом. В школьном образовании утвердились идеи *политехнического обучения*, которые могут рассматриваться в историческом аспекте как прообраз инженерно-технологического компонента в общем образовании.

В 1920-х гг. политехническое направление обучения стало теоретической и практической основой функционирования единой трудовой школы, которая формировала у учащихся самые общие представления об основных технологиях и принципах действия технических устройств, применяемых в промышленном производстве. Изучение естественных наук имело практическую направленность, отдельные учебные предметы как таковые упразднились. Вместо них вводилось изучение практически важных комплексных тем, для освоения которых предполагалось проведение экскурсий, лабораторных работ, практических занятий на предприятиях; школа провозглашалась цехом фабрики и завода или частью совхоза. Подобные попытки непосредственно связать школьное обучение с реальной жизнью и действующим производством в тот период не удались и привели к разрушению систематического базового образования, следствиями чего стали катастрофическое падение уровня общего образования и трудности с освоением студентами программ высшего образования [5].

Образовательная реформа 1930-х гг. положила конец стратегии трудовой школы. Была выдвинута задача подготовки выпускников школ, уверенно владеющих основами наук, необходимыми для поступления в техникумы и вузы. Были созданы систематические программы по всем предметам, упорядочена структура школы, разработаны стабильные учебники, методики по отдельным дисциплинам. С конца 1930-х гг. работа школ начала отходить от принципов политехнического обучения и трудового воспитания учащихся. Резко сократилось число экскурсий, а также практических занятий и других видов самостоятельных работ учащихся. Урок стал единственной формой обучения с неизменной структурой.

В период Великой Отечественной войны вновь произошло изменение государственного заказа к системе образования: обучению в школе был придан военно-патриотический характер, технологический аспект образования приобрел новое значение. Акцент в содержании естественно-научных дисциплин

был сделан на сведениях, имеющих значение для организации обороны страны и раскрывающих успехи отечественной науки в обеспечении работы военной промышленности.

Новый этап развития политехнического обучения начался в 1950-е гг. В государственных программных документах выдвигалось требование усилить политехническое обучение в средней школе, включить в школьную программу трудовое обучение и знакомство с основами некоторых профессий. Принцип политехнизма реализовывался в преподавании специальных дисциплин или на уроках политехнической направленности при изучении основ естественных наук. Введение трудовой подготовки положительно влияло на методики преподавания естественно-научных дисциплин, так как при этом повышалась роль в учебном процессе логических и экспериментальных умений: наблюдения, экспериментирования, сравнения, объяснения явлений, происходящих в природе и на производстве [6].

Идеи политехнизма, развитые крупными отечественными педагогами в 1950-х–1980-х гг., позволили создать общеобразовательную школу, формирующую у обучаемых широкое общее образование. Оно являлось фундаментом для профессиональной ориентации молодежи и дальнейшего выбора специальности. Были определены следующие основные задачи политехнического обучения:

– ознакомление учащихся с важнейшими отраслями современного промышленного и сельскохозяйственного производства: энергетикой, металлургией, машиностроением, химической промышленностью, строительной индустрией, транспортом, растениеводством и животноводством, с успехами, достигнутыми в этих отраслях в стране, и с задачами их дальнейшего развития;

– изучение общетехнических основ современного производства: машиноведения, электротехники, элементов общей технологии и организации труда;

– вооружение учащихся навыками вычисления, измерения, экспериментирования, чертежными, слесарно-монтажными и электротехническими навыками и умением работать на машинах и станках;

– развитие научно-технического мышления учащихся и в связи с этим элементарных навыков конструирования и проектирования;

– систематическое приучение учащихся к труду на учебно-опытных участках, в мастерских, на предприятиях, в колхозах и совхозах, привитие учащимся трудовой сноровки и выносливости, воспитание у них готовности посвятить себя производительному труду в народном хозяйстве, воспитание культуры труда [7].

Политехническое обучение строилось на прочном и сознательном усвоении всеми учащимися общеобразовательных дисциплин, особенно математики, физики, химии, биологии и черчения, так как эти науки лежат в основе развития промышленных технологий. Все естественно-научные дисциплины были обязательными компонентами учебного плана в основной и старшей школе. В традициях советской средней школы было выделение большого количества учебных часов на естественно-научные предметы, что позволяло осуществлять глубокое изучение не только математики, но и химии и физики. Выпускники старшей школы сдавали обязательные экзамены по этим предметам. Школьная и вузовская ступени образования были неразрывно связаны. Вступительные экзамены в технические вузы охватывали всю теоретическую часть школьной программы по данным дисциплинам.

Обучение в школе включало и трудовую подготовку учащихся на предприятиях, получение ими первой рабочей специальности. Политехническое обучение рассматривалось как мощный фактор всестороннего развития подрастающего поколения и такой подготовки юношей и девушек к труду, которая была востребована современным состоянием науки и техники. Развитие интересов и способностей школьников проходило как в школе – в кружках и на факультативных занятиях политехнической направленности, так

и в системе дополнительного образования – в различных секциях дворцов пионеров и школьников, на станциях юных техников и натуралистов.

Необходимо отметить, что обществом были более востребованы исполнительские и трудовые качества выпускников школы, а творческие исследовательские возможности личности развивались только в специализированных учебных заведениях. Но учеными, педагогами и методистами велись активные поиски новых возможностей для включения всех учащихся в активную познавательную деятельность. В последней четверти XX в. в естественно-научном образовании возросло внимание к исследовательскому методу обучения. Этот метод, основанный на самостоятельной деятельности учащихся по решению творческих, исследовательских задач, включает приемы, характерные для научного исследования, создает условия для формирования творческих способностей, научного стиля мышления, познавательной самостоятельности школьников. В школьной практике того времени этот метод обучения не получил массового распространения, а использовался в основном учителями-новаторами [7].

В 1980-е гг. в содержание школьных курсов был включен большой объем теоретического материала, что привело к снижению внимания к эмпирическим методам познания природы. Постепенно из содержания обучения уходили представления, связанные с реальным промышленным и сельскохозяйственным производством. Обязательные лабораторные и практические работы были ориентированы на репродуктивную деятельность учеников. В итоге исследовательский метод обучения, не успев укорениться, начал вытесняться объяснительно-иллюстративным методом. Из арсенала учителя исчезли проблемы, гипотезы, их обоснование и экспериментальная проверка. Уроки в школе в основном проводились по традиционным схемам [8].

Процессы, начавшиеся в российском образовании в 1990-х гг., привели к фактической ликвидации политехнического образования в средней школе. Ни появление большого разнообразия учебников и УМК, ни предоставленная

школам свобода формирования образовательных программ кардинально не изменили общую тенденцию развития преподавания естественно-научных предметов, а только привели к разрушению единого образовательного пространства. Было выбрано стратегическое направление на гуманизацию и гуманитаризацию образования [9].

Распространился формальный подход к изучению химии, физики и биологии, в дальнейшем он усугубился в связи с начальным этапом введения системы государственной итоговой аттестации выпускников. Многие учителя направили свои главные усилия на усвоение учащимися большого объема «готового знания» – теоретического и фактологического материала, а также на подготовку школьников к решению заданий в тестовой форме. При этом без должного внимания оставались другие важные компоненты обучения, такие как практическая и экологическая направленность, проведение учебного эксперимента и исследования, обучение решению проблем и др. [8].

Было уменьшено количество учебных часов, отведенных на изучение естественно-научных дисциплин на базовом уровне в 10–11 классах, а в рамках некоторых профилей обучения вообще стало возможным не изучать основы отдельных естественных наук. В связи со стремительным развитием и широким распространением цифровизации появилась опасность замены на школьных уроках реальных экспериментов на виртуальные лаборатории, анимации, презентации и другие средства наглядности. Все эти процессы в общеобразовательной школе усугубили проблемы естественно-научного образования: оно становилось все более формальным, не связанным с реальной жизнью подростков. В результате наблюдалось падение интереса школьников к изучению этих предметов даже на базовом уровне [10].

Об этом свидетельствуют и результаты, показанные российскими учащимися в ходе проведенных различных исследований уровня естественно-научной грамотности. Было выявлено, что 15-летние подростки не овладевают в достаточной степени умениями, необходимыми для научного познания, они

не подготовлены к использованию научных знаний и методов для принятия решений, не понимают основные особенности естественно-научных исследований [11].

Исправить сложившееся положение может и должно возвращение инженерного компонента в образовательный процесс, усиление внимания к предпрофессиональной инженерно-технологической подготовке, к технологическому просвещению, к формированию технологической грамотности школьников.

В обновленных в 2021–2023-х гг. федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС ООО, ФГОС СОО) сделаны серьезные шаги в направлении развития общеобразовательной школы в соответствии с запросами общества быстро меняющихся технологий и всеохватывающей информации. Большое значение имеет ориентированность этих стандартов не только на содержательную сторону обучения школьников, но и на развитие их личности, интеллектуальных возможностей и творческих способностей, а также на законодательное закрепление воспитания как важнейшей функции образования [2, 3].

Можно выделить отраженные в ФГОС ООО и ФГОС СОО факторы, которые могут положительно влиять на процессы реализации предпрофессиональной инженерной подготовки, технологического просвещения в рамках совершенствования содержания и методов естественно-научного общего образования:

– осознание необходимости достижения всеми выпускниками школы функциональной (в рассматриваемом контексте – естественно-научной и технологической) грамотности как важного компонента образованности, который обеспечивает формирование научного типа мышления и научно-технического кругозора;

– направленность системы общего образования на формирование универсальных учебных действий, на развитие познавательных возможностей

школьников, их «умения учиться», умений решать проблемы, работать с информацией, использовать ИКТ;

– обязательность освоения обучающимися основ проектной и исследовательской деятельности и разработки своего учебного проекта или исследования;

– возможность углубленного изучения физики, химии и биологии не только на уровне среднего общего образования в рамках естественно-научного и технологического профилей обучения, но и на уровне основного общего образования.

В последние годы создана и получила быстрое развитие система дополнительного образования технической направленности. Это позволило заинтересовать и привлечь к техническому творчеству многих школьников, имеющих способности и склонность к такой деятельности. Но проблемы предпрофессиональной инженерной подготовки и технологического просвещения всех выпускников школы этот подход полностью не решает.

Введение обновленных ФГОС ООО и ФГОС СОО, федеральных образовательных программ (включающих также федеральные рабочие программы по учебным предметам) создало возможности для приближения уровня образованности выпускников школы к социальному запросу общества и заказу государства, однако полное выполнение всех поставленных задач еще не достигнуто.

Предпрофессиональная подготовка выпускников в области инженерии и технологий является важной частью образовательного процесса на углубленном уровне изучения естественно-научных дисциплин. Технологическое просвещение и формирование технологической грамотности всех выпускников общеобразовательной школы рассматриваются в настоящее время как важные результаты базового общего образования, как необходимые условия достижения общей функциональной грамотности. Получение названных образовательных результатов основывается на дидактических

принципах, таких как *научность, взаимосвязь теории и практики, политехнизм, доступность, межпредметная интеграция, наглядность, сознательность и познавательная активность обучающихся.*

Новые нормативные документы, которые определяют направления совершенствования общего образования, включают необходимые составляющие (цели, планируемые результаты, учебное содержание, виды учебно-познавательной деятельности) для формирования технологической грамотности обучающихся.

Включение инженерного компонентов в состав содержания общего образования должно осуществляться с учетом подходов и требований ФГОС общего образования. Стандарты базируются на системно-деятельностном подходе, который подразумевает, что результаты освоения образовательных программ должны быть едиными и отражать способность обучающихся оперировать научными и технологическими знаниями, решать задачи практико-ориентированного содержания и предлагать гипотезы для проверки в исследованиях.

В настоящее время в системе общего образования востребован научно-практический подход к образованию, который направлен на развитие исследовательских и проектных навыков обучающихся. Этот подход способствует саморазвитию и самореализации школьников в условиях современной технологической среды [12]. Обеспечить условия для научно-практического обучения позволяет включение инженерного содержания в преподавание естественно-научных предметов и во внеурочную деятельность. Освоение этого содержания позволит обучаемым не только ознакомиться с достижениями современной науки, но и овладеть научными методами исследования, техниками и технологиями, а также навыками проектно-исследовательской деятельности.

Современные подходы к совершенствованию подготовки выпускников школы в области технологий также включают необходимость получения опыта

деятельности в различных областях. Это может быть опыт самостоятельной познавательной деятельности на основе научного метода познания, опыт изучения явлений природы и техники с использованием современных методов исследования, опыт теоретических и экспериментальных исследований, опыт конструирования и моделирования, опыт идентификации и отбора необходимых знаний для решения различных проблем.

Обновление подходов и совершенствование методов обучения должно учитывать отечественный опыт реализации принципа политехнизма в естественно-научном и математическом образовании. Важно опираться на практики использования исследовательского и проблемного подходов в преподавании естественно-научных дисциплин, имеющие положительные результаты.

2. Инженерный компонент обучения как результат интеграции знаний по различным учебным предметам и формирования предметных умений и универсальных учебных действий

Формирование научного и инженерного типов мышления происходит путем объединения и интеграции потенциальных возможностей естественно-научных, математических и технологических дисциплин. Это умение видеть мир как систему, проектировать ее элементы и управлять ими. Реализация этой задачи означает расширение практического содержания образования для развития навыков исследовательской и инженерной деятельности, соответствующих потребностям инновационной экономики.

