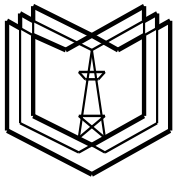

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Казань 2020

УДК 536
ББК 31.3
С60

С60 **Современные проблемы технической физики**: учебно-методическое