В основе осуществления предпрофессиональной профильной технологической подготовки (на углубленном уровне) и технологического просвещения (на базовом уровне) в системе общего образования лежат следующие составляющие:

1. Фундаментальные научные знания, которые раскрывают методологические аспекты науки. Они помогают понять науку как способ познания мира. Также важно включение элементов содержания, связанных с решением экологических и технологических проблем. Это способствует формированию научного и технологического кругозора, научно-технического мышления.

2. Прикладной аспект науки. В содержание предмета необходимо актуализировать представления о связи между теоретическими вопросами науки, разрабатываемых на их основе технологиями и способами промышленного производства.

3. Доступные технологические знания. Обучающихся важно знакомить с важнейшими общими научными принципами производства и демонстрировать реализацию научных достижений в отраслях современной промышленности и сельского хозяйства. Также важно показывать современные особенности развития науки и промышленности и роль науки в обеспечении технологического

суверенитета России. Кроме того, необходимо отразить вклад отечественных ученых и инженеров в мировую науку, технологическую и производственную практику человечества.

4. Оптимальные условия для формирования общей функциональной грамотности, а также таких ее компонентов, как естественно-научная и технологическая грамотность. Этот контекст подразумевает развитие умений объяснять и оценивать явления окружающего мира; анализировать исследования и интерпретировать научные данные и доказательства; использовать научную информацию для принятия решений и действий. Необходимо развивать у обучающихся умения решать проблемы, способности применять полученные знания и опыт в конкретных реальных ситуациях.

5. Направленность воспитания на формирование таких качеств личности, как способность принимать решения, творческий подход к делу, познавательная самостоятельность, коммуникабельность и гибкость мышления.

6. Оптимизация содержания профильных предметов, изучаемых на углубленном уровне. Включение в программу таких элементов содержания, как общетехнические основы конструирования, научные принципы современного производства, устройство и работа технологических приборов и аппаратов, способы получения и обработки новых веществ и материалов. Содержание таких элементов научных курсов должно соответствовать познавательным возможностям обучающихся.

7. Создание условий для развития научно-технического мышления. Этого можно достичь через целенаправленное и систематическое вовлечение обучающихся в самостоятельную познавательную деятельность, освоение более сложных и современных научных методов познания, проведение соответствующих внеурочных экспериментов и исследований, разработку инженерно-технологических учебных проектов. Все это формирует мотивацию в данной сфере и развивает способности конструирования и проектирования.

Для того чтобы обучающиеся могли самостоятельно и продуктивно работать в этих направлениях, необходимо использовать не только новые

подходы к обучению, но и соответствующий дидактический инструментарий (задачи, практические и экспериментальные задания и т. п.). Эти условия должны способствовать формированию у учеников базовых умений в различных областях деятельности:

- проектно-исследовательской (умений проведения наблюдений, экспериментов, вычислений и измерений; умений конструирования и моделирования, приобретение чертежных, монтажных и электротехнических навыков и т. д.);

- информационной (умений находить, анализировать и оценивать информацию, преобразовывать информацию из одной формы в другую);

- коммуникативной (умений адекватно использовать речевые средства для дискуссии и аргументации своей точки зрения, сравнивать разные идеи и предложения, отстаивать свою позицию);

- творческой (умений решать творческие задачи).

Эти образовательные результаты можно рассматривать как следствие интеграции естественно-научной, математической, информационной и технологической подготовки обучающихся на уровне среднего общего образования. Реализация интеграции учебных предметов является важным фактором, определяющим способности выпускников к организации и осуществлению исследовательской и практической деятельности научной и инженерной направленности.

Формирование способностей и возможностей осуществлять самостоятельную деятельность в сфере учебного проектирования, конструирования, моделирования и др. базируется на освоении универсальных учебных действий – познавательных, коммуникативных и регулятивных. Сформированность умений, соответствующих универсальным учебным действиям, позволяет человеку быть эффективным, принимать правильные решения, определять направления саморазвития, постоянно учиться.

Универсальные учебные действия, которые обучающиеся осваивают в процессе изучения инженерного аспекта содержания учебных предметов,

должны коррелировать и соответствовать требованиям, которые предъявляются к подготовке современных инженеров в российских вузах. Эти требования обобщенно могут бы представлены следующими группами компетенций:

– специальные технические компетенции: проектно-конструкторские компетенции;

– общепромышленные технические компетенции: расчетно-экспериментальные компетенции с элементами научно-исследовательских;

– практические производственно-технологические компетенции;

– фундаментальные компетенции: теоретическое, компьютерное и экспериментальное исследование научно-технических проблем;

– системные компетенции: способность применять знания на практике; исследовательские навыки; способность учиться; способность адаптироваться к новым ситуациям; способность порождать новые идеи (креативность); способность работать самостоятельно; забота о качестве; стремление к успеху;

– менеджерские компетенции: организационно-управленческие навыки, способность разрабатывать и реализовывать проекты, осуществлять управление;

– личная эффективность:

- владение культурой мышления, способность к аналитическому рассуждению, обобщению;
- умение мыслить системно и критически;
- умение генерировать идеи, проектировать;
- принимать решения, нести ответственность;
- видеть проблемы и предлагать пути их решения;
- умение группового взаимодействия – способность эффективно работать в команде (и подчиняться, и быть лидером); способность к критике и самокритике; приверженность к этическим ценностям;
- ориентация на профессиональный рост и совершенствование [13, 14].

Направленность обучения на формирование универсальных умений, соотносящихся по смыслу с инженерными компетенциями, позволяет педагогам-

предметникам определиться в разработке соответствующего содержания предметного обучения (по химии, физике, биологии) и отборе задач с дополнительным инженерным компонентом, решение которых предполагает создание нестандартных учебных ситуаций, которые мотивируют обучающихся искать и находить решения за рамками изучаемого предмета (например, в проектно-исследовательской деятельности), интегрировать и применять знания и умения, полученные на уроках разных учебных предметов.

Формирование универсальных умений инженерной направленности помогут обеспечить: исследовательские методы обучения; проблемно-ориентированное и практико-ориентированное обучение; моделирование реальных ситуаций (кейсы реального сектора экономики); активные групповые и командные формы обучения. Эти методические приемы требуют использования специального инструментария, такого как: задания, направленные на решение проблем (в том числе бытовых, экологических, технологических и т. п.); задачи, включающие элементы проектирования и конструирования, технические расчетные задачи; эксперименты исследовательского характера; межпредметные кейсы и проекты и пр. Развитию специальных умений обучаемых также способствует проведение различных видов лабораторных, практических работ, выполняемых с использованием современных технических средств обучения:

- цифрового оборудования (электронный микроскоп и др.);
- программного обеспечения, позволяющего создавать модели изучаемых объектов и проводить эксперименты, исследования, выполнять проекты;
- конструкторской документации (чертежи, блок-схемы, кинематические схемы, эскизы и др.);
- различных схем, графиков, таблиц и т. д.

В ФОП ООО и ФОП СОО [3, 4] подчеркивается, что достижение планируемых результатов осуществляется в урочной и во внеурочной деятельности обучаемых. Разработка учителями своих рабочих программ

для внеурочных занятий особенно актуальна для предпрофессионального образования, которое реализуется через различные профили обучения. В программах внеурочной деятельности можно предусмотреть возможность привлечения обучающихся к научно-практической работе. Это поможет развить необходимые знания, умения и навыки в области проектной и исследовательской деятельности, а также научно-технического творчества.

На технологическом и естественно-научном профиле обучения, например, в медицинских, инженерных или других профильных классах, необходимо расширять инженерный аспект содержания обучения во внеурочной деятельности посредством включения:

- спецкурсов по выбранному направлению предпрофессиональной подготовки;

- сотрудничества с производственными предприятиями, научными и медицинскими организациями для проведения практикумов, таких как инженерный, экологический, робототехнический, агрохимический, лабораторный химический анализ, реверсивный инжиниринг, обработка материалов, техника проведения базовых медицинских манипуляций и др.;

- межпредметных курсов, сочетающие теоретические и практические занятия;

- экскурсий в профильные организации и на предприятия, встреч со специалистами-практиками для знакомства с современными технологиями и видами оборудования;

- получения первой профессии на базе сотрудничества с колледжами, например, десятиклассники могут освоить профессии младшей медицинской сестры, чертежника-конструктора, лаборанта и др.;

- проектно-исследовательской деятельности в вузах-партнерах и организациях дополнительного образования;

- участия в школьных научных обществах, конференциях, конкурсах проектных и исследовательских работ, предметных олимпиадах и Всероссийской олимпиаде школьников;

– создания возможностей для организации занятий научно-техническим творчеством совместно с организациями дополнительного образования по месту жительства;

– организации в школах интеллектуальных научных и технологических состязаний нового формата, включающих командные формы работы;

– использования возможностей социализации обучающихся, основанной на виртуальной реальности и информационно-коммуникационных технологиях в условиях глобального мира, например, виртуальные классы по учебным предметам, научно-популярные порталы и т. д.

Предпрофессиональная подготовка технологического профиля и технологическое просвещение в среднем общем образовании являются основой для формирования стремления выпускников к получению среднего профессионального или высшего образования соответствующей направленности. Для достижения этих целей необходимо не только выявлять и поддерживать талантливых детей с высокой мотивацией и результатами, но и повышать мотивацию всех обучающихся, интересующихся наукой и инженерией.

Педагогический коллектив каждой образовательной организации должен стремиться создавать условия для развития учебных способностей и научно-технического мышления у всех обучающихся, включая тех, кто еще не проявил себя в этой области. Этого можно достичь путем активизации их познавательного интереса.

Богатые традиции российской системы образования и текущие тенденции ее развития показывают, что ожидаемые результаты инженерно-технологической подготовки в общем образовании могут быть достигнуты путем гармоничного сочетания фундаментальных научных и прикладных технологических знаний в содержании обучения. Это позволит обучающимся использовать эти знания для решения различных теоретических и практических задач.

3. Возможности включения дополнительного инженерного компонента в содержание естественно-научных учебных предметов в контексте достижения планируемых результатов федеральных образовательных программ основного общего и среднего общего образования

В разделе представлено несколько примеров, которые демонстрируют, как можно реализовать инженерный компонент в рамках учебных предметов «Химия», «Биология» и «Физика». Эти дидактические материалы разработаны с учетом специфики каждого из учебных предметов и могут служить основой для создания собственных методических подходов к включению инженерного компонента в систему преподавания учителя.

Инженерный аспект в содержании обучения может быть использован как в рамках учебных курсов, так и во внеурочной деятельности с применением инновационных технологий. Это позволит сформировать у школьников интерес к изучению естественных наук и в перспективе к выбору профессий, связанных с инженерией.

3.1. Возможности включения дополнительного инженерного компонента в содержание учебного предмета «Химия» (на примере изучения отдельных тем базового и углубленного курсов на уровнях основного общего и среднего общего образования)

В соответствии с требованиями ФГОС ООО и ФГОС СОО инженерный компонент содержания учебного предмета «Химия» играет важную роль в формировании функциональной грамотности обучающихся, включая естественно-научную и технологическую.

Включение в содержание уроков и внеурочных занятий практико-ориентированного инженерного компонента способствует не только развитию интереса обучающихся к теоретическим знаниям, но и приобретению

практических навыков, необходимых для решения инженерных и технологических задач.

Рассмотрим, как инженерный компонент может быть интегрирован в изучение курсов химии с 8 по 11 класс для достижения планируемых результатов освоения ФОП ООО и ФОП СОО.

Изучение химии базируется на системно-деятельностном подходе, который означает, что в рассматриваемом контексте результаты освоения федеральных образовательных программ должны отражать способность обучающихся оперировать научными и технологическими знаниями, решать задачи практико-ориентированного содержания, связанные с применением знаний для решения широкого круга проблем, развития научного и инженерного мышления и навыков проектно-исследовательской работы.

Планируемые результаты освоения содержания учебного предмета «Химия» включают приобретение обучающимися: опыта самостоятельной познавательной деятельности на основе научного метода познания; опыта изучения явлений природы и техники с использованием современных методов исследования; опыта теоретических и экспериментальных исследований; опыта проектирования, конструирования и моделирования; опыта работы с информацией для решения различных проблем. Достижение таких образовательных результатов возможно, в том числе, на основе рассмотрения реальных технологических и производственных ситуаций [14].

Включение инженерного компонента в содержание курса химии помогает:

- развивать способность обучающихся применять химические знания для решения конкретных практических задач, таких как разработка новых материалов, альтернативных источников энергии, процессов очистки воды или воздуха;

- сформировать умения и навыки проектной и исследовательской деятельности, анализировать и интерпретировать химические процессы, протекающие в реальных условиях;

- развивать системное мышление, которое помогает в понимании сложных химических взаимодействий в составе технологий;
- формировать технологическую грамотность, необходимую для эффективного использования современных технологий.

Таким образом, на уровнях основного общего и среднего общего образования включение инженерного компонента в содержание обучения химии может быть связано с изучаемыми в курсе конкретными химическими производствами и технологическими процессами, которые реализуются в различных отраслях современной экономики.

Примеры использования инженерного компонента в содержании общего химического образования

8 КЛАСС (базовый уровень)

Тема: Раздел «Важнейшие представители неорганических веществ», тема урока «Способы получения кислорода в лаборатории и промышленности. Применение кислорода».

Цель включения инженерного компонента в содержание урока: развить у обучающихся навыки анализа, проектирования и внедрения эффективных решений в области жизнеобеспечения человека в замкнутых условиях, таких как космос, подводные пространства и другие закрытые среды.

Задача 1. Разработка систем для обеспечения кислородом в закрытых помещениях.

Прочитайте текст и выполните задания.

Вы работаете в лаборатории, занимающейся разработкой систем для обеспечения кислородом в закрытых помещениях, таких как подводные лодки, космические станции и т. д. Ваша задача – рассчитать, сколько кислорода потребуется для поддержания жизнедеятельности одного человека в течение 24 часов.

Допустим, что для нормального дыхания взрослому человеку требуется $0,015 \text{ м}^3$ кислорода в час. Расчет проводится при нормальных условиях: температура $0 \text{ }^\circ\text{C}$ и давление 1 атм , 1 моль газообразного кислорода занимает объем $22,4 \text{ литра}$.

Вопрос 1. Сколько кислорода (в м^3) нужно для обеспечения жизнедеятельности одного человека за сутки?

Вопрос 2. Какой объем кислорода (в литрах) нужно будет закупить для снабжения одного человека на 24 часа , если кислород находится в жидком состоянии и его плотность равна 1140 кг/м^3 ?

Решение.

1. Сколько кислорода нужно для обеспечения жизнедеятельности одного человека за сутки?

Потребление кислорода одним человеком за 1 час составляет $0,015 \text{ м}^3$, потребление за сутки составляет $0,015 \text{ м}^3/\text{ч} \times 24 \text{ ч} = 0,36 \text{ м}^3$.

Ответ: Для обеспечения жизнедеятельности одного человека в течение 24 часов потребуется $0,36 \text{ м}^3$ кислорода.

2. Объем кислорода (в литрах) в жидкой форме.

$1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ литров}$.

Плотность жидкого кислорода составляет 1140 кг/м^3 или $1,14 \text{ кг/л}$.

Для расчета объема кислорода необходимо использовать формулу $V = m/\rho$, где V – объем, m – масса, ρ – плотность.

Масса $22,4 \text{ л}$ (или $0,0224 \text{ м}^3$) газообразного кислорода при нормальных условиях составляет 32 г (1 моль), тогда масса 1 м^3 газообразного кислорода при нормальных условиях: $32 \text{ г} \times 1 \text{ м}^3/0,0224 \text{ м}^3 = 1428,57 \text{ г}$ или $1,429 \text{ кг}$.

Масса кислорода, необходимого в течение 24 часов , равна:

$$0,36 \text{ м}^3 \times 1,429 \text{ кг} \approx 0,51 \text{ кг}.$$

Теперь рассчитаем объем жидкого кислорода, который нужно закупить для снабжения одного человека на 24 часа :

$$V = (0,51 \text{ кг}) / (1,14 \text{ кг/л}) \approx 0,45 \text{ л}.$$

Ответ. Для обеспечения одного человека на 24 часа потребуется закупить примерно 0,45 л жидкого кислорода.

Вывод. Чтобы поддерживать жизнедеятельность одного человека в закрытом помещении в течение 24 часов, потребуется примерно 0,36 м³ кислорода, что соответствует массе 0,51 кг. В жидком состоянии кислорода это составит примерно 0,45 литра.

Форма организации деятельности. Изучение материала по данной теме осуществляется с опорой на материал соответствующего параграфа учебника. Задания выполняются обучающимися индивидуально. Результаты работы обсуждаются всем классом.

Методический комментарий. В ходе урока обучающимся предлагается перечислить области применения кислорода. С целью формирования умений применять химические знания для решения конкретных инженерных задач обучающиеся должны рассчитать, сколько кислорода потребуется для поддержания жизнедеятельности одного человека в течение суток.

9 КЛАСС (углубленный уровень)

Тема: Раздел «Металлы и их соединения», тема урока «Жесткость воды и способы ее устранения».

Цель включения инженерного компонента в содержание урока: формирование у обучающихся знаний и практических навыков в области проектирования, анализа и внедрения технологий очистки воды, направленных на обеспечение безопасного и устойчивого водоснабжения для питьевых нужд.

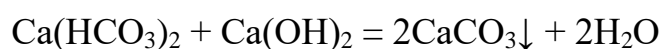
Задача 2. Разработка системы очистки воды для питьевых нужд.

Вам поручено разработать систему очистки воды для питьевых нужд в условиях, где вода содержит избыток ионов кальция Ca²⁺ и магния Mg²⁺, обуславливающих ее жесткость. Вам необходимо рассчитать массу гидроксида кальция Ca(OH)₂, которую следует добавить для осаждения солей кальция и магния с целью уменьшения жесткости воды.

Пояснение к условию задачи:

Жесткость воды обусловлена наличием в ней ионов кальция Ca^{2+} и магния Mg^{2+} . При достаточном содержании в воде углекислого газа образуются растворимые гидрокарбонаты кальция и магния – $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

Жесткость воды, обусловленную наличием в ней гидрокарбонатов кальция и магния, можно уменьшить, добавляя в воду гидроксид кальция. В результате образуются нерастворимые в воде соединения кальция и магния, которые после осаждения можно удалить путем фильтрации:



Вопрос. Известно, что в 1 л воды содержится 0,324 г гидрокарбоната кальция и 0,146 г гидрокарбоната магния. Какую массу гидроксида кальция нужно добавить к 200 л воды, чтобы осадить содержащиеся в ней ионы кальция и магния.

Решение.

1. Определим массу карбонатов кальция и магния в 200 л воды.

В 200 л воды содержится:

$$m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 0,324 \text{ г/л} \times 200 \text{ л} = 64,8 \text{ г}$$

$$m(\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2) = 0,146 \text{ г/л} \times 200 \text{ л} = 29,2 \text{ г}.$$

2. Определим количество карбонатов кальция и магния в 200 л воды.

$$n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 64,8 \text{ г} : 162 \text{ г/моль} = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2) = 29,2 \text{ г} : 146 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}.$$

3. Определим количество и массу гидроксида кальция, необходимую для осаждения ионов кальция и магния.

Из уравнений реакций следует, что

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) + 2n(\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2)$$

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,4 \text{ моль} + 2 \times 0,2 \text{ моль} = 0,8 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,8 \text{ моль} \times 74 \text{ г/моль} = 59,2 \text{ г}.$$

Ответ. Для осаждения ионов кальция и магния, содержащихся в 200 л воды, потребуется 59,2 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Форма организации деятельности. Изучение материала по данной теме осуществляется с опорой на материал соответствующего параграфа учебника. Задания выполняются обучающимися индивидуально или в парах. Результаты работы обсуждаются всем классом.

Методический комментарий. В ходе урока обучающимся необходимо дать определение понятия «жесткость воды», изучить методы контроля качества воды в части измерения уровня ее жесткости, перечислить способы устранения жесткости воды и рассчитать массу гидроксида кальция, которая потребуется для осаждения солей кальция и магния, чтобы снизить жесткость воды.

На уровне среднего общего образования инженерный компонент содержания обучения может быть углублен и включен в изучение более сложных и специализированных тем.

10 КЛАСС (базовый уровень)

Тема: Раздел «Кислородсодержащие органические соединения», тема урока «Крахмал и целлюлоза как природные полимеры».

Цель включения инженерного компонента в содержание урока: формирование у обучающихся знаний и навыков в области разработки устойчивых и экологически чистых источников энергии с акцентом на производство и использование биотоплива, которое минимизирует воздействие на окружающую среду.

Задача 3. Разработка экологически чистого биотоплива.

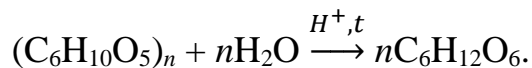
Вы работаете в лаборатории, занимающейся разработкой новых экологически чистых биотоплив. Ваша задача – рассчитать, сколько этанола $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ можно получить из 1 тонны кукурузы с использованием ферментации крахмала $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$.

Кукуруза содержит 70 % крахмала по массе.

Вопрос. Какую массу этанола можно получить из 1 тонны кукурузы?

Решение.

Сначала крахмал подвергают гидролизу, в результате чего образуется глюкоза $C_6H_{12}O_6$:



Затем в результате ферментации 1 моль глюкозы $C_6H_{12}O_6$ получается 2 моль этанола C_2H_5OH и 2 моль углекислого газа CO_2 :



1. Определение массы крахмала в 1 тонне кукурузы.

Кукуруза содержит 70 % крахмала, тогда масса крахмала в 1 тонне (1000 кг) кукурузы составит: $1000 \text{ кг} \times 0,70 = 700 \text{ кг}$.

2. Определение количества вещества крахмала в 700 кг.

Молекулярная масса крахмала $(C_6H_{10}O_5)_n = 162n \text{ кг/кмоль}$.

Количество вещества крахмала массой 700 кг будет равно $700 \text{ кг} : 162n \text{ кг/кмоль} = 4,32/n \text{ кмоль}$.

3. Определение количества вещества глюкозы.

Из составленных уравнений реакций следует, что 1 моль крахмала дает n моль глюкозы, а 1 моль глюкозы – 2 моль этанола. Следовательно, из $4,32/n$ кмоль крахмала получается $2n \times 4,32/n = 8,64$ кмоль этанола.

4. Определение массы этанола.

Молекулярная масса этанола $C_2H_5OH = 46 \text{ кг/кмоль}$, тогда масса этанола:

$$m(C_2H_5OH) = 8,64 \text{ кмоль} \times 46 \text{ кг/кмоль} = 397,44 \text{ кг}.$$

Ответ: Из 1 тонны кукурузы в результате ферментации крахмала можно получить 397,44 кг этанола.

Форма организации деятельности. Изучение материала по данной теме осуществляется с опорой на материал соответствующего параграфа учебника. Задания выполняются обучающимися индивидуально или в парах. Результаты работы обсуждаются всем классом.

Методический комментарий. В ходе урока обучающимся необходимо изучить учебные материалы и обсудить, что они знают о биотопливе и возможностях его применения в жизни.

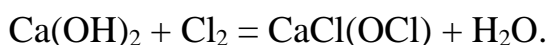
11 КЛАСС (углубленный уровень)

Тема: Раздел «Неорганическая химия», тема урока «Важнейшие кислородсодержащие соединения галогенов».

Цель включения инженерного компонента в содержание урока: формирование знаний о химических реакциях, лежащих в основе получения хлорной извести, технологии ее производства; развитие навыков решения прикладных задач в химической технологии; изучение областей применения хлорной извести.

Задача 4. Производство хлорной извести.

Вы работаете инженером на химическом заводе, который производит хлорную известь, которую применяют для отбеливания, обеззараживания питьевой воды и дезинфекции. Хлорная известь (хлорка) – препарат, содержащий смешанную соль хлорид-гипохлорит кальция $\text{CaCl}(\text{ClO})$, в состав которой входят анионы двух кислот – соляной и хлорноватистой. Хлорную известь получают при пропускании хлора через известь-пушонку – гидроксид кальция:



Ваше задание – рассчитать, сколько хлора потребуется для производства 2000 кг хлорной извести, содержащей 75% хлорида-гипохлорида кальция $\text{CaCl}(\text{ClO})$.

Вопрос. Сколько килограммов хлора Cl_2 потребуется для производства 2000 кг хлорной извести?

Решение.

1. Определение массы хлорида-гипохлорита кальция в 2 000 кг хлорной извести:

$$n(\text{CaCl}(\text{OCl})) = 2\,000 \text{ кг} \times 0,75 = 1\,500 \text{ кг}$$

2. Определение количества вещества хлорида-гипохлорита кальция $\text{CaCl}(\text{OCl})$:

$$m(\text{CaCl}(\text{OCl})) = 1\,500 \text{ кг} : 127 \text{ кг/кмоль} = 11,81 \text{ кмоль.}$$

3. Определение количества хлора (Cl_2), необходимого для реакции.

Согласно уравнению реакции, на 1 моль $\text{CaCl}(\text{OCl})$ требуется 1 моль Cl_2 .

Таким образом, для получения 11,81 кмоль $\text{CaCl}(\text{OCl})$ потребуется 11,81 кмоль Cl_2 .

Масса хлора, необходимая для реакции:

$$m(\text{Cl}_2) = 11,81 \text{ кмоль} \times 71 \text{ кг/кмоль} = 838,51 \text{ кг.}$$

Ответ: Для производства 2 000 кг хлорной извести потребуется 838,51 кг хлора.

Форма организации деятельности. Изучение материала по данной теме осуществляется с опорой на материал соответствующего параграфа учебника и дополнительных материалов. Задания выполняются обучающимися индивидуально. Результаты работы обсуждаются всем классом.

Методический комментарий. Подготовьте схемы, презентации или видеоролики, которые помогут обучающимся лучше понять процесс производства и применения хлорной извести. Приведите и обсудите примеры из промышленности, экологии и быта, где хлорная известь играет важную роль, что поможет обучающимся увидеть ее значимость и актуальность.

3.2. Возможности включения дополнительного инженерного компонента в содержание учебного предмета «Биология» (на примере изучения отдельных тем базового и углубленного курсов на уровне среднего общего образования)

Включение дополнительного инженерного компонента в курс биологии в средней школе предполагает развитие у обучающихся исследовательских навыков, умения научно объяснять явления, анализировать, интерпретировать данные и делать выводы. Рассмотрим, как может быть организован этот процесс на примере отдельных тем курса биологии.

Особое внимание развитию инженерного мышления уделяется в 10–11 классах при изучении молекулярной генетики и молекулярной биотехнологии. Изучение данных тем предусмотрено ФОП СОО по биологии на базовом и углубленном уровнях.

Сегодня *биотехнология* – основа научно-технического прогресса и повышения качества жизни человека. Это междисциплинарная область, возникшая на стыке биологических, химических и технических знаний. Она изучает возможности использования живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач, а также возможности создания живых организмов с необходимыми свойствами методами генной инженерии. Биотехнология основана на генетике, молекулярной биологии, биохимии, эмбриологии и клеточной биологии, а также прикладных дисциплинах – химической и информационной технологиях и робототехнике.

10 КЛАСС

Тема: «Биотехнология и синтетическая биология».

Цель изучения темы – развитие умений раскрывать цели, задачи, сущность и методы современной биотехнологии, характеризовать основные достижения микробиологической технологии, клеточной, хромосомной и генной инженерии;

проводить оценку этических аспектов некоторых исследований в области биотехнологии (клонирования, искусственного оплодотворения, направленного изменения генома и создания трансгенных организмов).

Основное содержание темы (план):

1. Биотехнология как наука и отрасль производства.
2. Основные направления синтетической биологии.
3. Хромосомная и генная инженерия.
4. Медицинские биотехнологии.

Виды учебной деятельности обучающихся при изучении темы:

- перечислять направления биотехнологии, цели и задачи, стоящие перед биотехнологией;
- характеризовать объекты, используемые в биотехнологии: клеточные и тканевые культуры, микроорганизмы;
- описывать основные методы традиционной биотехнологии и достижения микробиологической технологии;
- обосновывать значение биотехнологии для сельскохозяйственного производства;
- характеризовать основные направления синтетической биологии;
- описывать на конкретных примерах методы клеточной инженерии;
- приводить примеры использования моноклональных и поликлональных антител в медицине. Оценивать значение синтетической биологии для сельского хозяйства и медицины;
- описывать методы репродуктивного и терапевтического клонирования, клеточные технологии и способы генетической инженерии;
- характеризовать достижения геной инженерии;
- оценивать экологические и этические проблемы клонирования и создания трансгенных организмов, перспективы развития хромосомной и геной инженерии.

Форма организации деятельности. Изучение материала по данной теме осуществляется с опорой на материалы соответствующих параграфов учебника.

Задания выполняются обучающимися индивидуально, в парах или малых группах. Результаты работы обсуждаются всем классом.

Методический комментарий. Изучение данной темы проводится с использованием лекционно-семинарской системы занятий. Вначале рекомендуется прочитать одну или две установочные лекции, в которых будут изложены основные методы современной биотехнологии. Далее проводятся семинары (уроки) смешанного типа, на которых предполагается выступление обучающихся с докладами, работа в малых группах по решению специально подобранных заданий, обозначающих реальные проблемы в данной сфере и направленных на поиск их решения, выполнение экспериментальных заданий. Для подготовки к семинару (уроку) обучающиеся должны найти материал на сайтах в Интернете и использовать задания учебного пособия [16]. В заключении изучения темы обучающимся может быть предложено выполнить домашнюю практическую работу по теме.

Теоретическая часть

Основные понятия и термины: биотехнология, микробиологическая технология, клеточная технология, клеточная инженерия, генная инженерия, рекомбинантная ДНК, клонирование. трансгенные организмы, генетически модифицированные продукты.



Рис. 1

Биотехнология – прикладная наука, использующая биологические системы и процессы в различных областях сельского хозяйства и промышленности. Наиболее значимые практические достижения в биотехнологии связаны с микробиологической технологией, основанной на культивировании специально выведенных штаммов бактерий и грибов для промышленного получения антибиотиков, гормонов, витаминов, ферментов, кормовых белков и т. п.

Благодаря открытиям и успехам молекулярной биологии и генетики в биотехнологии со второй половины XX в. развивается биоинженеринг, представленный клеточной и генной инженерией. Клеточной инженерией называют эксперименты с изолированными клетками многоклеточных организмов, которые позволяют переносить в них гены других организмов и получать новые генотипы с заданными свойствами.

Практическая часть (решение биологических задач [18, 19])

Задача 1

Развитие инженерной энзимологии долгое время сдерживалось дороговизной чистых ферментных препаратов, их неустойчивостью при хранении и невозможностью многократного использования для получения необходимых продуктов. Появление технологии иммобилизации качественно изменило ситуацию. В чем преимущества использования иммобилизованных ферментов по сравнению со свободными молекулами этих веществ?

Ответ. Иммобилизованными называют ферменты, связанные с нерастворимым носителем. Такие ферменты легко отделяются от реакционной среды, могут использоваться многократно и обеспечивают непрерывность каталитического процесса, что повышает выход конечного продукта реакции.

Задача 2

В 1928 г. английским ученым А. Флемингом из нитчатого гриба *Penicillium notatum* впервые был выделен антибиотик пенициллин. В 1940 г. было известно уже шесть антибиотиков, а в настоящее время их описано более 12 тысяч. Однако

главное направление получения антибиотиков состоит не в открытии новых биологически активных веществ, а в химической трансформации уже существующих природных молекул для производства полусинтетических соединений. Чем это обусловлено? Для ответа используйте знания о свойствах антибиотиков и их действии на бактерии.

Ответ. Новые антибиотики обладают узкой специфичностью действия на определенные виды бактерий. Химически трансформированные полусинтетические антибиотики характеризуются меньшей токсичностью для организма и более широким спектром бактерицидного действия.

Задача 3

В южных странах в открытых водных резервуарах с целью получения кормового белка выращивают одноклеточные зеленые водоросли хлореллу, сценедесмус и спирулину. С 1 га водной поверхности можно снять до 70 т сухой биомассы таких водорослей в год. Рассчитайте, сколько кормового белка можно получить за один год с 1 га поверхности культуры, если его содержание в клетках хлореллы и сценедесмуса составляет 55 % (в расчете на сухую массу), а в клетках спирулины – 65 %. В чем преимущество такого метода получения кормового белка? Какой процесс лежит в его основе и какие условия необходимы для его применения?

Ответ. За один год от одноклеточных зеленых водорослей хлореллы и сценедесмуса с 1 га поверхности водной культуры можно получить 38,5 т кормового белка, а от спирулины – 45,5 т. Перспективность метода заключается в том, что выход биомассы при выращивании водорослей значительно превышает биомассу при выращивании полевых кормовых культур. В основе культивирования водорослей лежит фотосинтез, для него необходим свет, положительная температура, вода и углекислый газ.

Задача 4

В биотехнологии экономически выгоден микробиологический синтез незаменимых аминокислот. Так, аминокислоту лизин получают от мутантных штаммов бактерий *Brevibacterium flavum* из аспарагиновой кислоты,

содержащейся в сельскохозяйственном сырье – свекловичной мелассе и молочной сыворотке. Важным компонентом культуральной среды при этом микробиологическом синтезе является пенициллин. Для чего в культуру бактерий добавляют этот антибиотик?

Ответ. Важный фактор, обеспечивающий в культуральной среде высокие концентрации аминокислоты лизина, синтезированного внутри бактериальных клеток, – проницаемость их клеточных стенок. Для разрушения клеточных стенок в культуру и добавляют антибиотик пенициллин.

Задача 5

Используя вирус Сендай, ученым удалось получить гибридные соматические клетки, например, мыши и человека, человека и крысы, курицы и человека, человека и москита. Оказалось также возможным получить гибриды клеток разных тканей или здоровых клеток с опухолевыми. Какое прикладное значение имеет гибридизация соматических клеток?

Ответ. Гибриды соматических клеток представляют большой интерес для изучения регуляции работы генов, ядерно-цитоплазматических отношений в клетке, дифференцировки клеток, а также проблемы злокачественного роста и превращения нормальных клеток в раковые.

Задача 6

Для получения гибридных соматических клеток разных видов растений их оболочки обрабатывают специальными ферментами, а затем на протопласты клеток воздействуют полиэтиленгликолем. Какую роль играют ферменты и полиэтиленгликоль в гибридизации соматических клеток?

Ответ. Специальными ферментами разрушают клеточные оболочки, а полиэтиленгликоль обеспечивает слияние протопластов гибридизируемых клеток с последующим восстановлением их клеточных стенок.

Задача 7

Основные процессы в генной инженерии – получение рекомбинантных ДНК с нужным геном и их перенос в бактериальные клетки для придания им

нужных свойств. Какими свойствами должны обладать молекулы рекомбинантных ДНК, чтобы их не разрушили внутриклеточные ферменты бактериальных клеток – нуклеазы?

Ответ. Молекулы рекомбинантных ДНК должны стать составной частью генетического аппарата клетки и реплицироваться вместе с ее генами либо быть способными к автономной репликации внутри клетки.

Задача 8

При использовании метода рекомбинантных плазмид частота попадания ДНК в бактериальную клетку составляет всего 0,1 %. Поэтому среди бактерий, подвергшихся трансформации, лишь незначительная часть оказывается с нужным геном. Каким образом увеличивают количество трансформированных бактериальных клеток? Как их отделяют от общей массы?

Ответ. Увеличение количества клеток достигается последующим их клонированием. Отделение колоний бактерий с нужным геном от общей массы возможно в процессе отбора – скрининга с помощью радиоактивного зонда – полинуклеотида с радиоактивным изотопом ^{32}P .

Задача 9

В настоящее время разработаны способы микроинъекций клонированных генов в эмбриональные клетки млекопитающих. Рассчитайте частоту попадания клонированного гена человеческого лейкоцитарного интерферона в организм мыши, если известно, что выживает обычно от 10 % до 30 % оплодотворенных яйцеклеток, а доля мышей, родившихся из трансформированных яйцеклеток, составляет до 40 %.

Ответ. Частота попадания клонированного гена человеческого лейкоцитарного интерферона в организм мыши составляет от 4 % до 12 %.

Задача 10

В середине XX в. американский биохимик Э. Чаргафф предупреждал о том, что «в тысяче опытов, вероятно, ничего не случится, но затем в одном

каком-то случае произойдет очень неприятное». Исходя из этого, объясните, почему исследования в области геномной, хромосомной и клеточной технологии и инженерии должны быть тщательно и всесторонне продуманы, а ученые должны помнить об ответственности и научной этике.

Ответ. Клеточная, хромосомная, геномная технология и инженерия принадлежат к областям знания, в которых положительный результат существенно зависит от множества факторов. Например, трудно предсказуемы экологические последствия одичания и превращения в сорняки устойчивых к болезням и вредителям культурных трансгенных растений. Вызывают этические возражения эксперименты по клонированию животных и человека.

Экспериментальная часть

Экспериментальная часть изучения темы включает домашние практические работы и/или лабораторные работы, которые могут быть выполнены группами обучающихся, по теме «Микробиологическая технология получения пищевых продуктов».

Практическая работа № 1 «Молочнокислые продукты» [19]

Задание 1

В банке объемом 0,8 л приготовьте йогурт. Закваска йогурта в стерилизованном молоке размножается в течение 5 часов при температуре +37...+39 °С. Если температура будет ниже, то получится невкусный йогурт тягучей консистенции. Если температура будет выше, то сквашивания не произойдет или процесс сильно затянется. Удерживайте температуру на одном уровне с помощью водяной бани, воду в которой необходимо постоянно подогревать.

Готовность йогурта определяется по превращению молока в однородную плотную массу, которая при наклоне банки не выливается, а вываливается крупными кусками. Охладите йогурт. Если получился хороший однородный продукт, то часть его можно отложить в баночку, поставить в холодильник и в дальнейшем использовать в качестве закваски. Если консистенция продукта

неоднородна, с водянистыми включениями, значит, кроме болгарской палочки в молоке размножились молочнокислые бактерии и образовался другой молочнокислый продукт – простокваша.

Задание 2

В банке объемом 0,8 л приготовьте ряженку. Для этого молоко пастеризуют при температуре +96 °С в течение 4–5 часов. Благодаря такой выдержке и температуре молоко приобретает кремовый цвет и специфический вкус, оно становится топленым. Закваской для ряженки служит сметана (одна столовая ложка на 0,5 л молока). Топленое молоко заквашивают при температуре +36...+38 °С в течение 4–5 часов. Готовую ряженку можно оставить при комнатной температуре или поставить на хранение в холодильник.

Задание 3

В кастрюле объемом 3 л приготовьте творог. Молоко, предназначенное для приготовления творога, необходимо прокипятить, затем быстро охладить до +32...+36 °С. Для этого кастрюлю с молоком опустите в другую посуду с холодной водой, не допуская при этом ее попадания в молоко. Охлажденное до нужной температуры молоко заквашивают, вводя закваску тонкой струей при тщательном перемешивании. Количество закваски должно составлять около 5 % от количества заквашиваемого молока. Закваской может служить простокваша или сметана, купленная в магазине.

Кастрюлю с заквашенным молоком закройте крышкой и поставьте на двое-трое суток в теплое место до образования сгустка. Отделите от сгустка прозрачную зеленоватого цвета сыворотку. Для этого сито или дуршлаг обработайте кипятком, на дно положите два слоя марли и перенесите туда образовавшийся сгусток. Когда отделение сыворотки прекратится, творожную массу отожмите. Для этого на творог в марле поставьте чистую, обработанную кипятком тарелку, а на нее небольшой груз, например банку с водой. Спрессованный творог поместите в холодное место.

3.3. Возможности включения дополнительного инженерного компонента в содержание учебного предмета «Физика» (на примере изучения отдельных тем базового и углубленного курсов на уровнях основного общего и среднего общего образования)

Инженерный компонент содержания может быть естественным образом интегрирован в изучение учебного предмета «Физика» в рамках реализации федеральных образовательных программ согласно требованиям ФГОС ООО и ФГОС СОО. Включение указанного компонента в содержание курса физики помогает достижению следующих предметных результатов, перечисленных в ФОП ООО и ФОП СОО в части учебного предмета «Физика»:

- формирование понимания роли физики в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека; роли и места физики в современной научной картине мира;

- развитие умений объяснять физические процессы и свойства тел и решать качественные задачи, в том числе требующие численного оценивания характерных значений физических величин, применения знаний из разных разделов курса физики в контексте ситуаций практико-ориентированного характера; умения выбирать адекватную физическую модель; умения выявлять причинно-следственные связи и выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные свойства физических явлений, физические законы, закономерности и модели;

- развитие умений использовать схемы и схематичные рисунки изученных технических устройств, измерительных приборов и технологических процессов при решении учебно-практических задач; характеризовать принципы действия технических устройств, в том числе бытовых приборов, и промышленных технологических процессов по их описанию, используя знания о свойствах физических явлений и необходимые физические закономерности;

- развитие навыков использования знаний о физических явлениях в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с бытовыми приборами и техническими устройствами, сохранения здоровья

и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде; понимания необходимости применения достижений физики и технологий для рационального природопользования;

– развитие умений поиска, преобразования и представления информации физического содержания с использованием информационно-коммуникативных технологий, в том числе умения искать информацию физического содержания в сети Интернет, самостоятельно формулируя поисковый запрос; умения оценивать достоверность полученной информации на основе имеющихся знаний и дополнительных источников; умения использовать при выполнении учебных заданий научно-популярную литературу физического содержания, справочные материалы, ресурсы сети Интернет;

– формирование представлений о сферах профессиональной деятельности, связанных с физикой и современными технологиями, основанными на достижениях физической науки, что позволит обучающимся рассматривать физико-техническую область знаний как сферу своей будущей профессиональной деятельности.

На уровнях основного общего и среднего общего образования включение инженерно-технологических элементов в содержание обучения должно быть неразрывно связано с изучаемыми в курсе физики физическими законами и явлениями, которые лежат в основе действия различных технических устройств, в том числе применяемых в повседневной жизни, на которых базируются современные технологические процессы, реализуемые в различных отраслях современной экономики. Инженерный компонент целесообразно включать в содержание общего обучения путем рассмотрения практико-ориентированных задач с элементами инженерно-технического содержания.

Примеры использования инженерного компонента в содержании общего физического образования

7 КЛАСС (базовый уровень)

Тема: Раздел «Давление твердых тел, жидкостей и газов», тема урока «Действие жидкости и газа на погруженное в них тело».

Цель включения инженерного компонента в содержание урока: развить у обучающихся первичные навыки в области анализа плавания судов в водоемах с различной плотностью воды.

Задача 1. Расчет осадки речных и морских судов.

Прочитайте текст и выполните задания.

В международной морской торговле важную роль играют грузовые суда класса «река–море». Эти корабли одинаково хорошо приспособлены для плавания как по рекам, так и в морях и океанах. Такие суда могут подниматься из морей по крупным рекам, заходить для погрузки (разгрузки) в речные порты, а затем снова выходить в моря и разгружаться (грузиться) уже в морском порту. Ваша задача – рассчитать изменение осадки корабля класса «река–море» при его погрузке, а также при плавании в речной и в морской воде при разных температурах.

Глубина погружения в воду корпуса корабля называется *осадкой* судна. Масса воды, вытесненной погруженной частью корпуса корабля, называется *водоизмещением* судна. Линия, вдоль которой корпус плавающего корабля соприкасается с поверхностью спокойной воды, называется *ватерлинией*.

Вопрос 1. Некоторое торговое судно без груза имеет водоизмещение 2700 тонн соленой воды, среднюю плотность которой можно считать равной $\rho_0 = 1025 \text{ кг/м}^3$. Чему равны масса этого судна и объем части корпуса судна, погруженной в такую воду?

Вопрос 2. Плотность воды зависит как от ее солености, так и от температуры. На рассматриваемое судно, находящееся зимой в морском порту в Северной Атлантике, погрузили товарные контейнеры общей массой $M = 1500$ тонн. При этом осадка судна увеличилась на $\Delta H = 3$ м. Оцените площадь поперечного сечения корпуса судна, считая, что его борта в окрестности ватерлинии (в пределах расстояния ΔH от нее) практически вертикальные. Плотность зимней северо-атлантической воды $\rho_1 = 1030 \text{ кг/м}^3$ – эта вода имеет низкую температуру и высокую соленость.

Вопрос 3. На борт торгового судна обязательно наносится специальная отметка, которая называется «грузовая марка» (рис. 1). На ней отмечены уровни, до которых может опуститься судно при его нагрузке в различных водоемах и в разное время года.

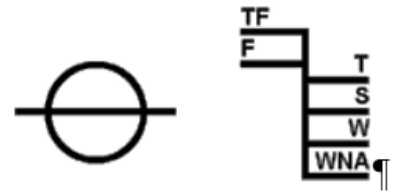


Рис. 1. «Грузовая марка»

Подписи возле отметок уровней пояснены в таблице 1.

Таблица 1

Обозначение отметок уровней погружения судна

Подпись на грузовой марке	Расшифровка	Обозначение
TF	Tropical Fresh Water	Пресная вода в тропиках
F	Fresh Water	Пресная вода
T	Tropical Seawater	Морская вода в тропиках
S	Summer Seawater	Летняя морская вода
W	Winter Seawater	Зимняя морская вода
WNA	Winter North Atlantic	Зимняя северо-атлантическая

Корабль, нагруженный зимой в морском порту в Северной Атлантике так, что ватерлиния совпала с отметкой WNA на грузовой марке, перешел в речной порт в тропиках, и ватерлиния совпала с отметкой TF на грузовой марке. Известно, что разность высот между отметками WNA и TF равна $\Delta h = 30$ см. Чему равна плотность пресной воды в тропиках?

Вопрос 4. Какую массу груза нужно снять с корабля в речном порту в тропиках, чтобы ватерлиния снова совпала с отметкой WNA на грузовой марке?

Решение.

1. Поскольку судно плавает, то действующая на него сила тяжести mg уравновешивается силой Архимеда F_A . Согласно закону Архимеда $F_A = \rho_0 g V$,

где V – объем погруженной части корпуса. Следовательно, $\rho_0 g V = mg$. Но $\rho_0 V$ – это масса вытесненной кораблем жидкости, то есть водоизмещение. Поэтому масса ненагруженного корабля равна $m = 2700$ тонн. Объем погруженной части корпуса равен $V = m/\rho_0 = 2700 \times 10^3/1025 \approx 2634 \text{ м}^3$.

Ответ. Масса ненагруженного корабля равна 2700 тонн, объем погруженной в воду части его корпуса равен 2634 м^3 .

2. Увеличение действующей на судно силы тяжести на величину Mg должно компенсироваться соответствующим возрастанием силы Архимеда: $\rho_1 g \Delta V = Mg$, где ΔV – объем дополнительно погрузившейся части корпуса. Если считать, что борта корабля вертикальны, то $\Delta V = S \Delta H$, где S – искомая площадь. Тогда $S = M/(\rho_1 \Delta H) = 1500 \times 10^3/(1030 \times 3) \approx 485 \text{ м}^2$.

Ответ. Площадь поперечного сечения корпуса судна в окрестности ватерлинии примерно равна 485 м^2 .

3. В порту в Северной Атлантике сила тяжести, действующая на корабль с грузом, уравнивалась силой Архимеда: $\rho_1 g V_1 = (m + M)g$, где V_1 – объем погруженной части корпуса в североатлантическом порту. В тропическом речном порту та же самая сила тяжести также должна уравниваться силой Архимеда, но это достигается за счет дополнительного погружения корабля в воду на глубину Δh . Следовательно, $\rho_2 g (V_1 + S \Delta h) = (m + M)g$, где ρ_2 – плотность речной воды в тропиках. Отсюда получаем:

$$\rho_2 = \frac{\rho_1 (m + M)}{m + M + \rho_1 S \Delta h} = \frac{1030 \cdot (2700 + 1500) \cdot 10^3}{(2700 + 1500) \cdot 10^3 + 1030 \cdot 485 \cdot 0,3} \approx 994,5 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ. Плотность речной воды в тропиках равна $994,5 \text{ кг/м}^3$.

4. Сила тяжести снятого груза массой Δm равна уменьшению силы Архимеда при уменьшении осадки корабля на величину Δh . Поэтому

$$\Delta m = \rho_2 S \Delta h = 994,5 \times 485 \cdot 0,3 \approx 145 \text{ тонн.}$$

Ответ. С корабля в речном порту в тропиках нужно снять груз массой примерно равной 145 тонн.

Вывод. При повышении солености плотность воды возрастает, а при повышении температуры ее плотность понижается из-за теплового расширения. Поэтому в холодных соленых морях плотность воды превышает 1000 кг/м^3 , а в тропических пресных реках плотность воды меньше этой величины. Из-за этого осадка большого корабля класса «река–море» при переходе из морского порта в речной заметно увеличивается, что нужно учитывать при его погрузке.

Форма организации деятельности. Изучение материала по данной теме осуществляется с опорой на материалы соответствующих параграфов учебника. Задания выполняются обучающимися индивидуально. Результаты работы обсуждаются всем классом.

Методический комментарий. В ходе урока обучающимся предлагается вспомнить, чему равна плотность воды и как она зависит от температуры и от наличия в ней растворенных солей. Необходимо актуализировать у обучающихся знание закона Архимеда. С целью формирования умений применять этот закон для решения конкретных инженерных задач обучающиеся должны путем проведения расчетов оценить влияние плотности воды на осадку корабля, попутно ознакомившись с новыми техническими терминами.

8 КЛАСС (углубленный уровень)

Тема: Раздел «Тепловые явления», тема урока «Тепловые процессы».

Цель включения инженерного компонента в содержание урока: развить у обучающихся первичные навыки в области анализа эффективности систем отопления, применяемых в жилых и в производственных помещениях.

Задача 2. Расчет параметров системы отопления помещения.

Прочитайте текст и выполните задания.

Вы стали обладателем дома в сельской местности. Дом оснащен системой водяного отопления: при сжигании в печи топлива нагревается вода, которая циркулирует по трубам и батареям, отдавая тепловую энергию комнатам. Ваша

задача – рассчитать расход топлива при использовании такой системы отопления и оценить ее эффективность при использовании различных видов топлива.

Допустим, что в доме установлена печь, предназначенная для сжигания каменного угля и имеющая коэффициент полезного действия (КПД) $\eta = 50 \%$. Известно, что если температура на улице равна $t_y = -10 \text{ }^\circ\text{C}$, то для поддержания в доме температуры $t_d = +25 \text{ }^\circ\text{C}$ необходимо сжигать за время $\tau_0 = 1$ час массу $m_0 = 2$ кг каменного угля. Удельная теплота сгорания каменного угля $q = 29,3$ МДж/кг.

Вопрос 1. Какая температура установится в доме, если на улице похолодает до температуры $t_{y1} = -15 \text{ }^\circ\text{C}$, а режим работы печи останется прежним?

Вопрос 2. Какую массу каменного угля нужно будет сжигать в топке в течение одного часа для того, чтобы после похолодания поддерживать в доме прежнюю температуру $t_d = +25 \text{ }^\circ\text{C}$?

Вопрос 3. Чему равен коэффициент тепловых потерь дома?

Вопрос 4. Вы решили модернизировать систему отопления дома. Для этого вы дополнительно утеплили стены дома и потолки комнат так, что коэффициент тепловых потерь дома уменьшился в $n = 1,2$ раза. Кроме того, вы воспользовались государственной программой догазификации населенных пунктов и заменили в доме угольную топку на современный газовый котел, в котором сгорает природный газ. КПД нового газового котла составляет $\eta_1 = 90 \%$, а при сгорании 1 м^3 природного газа выделяется количество теплоты $q_1 = 33,1$ МДж/м³. Какой объем V природного газа необходимо сжигать за время $\tau_0 = 1$ час, чтобы поддерживать в доме нужную температуру $t_d = +25 \text{ }^\circ\text{C}$, если температура на улице по-прежнему равна $t_y = -10 \text{ }^\circ\text{C}$?

Вопрос 5. Стоимость каменного угля составляет 3000 рублей за тонну, а цена природного газа – 11 рублей за кубический метр. Сравните расходы на отопление дома в течение суток при использовании угольной печи и газового котла. Сделайте вывод о том, какое топливо экономически более выгодно. Назовите преимущества газового отопления по сравнению с угольным.

Решение.

1. В соответствии с законом Ньютона – Рихмана количество теплоты ΔQ , теряемое телом (в нашем случае – стенами и крышей дома) за время τ , прямо пропорционально разности температур в комнатах и на улице: $\frac{\Delta Q}{\tau} = k(t_d - t_y)$.

Здесь k – коэффициент пропорциональности, который зависит от толщины стен дома, от материалов, из которых они изготовлены, от геометрии здания. Поскольку в нашем случае все эти параметры неизменны, то коэффициент k при условиях данной задачи является постоянной величиной. Этот коэффициент называют *коэффициентом тепловых потерь*.

После похолодания мощность печи $\Delta Q/\tau_0$ останется прежней. Поэтому должна сохраниться неизменной и разность температур между комнатами и улицей. В исходной ситуации эта разность равна $35\text{ }^\circ\text{C}$. Следовательно, после похолодания на улице на $5\text{ }^\circ\text{C}$ (от температуры $t_y = -10\text{ }^\circ\text{C}$ до температуры $t_{y1} = -15\text{ }^\circ\text{C}$) температура в комнате упадет также на $5\text{ }^\circ\text{C}$ и станет равной $t_{d1} = +20\text{ }^\circ\text{C}$.

Ответ. После похолодания на улице до температуры $t_{y1} = -15\text{ }^\circ\text{C}$ в доме установится температура $t_{d1} = +20\text{ }^\circ\text{C}$.

2. До похолодания при сгорании топлива в течение одного часа на нагревание дома идет количество теплоты $\Delta Q = \eta q m_0$ (остальная энергия теряется – в прямом смысле слова «вылетает в трубу»). Поскольку разность температур $t_d - t_y$ постоянна, все количество теплоты, которое получает дом за время τ_0 при сгорании угля, отводится через стены дома на улицу. Поэтому

$$\frac{\eta q m_0}{\tau_0} = k(t_d - t_y).$$

После похолодания на улице до температуры $t_{y1} = -15\text{ }^\circ\text{C}$ для поддержания в доме прежней температуры $t_d = +25\text{ }^\circ\text{C}$ потребуется сжигать в топке за один час

массу угля m_1 , такую, что $\frac{\eta q m_1}{\tau_0} = k(t_d - t_{y1})$. Из двух последних уравнений

получаем:

$$m_1 = m_0 \frac{t_d - t_{y1}}{t_d - t_y} = 2 \cdot \frac{25 - (-15)}{25 - (-10)} \approx 2,3 \text{ кг.}$$

Ответ. Для того чтобы после похолодания поддерживать в доме прежнюю температуру, нужно будет сжигать в топке за каждый час 2,3 кг каменного угля.

3. Коэффициент тепловых потерь дома равен

$$k = \frac{\eta q m_0}{\tau_0 (t_d - t_y)} = \frac{0,5 \cdot 29,3 \cdot 10^6 \cdot 2}{1 \cdot 3600 \cdot (25 - (-10))} \approx 232 \text{ Вт/}^\circ\text{С.}$$

Ответ. $k \approx 232 \text{ Вт/}^\circ\text{С.}$

4. Для случая отопления утепленного дома природным газом, сжигаемым в котле с повышенным КПД, закон Ньютона – Рихмана записывается в следующем

виде:
$$\frac{\eta_1 q_1 V}{\tau_0} = \frac{k}{n} (t_d - t_y).$$

Отсюда

$$V = \frac{k \tau_0}{n \eta_1 q_1} (t_d - t_y) = \frac{232 \cdot 1 \cdot 3600 \cdot (25 - (-10))}{1,2 \cdot 0,9 \cdot 33,1 \cdot 10^6} \approx 0,8 \text{ м}^3.$$

Ответ. Для поддержания прежней разности температур между комнатами утепленного дома и улицей в новом котле необходимо сжигать за один час 0,8 м³ природного газа.

5. Для отопления дома в течение суток необходимо израсходовать 48 кг каменного угля стоимостью 3 руб./кг, то есть затратить 144 руб. в сутки. При использовании газового котла нужно израсходовать 19,2 м³ природного газа, то есть затратить 211,2 руб. в сутки. Следовательно, экономически в качестве топлива более выгоден каменный уголь.

Однако газовое отопление имеет ряд преимуществ. 1) Процесс сжигания газа является более экологичным. 2) Современные газовые котлы гораздо удобнее в эксплуатации – в них не нужно загружать топливо, а электронные системы управления могут регулировать скорость подачи газа в котел, что позволяет автоматически поддерживать в доме нужную температуру. 3) После

сгорания газа практически не остается твердых отходов, в то время как в процессе сгорания 1 кг угля образуется 200 – 300 г золы, которую нужно регулярно удалять из топки и затем утилизировать. 4) Уголь нужно периодически доставлять к дому грузовым транспортом, а природный газ поступает по газопроводу и доступен для использования в любой момент. 5) При топке и чистке угольной печи очень легко сильно испачкаться, а газовый котел обслуживать гораздо проще.

Ответ. Суточные затраты на отопление дома каменным углем составят 144 руб., а природным газом – 221,2 руб. Таким образом, каменный уголь экономически эффективнее, но природный газ экологичнее и удобнее в использовании.

Вывод. Для повышения эффективности системы отопления необходимо уменьшать коэффициент тепловых потерь здания (утеплять его) и повышать КПД применяемого котла. Для повышения экологичности и удобства использования отопительной системы целесообразно, при наличии возможности, применять газовое отопление.

Форма организации деятельности. Изучение материала по данной теме осуществляется с опорой на материалы соответствующих параграфов учебника. Задания выполняются обучающимися индивидуально. Результаты работы обсуждаются всем классом.

Методический комментарий. В ходе урока обучающимся предлагается назвать известные им виды топлива, применяемого в отопительных системах, и с использованием соответствующей таблицы сравнить их удельные теплоты сгорания. Необходимо актуализировать у обучающихся знание закона Ньютона – Рихмана. С целью формирования умений применять этот закон для решения конкретных инженерных задач обучающиеся должны рассчитать, сколько топлива данного вида потребуется сжечь в топке в течение суток для поддержания в доме заданной температуры при известной температуре на улице.

9 КЛАСС (базовый уровень)

Тема: Раздел «Механические явления», тема урока «Взаимодействие тел».

Цель включения инженерного компонента в содержание урока: развить у обучающихся первичные навыки в области анализа простых механизмов и оценки возможности их применения в практических целях.

Задача 3. Численная оценка возможности применения простых механизмов для перемещения груза.

Прочитайте текст и выполните задания.

На ровной горизонтальной поверхности строительной площадки лежит обломок однородной железобетонной конструкции. Форма обломка близка к кубической с длиной ребра $a = 1,2$ м. Плотность железобетона $\rho = 2200$ кг/м³, коэффициент трения о поверхность площадки $\mu = 0,4$. Этот обломок мешает проведению строительных работ и его нужно срочно сдвинуть в сторону, переместив на не очень большое расстояние. Тяжелая техника к обломку подъехать не может. У рабочих возникла идея – попробовать воспользоваться для уборки обломка простыми механизмами с ручным приводом.

Ваша задача – оценить возможности использования простых механизмов для перемещения груза заданной массы и известных размеров.

Вопрос 1. Под край обломка удалось подсунуть конец прямого стального прута, который оперли на камень, расположенный на расстоянии $l = 10$ см от обломка. Оцените, какую длину должен иметь этот прут, чтобы рабочий массой $m = 80$ кг смог хотя бы немного приподнять край обломка, используя прут в качестве рычага.

Вопрос 2. Выяснилось, что стальной прут при попытке его применения в качестве рычага, гнется. Было решено использовать ручную лебедку. Она состоит из корпуса, в котором установлена катушка с намотанным на ее ось тросом. К катушке прикреплена шестерня большого радиуса, зубья которой сцеплены с шестерней малого радиуса, находящейся внутри корпуса; на приведенном рисунке малая шестерня не видна.



Рис. 1. Ручная лебедка

К оси малой шестерни жестко прикреплен рычаг с рукояткой. Перед применением корпус лебедки необходимо надежно закрепить. При вращении рычага крутится малая шестерня, она приводит во вращение большую шестерню, прикрепленную к катушке, и на ее ось наматывается трос, с помощью которого можно перемещать груз.

Пусть длина рычага в $n = 10$ раз превышает радиус малой шестерни, а радиус большой шестерни в $k = 8$ раз больше радиуса оси катушки. Оцените, можно ли поднять обломок с помощью этой лебедки, если трос полностью размотан, а рабочий прикладывает к рукоятке силу $F_2 = 150$ Н.

Вопрос 3. К обломку прикрепили конец троса данной лебедки. При этом натянутый трос оказался горизонтальным. Сможет ли рабочий сдвинуть с места обломок, прикладывая к рукоятке лебедки силу F_2 ?

Вопрос 4. Было решено попробовать кантовать обломок, то есть пытаться переворачивать его через ребро. Получится ли это сделать с помощью лебедки, к рукоятке которой приложена сила F_2 ?

Вопрос 5. Силу натяжения троса, которую обеспечивает лебедка, решили увеличить, применив в комплексе с ней подвижный блок. Как следует расположить этот блок? Удается ли теперь сдвинуть обломок?

Решение.

1. Масса обломка равна $M = \rho a^3 = 2200 \times 1,2^3 \approx 3800$ кг. Для того чтобы обломок приподнялся, нужно, чтобы момент силы тяжести, действующей на обломок, был равен моменту силы F , действующей на него со стороны рычага:

$Mga/2 = Fa$. При этом, согласно правилу рычага, $Fl = F_1L$, где F_1 – сила, приложенная рабочим, а L – плечо этой силы, которое можно считать равным длине рычага. Рабочий может обеспечить максимальное значение силы F_1 , навалившись на конец рычага всем своим весом, то есть $F_1 = mg$. Отсюда $L = Ml/(2m) = 3800 \times 0,1/(2 \cdot 80) = 2,375$ м.

Ответ. Приподнять край обломка можно с помощью рычага, длина которого примерно равна 2,4 м.

2. Пренебрежем трением в механизме лебедки. Рычаг с малой шестерней дают выигрыш в силе в n раз. Зубчатая передача (две шестерни) не дает выигрыша в силе. Большая шестерня и ось катушки представляют собой ворот – он дает дополнительный выигрыш в силе в k раз. Поэтому лебедка дает выигрыш в силе в $nk = 80$ раз, то есть она может обеспечить силу натяжения троса $T = nkF_2 = 80F_2 = 12000$ Н, что примерно эквивалентно силе тяжести, действующей на массу 1200 кг. Эта сила значительно меньше веса обломка $Mg \approx 38000$ Н, поэтому поднять его при помощи лебедки не удастся.

Ответ. Поднять обломок с помощью лебедки не получится.

3. Для того чтобы сдвинуть обломок, сила T должна превысить силу трения скольжения, действующую на обломок. Эта сила равна $F_{\text{тр}} = \mu Mg = 0,4 \times 3800 \times 10 = 15200$ Н. Поскольку $T < F_{\text{тр}}$, сдвинуть обломок с помощью лебедки не удастся.

Ответ. Рабочий не сможет сдвинуть с места обломок.

4. Минимальная сила f , необходимая для кантования обломка через ребро, должна быть приложена на максимальном расстоянии от оси вращения обломка, то есть к наиболее удаленному ребру обломка перпендикулярно диагонали стороны куба. Уравнение моментов для этого случая имеет вид: $Mga/2 = fa\sqrt{2}$. Отсюда $f = Mg/(2\sqrt{2}) \approx 3800 \times 10/(2 \times 1,41) \approx 13500$ Н. Поскольку $T < f$, кантовать обломок тоже не получится.

Ответ. Кантовать обломок с помощью лебедки не получится.

5. Обломок следует прикрепить отрезком троса к оси подвижного блока. Другой отрезок троса нужно перекинуть через подвижный блок. Один конец этого отрезка троса нужно прикрепить к тросу лебедки, а второй конец – к надежно закрепленному предмету (дереву, столбу, крюку в стене и т. п.). Подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза. Поскольку $2T > F_{тр}$, сдвинуть обломок с помощью комбинации лебедки и подвижного блока получится.

Ответ. Рабочий сможет сдвинуть с места обломок, используя совместно лебедку и подвижный блок.

Вывод. Для перемещения тяжелых грузов в отсутствие специальной техники можно эффективно использовать простые механизмы, приводимые в действие мускульными усилиями человека. Различные механизмы можно комбинировать друг с другом с целью повышения даваемого ими выигрыша в силе. Перед применением тех или иных механизмов целесообразно оценивать целесообразность их использования, наиболее эффективный способ их применения, а также возможные варианты перемещения груза (подъем, перетаскивание, кантование, перекатывание).

Форма организации деятельности. Изучение материала по данной теме осуществляется с опорой на материалы соответствующих параграфов учебника. Задания выполняются обучающимися индивидуально. Результаты работы обсуждаются всем классом.

Методический комментарий. В ходе урока обучающимся предлагается вспомнить, какие они знают простые механизмы. Необходимо актуализировать у обучающихся представление о моменте силы относительно оси, знания правила рычага и «золотого» правила механики. С целью формирования умений применять правило рычага для решения конкретных инженерных задач обучающиеся должны путем проведения расчетов оценить возможность использования нескольких простых механизмов для перемещения тяжелого груза различными способами.

10 КЛАСС (углубленный уровень)

Тема: Раздел «Электродинамика», тема урока «Постоянный электрический ток».

Цель включения инженерного компонента в содержание урока: развить у обучающихся первичные навыки в области анализа функционирования реальных электроприборов, включенных в электрические цепи.

Задача 4. Расчет мощности энергопотребления и оценка эффективности функционирования электроприборов при различных условиях эксплуатации.

Прочитайте текст и выполните задания.

Для комфортного отдыха в дачном доме необходимы различные электроприборы. Однако иногда (например, зимой во время сильных снегопадов) на линиях электропередач происходят аварии, в результате чего некоторые населенные пункты оказываются обесточенными на несколько часов (а иногда и дней). На этот случай у многих домохозяев предусмотрена резервная схема питания от дизельного электрогенератора.

В таблице 1 представлены сведения о мощности, которую потребляют в номинальном режиме находящиеся в доме электроприборы, рассчитанные на напряжение питания 220 В.

Таблица 1

Электроприбор	Номинальная мощность, Вт
Лампа накаливания	100
Телевизор	50
Холодильник	500
Электроплитка	1500
Электрочайник	2000

Вопрос 1. Пусть генератор рассчитан на максимальное потребление от него мощности, равной 5 кВт, при выходном напряжении $U_0 = 220$ В (которое необходимо для нормальной работы электроприборов). Хозяева дома хотят, чтобы у них в определенные промежутки времени одновременно работали

холодильник, два телевизора, электроплитка, электрочайник и чтобы при этом в доме было светло. Сколько ламп накаливания жилыцы дома могу включить одновременно с перечисленным оборудованием, чтобы генератор не заглох?

Вопрос 2. Предположим, что у генератора испортился регулятор выходного напряжения, из-за чего оно стало равно $U_1 = 170$ В. Чему станет равна мощность подключенной к генератору электроплитки? Спираль электроплитки изготовлена из константана, сопротивление которого очень слабо зависит от температуры.

Вопрос 3. Сопротивление лампы накаливания, наоборот, достаточно сильно зависит от силы протекающего через нее тока (рис. 1). Какой мощностью будет обладать лампа накаливания, подключенная к указанному пониженному напряжению?

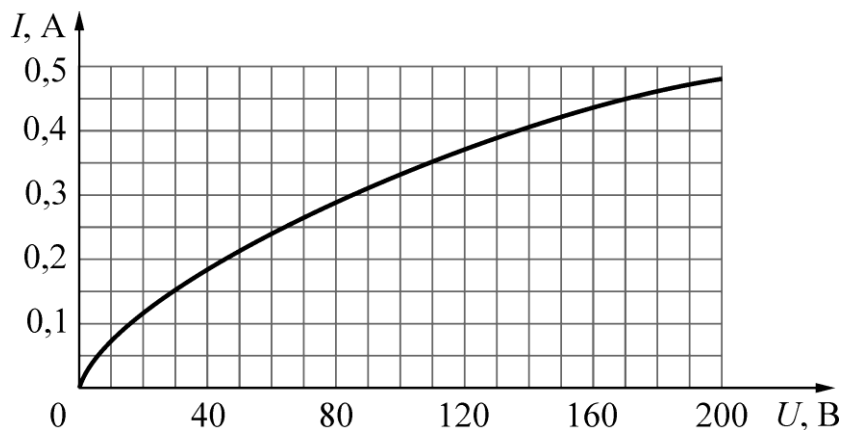


Рис. 1

Вопрос 4. Чтобы случайно не перегрузить генератор, хозяин дома заменил часть ламп накаливания с номинальной мощностью 100 Вт на лампы меньшей мощности. Менее мощная лампа при номинальном напряжении 220 В потребляет мощность 60 Вт и обеспечивает световой поток 600 люмен (600 лм). Известно, что при уменьшении напряжения U питания такой лампы до 185 В создаваемый ею световой поток J уменьшается в два раза. При этом зависимость между J и U при напряжении, большем 150 В, в первом приближении можно считать линейной: $J = C + kU$, где C и k – некоторые постоянные коэффициенты. Какой световой поток будет обеспечивать лампа уменьшенной мощности при питании ее напряжением $U_1 = 170$ В?

Вопрос 5. Пусть генератор выдает максимальную мощность 5 кВт. Известно, что при этом он за один час непрерывной работы расходует $V = 1,5$ л дизельного топлива. Плотность этого топлива $\rho = 820$ кг/м³, его удельная теплота сгорания составляет $q = 42$ МДж/кг. Чему равна общая эффективность (общий КПД) данного генератора?

Решение.

1. Суммарная мощность всех перечисленных электроприборов (кроме ламп) равна 4100 Вт. Следовательно, можно дополнительно включить не более 9 ламп накаливания.

Ответ. Можно одновременно включить 9 ламп.

2. Сопротивление спирали электроплитки можно считать не зависящим от напряжения и равным $R_0 = U_0^2 / P_0$, где P_0 – номинальная мощность плитки. Тогда ее мощность при пониженном напряжении равна

$$P_1 = \frac{U_1^2}{R_0} = \frac{U_1^2}{U_0^2} P_0 = \frac{180^2}{220^2} \cdot 1500 \approx 900 \text{ Вт.}$$

Ответ. При пониженном напряжении мощность электроплитки станет равна примерно 900 Вт.

3. Согласно графику, при напряжении питания $U_1 = 170$ В через лампу будет протекать ток силой $I_{\text{л}} = 0,45$ А. Поэтому в лампе будет выделяться мощность $P_{\text{л}} = I_{\text{л}} U_1 = 0,45 \times 170 = 76,5$ Вт.

Ответ. При пониженном напряжении мощность лампы накаливания составит 76,5 Вт.

4. Известно, что $J = C + kU$. Тогда $k = \Delta J / \Delta U \approx 8,57$ лм/В (здесь $\Delta J = 300$ люмен и $\Delta U = 35$ В), а $C = (600 \text{ лм}) - (8,57 \text{ лм/В}) \times (220 \text{ В}) \approx -1285$ лм. Поэтому при понижении напряжения на лампе до $U_1 = 170$ В она будет обеспечивать световой поток $J_1 = C + kU_1 = -1285 + 8,57 \times 170 \approx 172$ лм. Это более чем в 3 раза меньше номинального потока данной лампы.

Ответ. Лампа уменьшенной мощности при питании ее напряжением $U_1 = 170$ В будет обеспечивать световой поток, примерно равный 172 лм.

5. За время $\tau = 1$ час двигатель генератора потребляет топливо массой $m = \rho V$.

Поэтому затрачиваемая мощность

$$P_{\text{затр}} = \frac{q\rho V}{\tau} = \frac{42 \cdot 10^6 \cdot 820 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 3600} 14,35 \text{ кВт.}$$

Полезная мощность генератора равна $P_{\text{пол}} = 5$ кВт. Следовательно, общая эффективность генератора $\eta = P_{\text{пол}}/P_{\text{затр}} = 5/14,35 \approx 0,35 = 35 \%$.

Ответ. Общий КПД генератора составляет примерно 35 %.

Вывод. При эксплуатации бытовых электроприборов важно следить, чтобы их суммарная номинальная мощность не превышала допустимую мощность, на которую рассчитана сеть электропитания. Некоторые электроприборы могут эксплуатироваться и при несколько пониженном напряжении питания (допустимый диапазон напряжений указывается в инструкции по эксплуатации), однако при этом может значительно снижаться эффективность работы этих приборов по сравнению с заявленными номинальными характеристиками.

Форма организации деятельности. Изучение материала по данной теме осуществляется с опорой на материалы соответствующих параграфов учебника. Задания выполняются обучающимися индивидуально. Результаты работы обсуждаются всем классом.

Методический комментарий. В ходе урока обучающимся предлагается обсудить понятия «номинальный режим эксплуатации электроприбора» и «номинальная характеристика электроприбора». Необходимо актуализировать у обучающихся знание закона Джоуля – Ленца. С целью формирования умений применять этот закон для решения конкретных инженерных задач обучающиеся должны рассчитать мощность, потребляемую различными электроприборами в разных режимах эксплуатации, в том числе отличных от номинального.

11 КЛАСС (углубленный уровень)

Тема: Раздел «Колебания и волны», тема урока «Электромагнитные колебания».

Цель включения инженерного компонента в содержание урока: развить у обучающихся первичные навыки в области анализа действия переменного тока при различной форме зависимости силы тока от времени.

Задача 5. Расчет эффективности применения различных источников тока для питания лампы накаливания и для зарядки аккумулятора.

Прочитайте текст и выполните задания.

Вам необходимо теоретически изучить особенности применения различных источников переменного тока для питания электрической лампы и для зарядки аккумулятора. В вашем распоряжении есть четыре источника переменного тока, которые генерируют на своих выходах периодические сигналы различных типов. Сопротивление электролампы для оценочных расчетов можно считать не зависящим от силы тока и равным $R = 4$ Ом. Электрическая емкость аккумулятора равна $Q = 50$ А×ч и считается, что перед началом зарядки он практически полностью разряжен.

Вопрос 1. Говоря о периодическом переменном токе, различают амплитудное значение, среднее значение и эффективное (действующее) значение силы тока. Какая из этих характеристик является определяющей для яркости горения электролампы, а какая – для скорости зарядки аккумулятора? Как можно вычислить среднее значение и эффективное значение силы переменного тока, если период его изменения равен T ?

Вопрос 2. Пусть электролампа и аккумулятор питаются постоянным током силой $I_0 = 5$ А. Какая мощность выделяется в лампе? За какое время зарядится аккумулятор?

Вопрос 3. Пусть электролампа и аккумулятор подключены к источнику питания, который поддерживает во внешней цепи электрический ток, сила которого изменяется по гармоническому закону $I(t) = I_0 \sin \omega t$ (рис. 1).

Здесь амплитудное значение s

или тока $I_0 = 5 \text{ А}$, частота $\omega = 2\pi/T$ постоянна.

Какая мощность будет выделяться в лампе? Можно ли таким током зарядить аккумулятор? Если можно, то за какое время он зарядится? Если нельзя, то почему?

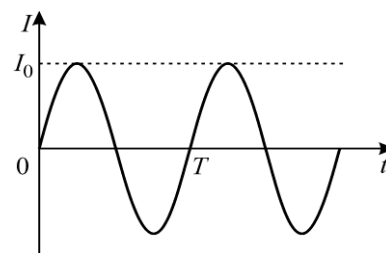


Рис. 1

Вопрос 4. Не меняя источник питания, в электрическую цепь последовательно включили диод. В результате лампа и аккумулятор начали питаться электрическим током, зависимость силы которого от времени показана на рисунке 2. Диод как бы «отрезает» нижнюю половину каждого периода

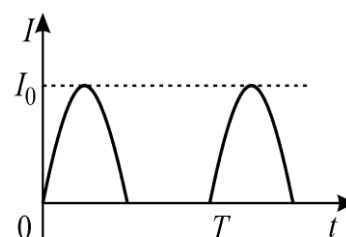


Рис. 2

синусоиды на графике зависимости $I(t)$. Поэтому диод представляет собой простейший *однополупериодный выпрямитель*. Какая мощность будет выделяться в лампе? За какое время зарядится аккумулятор?

Вопрос 5. Тот же источник питания подключили к внешней цепи через диодный мост. В результате лампа и аккумулятор начали питаться электрическим током, зависимость силы которого от времени показана на рисунке 3. Диодный мост как бы «отражает»

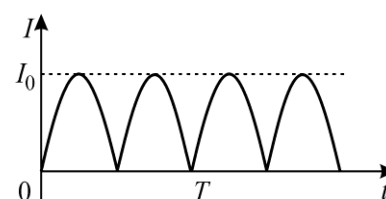


Рис. 3

относительно оси абсцисс нижнюю половину каждого периода синусоиды на графике зависимости $I(t)$. Поэтому диодный мост представляет собой *двухполупериодный выпрямитель*. Какая мощность будет выделяться в лампе? За какое время зарядится аккумулятор?

Вопрос 6. Пусть электролампа и аккумулятор теперь подключены к импульсному источнику питания, который генерирует прямоугольные импульсы (график зависимости $I(t)$ показан на рисунке 4) с тем же периодом T , которым характеризовался гармонический переменный ток.

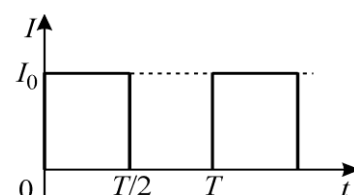


Рис. 4

Какая мощность будет выделяться в лампе и за какое время зарядится аккумулятор при питании от такого источника?

Решение.

1. Вспомним определения. *Эффективное (действующее)* значение переменного тока – это такая сила постоянного тока, который за время, равное одному периоду переменного тока, совершает в электрической цепи такую же работу, что и данный переменный ток. *Среднее* значение переменного тока – это такая сила постоянного тока, при которой за время, равное одному периоду переменного тока, переносится такой же электрический заряд, что и при протекании данного переменного тока.

Яркость горения электролампы определяется выделяющейся в ней мощностью. Следовательно, наибольшая яркость горения будет наблюдаться при максимальной величине эффективного значения силы тока. При зарядке аккумулятора он должен накопить за время Δt определенный электрический заряд Δq . Среднее значение силы тока равно $I_{\text{cp}} = \Delta q / \Delta t$. Поэтому минимальное время зарядки аккумулятора будет достигаться при максимальной величине среднего значения силы тока.

Пусть сила переменного тока, изменяющегося с периодом T , зависит от времени по закону $I = I(t)$. Тогда среднее и эффективное значения силы тока могут быть найдены при помощи формул:

$$I_{\text{cp}} = \frac{1}{T} \int_0^T I(t) dt, \quad I_{\text{эфф}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I^2(t) dt}.$$

Ответ. Для повышения яркости горения электролампы нужно увеличить эффективное значение силы тока $I_{\text{эфф}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I^2(t) dt}$, а для уменьшения времени

зарядки аккумулятора увеличить среднее значение силы тока $I_{\text{cp}} = \frac{1}{T} \int_0^T I(t) dt$.

2. В лампе выделяется мощность $P_0 = I_0^2 R = 25 \cdot 4 = 100$ Вт. Время зарядки аккумулятора равно $\tau = Q/I_0 = (50 \text{ А} \times \text{ч})/5 \text{ А} = 10$ часов.

Ответ. В лампе выделяется мощность 100 Вт, аккумулятор зарядится за 10 часов.

3. Период изменения силы тока равен $T = 2\pi/\omega$. Вычислим эффективную силу тока:

$$I_{\text{эфф}}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T I^2(t) dt = \frac{\omega}{2\pi} \int_0^T I_0^2 \sin^2 \omega t dt = \frac{\omega I_0^2}{4\pi} \int_0^T (1 - \cos 2\omega t) dt = \frac{\omega I_0^2}{4\pi} T = \frac{I_0^2}{2}.$$

Следовательно, $I_{\text{эфф}} = I_0/\sqrt{2}$ и $P = I_{\text{эфф}}^2 R = I_0^2 R/2 = P_0/2 = 50$ Вт.

$$\text{Вычислим среднюю силу тока: } I_{\text{ср}} = \frac{1}{T} \int_0^T I(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T I_0 \sin \omega t dt = 0.$$

Значит, с помощью источника переменного гармонического тока зарядить аккумулятор невозможно. Это связано с тем, что график зависимости $I(t)$ симметричен относительно оси абсцисс: в течение половины периода колебаний сила тока положительна и аккумулятор заряжается, получая некоторый заряд, а в течение второй половины периода колебаний сила тока отрицательна и аккумулятор разряжается, отдавая точно такой же заряд.

Ответ. В лампе будет выделяться мощность 50 Вт, аккумулятор зарядить не получится.

4. В данном случае зависимость силы тока от времени в течение первого периода колебаний описывается следующей функцией:

$$I(t) = \begin{cases} I_0 \sin \omega t & \text{при } 0 \leq t \leq T/2; \\ 0 & \text{при } T/2 \leq t \leq T. \end{cases}$$

Вычислим среднюю и эффективную силу тока:

$$I_{\text{ср}} = \frac{1}{T} \int_0^T I(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^{T/2} I_0 \sin \omega t dt = \frac{\omega I_0}{2\pi} \int_0^{T/2} \sin \omega t dt = \frac{I_0}{\pi},$$

$$I_{\text{эфф}}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T I^2(t) dt = \frac{\omega}{2\pi} \int_0^{T/2} I_0^2 \sin^2 \omega t dt = \frac{\omega I_0^2}{4\pi} \int_0^{T/2} (1 - \cos 2\omega t) dt = \frac{\omega I_0^2}{4\pi} \cdot \frac{T}{2} = \frac{I_0^2}{4}.$$

Следовательно, $I_{\text{эфф}} = I_0 / 2$ и $P = I_{\text{эфф}}^2 R = I_0^2 R / 4 = P_0 / 4 = 25$ Вт.

Время зарядки аккумулятора составит $\Delta t_1 = Q / I_{\text{сп}} = Q \pi / I_0 = \tau \pi \approx 31,4$ часа.

Ответ. В лампе будет выделяться мощность 25 Вт, аккумулятор зарядится примерно за 31,4 часа.

5. В данном случае зависимость силы тока от времени в течение первого периода колебаний описывается функцией $I(t) = |I_0 \sin \omega t|$. Вычислим среднюю и эффективную силу тока:

$$I_{\text{сп}} = \frac{1}{T} \int_0^T I(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T |I_0 \sin \omega t| dt = \frac{\omega I_0}{2\pi} \int_0^{T/2} \sin \omega t dt - \frac{\omega I_0}{2\pi} \int_{T/2}^T \sin \omega t dt = \frac{2I_0}{\pi},$$

$$I_{\text{эфф}}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T I^2(t) dt = \frac{\omega}{2\pi} \int_0^T I_0^2 \sin^2 \omega t dt = \frac{I_0^2}{2}.$$

Следовательно, $I_{\text{эфф}} = I_0 / \sqrt{2}$ и $P = I_{\text{эфф}}^2 R = I_0^2 R / 2 = P_0 / 2 = 50$ Вт. Время зарядки аккумулятора составит $\Delta t_2 = Q / I_{\text{сп}} = Q \pi / (2I_0) = \tau \pi / 2 \approx 15,7$ часа.

Ответ. В лампе будет выделяться мощность 50 Вт, аккумулятор зарядится примерно за 15,7 часа.

6. В данном случае зависимость силы тока от времени в течение первого периода колебаний описывается следующей функцией:

$$I(t) = \begin{cases} I_0 & \text{при } 0 \leq t \leq T/2; \\ 0 & \text{при } T/2 \leq t \leq T. \end{cases}$$

Вычислим среднюю и эффективную силу тока:

$$I_{\text{сп}} = \frac{1}{T} \int_0^T I(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^{T/2} I_0 dt = \frac{I_0}{T} \cdot \frac{T}{2} = \frac{I_0}{2},$$

$$I_{\text{эфф}}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T I^2(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^{T/2} I_0^2 dt = \frac{I_0^2}{T} \cdot \frac{T}{2} = \frac{I_0^2}{2}.$$

Следовательно, $I_{\text{эфф}} = I_0 / \sqrt{2}$ и $P = I_{\text{эфф}}^2 R = I_0^2 R / 2 = P_0 / 2 = 50$ Вт. Время зарядки аккумулятора составит $\Delta t_3 = Q / I_{\text{сп}} = 2Q / I_0 = 2\tau = 20$ часов.

Ответ. В лампе будет выделяться мощность 50 Вт, аккумулятор зарядится за 20 часов.

Вывод. Занесем полученные результаты в таблицу.

Зависимость $I(t)$	Мощность лампы, Вт	Время зарядки аккумулятора, ч
Постоянный ток силой $I_0 = 5$ А.	100	10
Гармонический ток амплитудой I_0 с периодом T .	50	Аккумулятор не будет заряжаться.
Гармонический ток амплитудой I_0 с периодом T , выпрямленный однополупериодным выпрямителем.	25	$\approx 31,4$
Гармонический ток амплитудой I_0 с периодом T , выпрямленный двухполупериодным выпрямителем.	50	$\approx 15,7$
Импульсный ток (прямоугольные импульсы с периодом T и интервалом $T/2$).	50	20

Мощность, выделяющаяся в электролампе, определяется эффективным значением силы протекающего через нее тока. Время зарядки аккумулятора определяется средним значением силы протекающего через него тока. Из всех рассмотренных источников питания наиболее выгодным является источник постоянного тока (он обеспечивает наибольшую мощность лампы и наименьшее время зарядки). Если такой источник не может быть использован, то наиболее выгодным является источник гармонического тока с двухполупериодным выпрямителем, а наименее выгодным – источник гармонического тока с однополупериодным выпрямителем. В настоящее время часто применяются источники питания, генерирующие прямоугольные импульсы. По средней мощности они не отличаются от источника гармонического тока с двухполупериодным выпрямителем, но по значению среднего тока уступают ему примерно в 1,3 раза.

Форма организации деятельности. Изучение материала по данной теме осуществляется с опорой на материалы соответствующих параграфов учебника. Задания выполняются обучающимися индивидуально. Результаты работы обсуждаются всем классом.

Методический комментарий. В ходе урока обучающимся предлагается обсудить понятия амплитудного, среднего и эффективного значений переменного электрического тока и способы их вычисления. Необходимо актуализировать у обучающихся понимание основных закономерностей протекания переменного гармонического тока в цепи с активной нагрузкой и знание закона Джоуля – Ленца. С целью формирования умений применять соответствующие закономерности для решения конкретных инженерных задач обучающиеся должны рассчитать мощность, потребляемую электрической лампой накаливания, а также время зарядки аккумулятора при использовании постоянного тока и нескольких различных источников переменного тока.

Заключение

Развитие современных естественных наук играет важную роль в социально-экономическом развитии страны. В условиях обновления и модернизации подходов к их изучению в системе общего образования необходимо скорректировать возможные пути совершенствования содержания естественно-научного образования с учетом требований времени и достижений науки XXI века.

Усиление внимания педагогического сообщества учителей-естественников к выделенным проблемам будет способствовать созданию условий для решения задач технологического просвещения, поставленных сегодня обществом и государством перед естественно-научным общим образованием.

Список литературы

1. Федеральная образовательная программа основного общего образования (утверждена приказом Минпросвещения России от 18.05.2023 № 370; зарегистрировано в Минюсте России 12.07.2023 № 74223).

2. Федеральная образовательная программа среднего общего образования (утверждена приказом Минпросвещения России от 18.05.2023 № 371; зарегистрировано в Минюсте России 12.07.2023 № 74228).

3. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утвержден приказом Минпросвещения России от 31.05.2021 № 287; зарегистрировано в Минюсте России 05.07.2021 № 64101).

4. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утвержден приказом Минобрнауки России от 17.05.2012 № 413; зарегистрировано в Минюсте России 07.06.2012 № 24480).

5. Заграничная Н.А., Паршутина Л.А. Реализация задач политехнического образования в методиках преподавания естественнонаучных дисциплин в школе: историческая ретроспектива // История политехнического образования в России: труды всероссийской научно-образовательной конференции с международным участием. – СПб. : Политех-пресс, 2019. – 234 с.

6. Кузнецова Н.Е., Гаркунов В.П. и др. Методика преподавания химии : учебное пособие для студентов педагогических институтов по химическим и биологическим специальностям. – М. : Просвещение, 1984. – 415 с.

7. Шаповаленко С.Г., Эпштейн Д.А., Цветков Л.А. Преподавание химии в школе в свете задач политехнического обучения. – М. : Академия педагогических наук РСФСР, 1953. – 92 с.

8. Разумовский В.Г. Проблемы теории и практики школьного физического образования: Избранные научные статьи / В.Г. Разумовский; составитель Ю.А. Сауров. – М. : Из-во РАО, 2016. – 196 с.

9. Заграничная Н.А., Паршутина Л.А. Методические аспекты преподавания естественнонаучных дисциплин в общеобразовательной школе // В сб.:

Актуальные проблемы химического и биологического образования. Материалы X Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. Московский педагогический государственный университет, Институт биологии и химии. – М., 2019. – С. 170–177.

10. Лисичкин Г.В., Карлов С.С. Естественнонаучное образование в России: 30 лет реформирования // 30 лет реформ. Методический ежегодник химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Вып. 19. Сборник. Под общей ред. проф. Г.В. Лисичкина. – М. : Издательство Московского университета, 2023. – С. 8–24.

11. Пентин А.Ю., Ковалева Г.С. и др. Состояние естественнонаучного образования в российской школе // Вопросы образования / Educational Studies Moscow. – 2018. – № 1. – С. 79–106.

12. Леонтович А.В. Научно-практическое образование: теоретико-прикладные аспекты // Научно-практическое образование, исследовательское обучение, STEAM-образование: новые типы образовательных ситуаций: Сборник докладов IX Международной научно-практической конференции «Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном пространстве». Том 1 / Под ред. А.С. Обухова. – М. : МОД «Исследователь»; Журнал «Исследователь/Researcher», 2018. – С. 55–63.

13. Зорина О.С. Профессиональные компетенции будущего инженера // Педагогический журнал. – 2023. – Т. 13. – № 4А. – С. 95–100.

14. Фаритов А.Т. К вопросу понятия «инженерная компетенция» в педагогической теории // Научное обозрение. – 2020. – № 6. – С. 53–59.

15. Заграничная Н.А., Паршутина Л.А. Функциональная грамотность учащихся: условия и пути формирования / Н.А. Заграничная, Л.А. Паршутина // Химия в школе. – 2020. – № 7. – С. 15–20.

16. Паршутина Л.А. Естествознание. Биология : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.А. Паршутина. – М. : Издательский центр «Академия», 2021. – 124 с.

17. Паршутина Л.А. Естествознание. Биология. Методическое пособие для учителя : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.А. Паршутина. – М. : Издательский центр «Академия», 2021. – 124 с.

18. Теремов А.В., Петросова Р.А. Как обучать биологии: Биологические системы и процессы. 10 класс : методическое пособие для учителя / А.В. Теремов, Р.А. Петросова. – М. : Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2015. – 183 с.

19. Теремов А.В. Биология. Биологические системы и процессы. 10 класс : пособие для самостоятельной работы обучающихся (углубленный уровень) / А.В. Теремов, Р.А. Петросова. – М. : Мнемозина, 2015. – 343 с.

Научное издание

Заграничная Н.А., Паршутина Л.А., Якута А.А.,
Городенская А.С., Логвинова О.Н.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ
ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ, БИОЛОГИИ, ФИЗИКИ НА УРОВНЯХ
ОСНОВНОГО ОБЩЕГО И СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
С ВКЛЮЧЕНИЕМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИНЖЕНЕРНОГО
КОМПОНЕНТА**

Методические рекомендации

101000, г. Москва, ул. Жуковского, д. 16
ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения»
Тел. +7(495)621–33–74
info@instrao.ru
<https://instrao.ru>

Подготовлено к изданию 20.12.2024.
Формат 60×90 1/8.
Усл. печ. л. 4,5.

ISBN 978-5-6053417-5-8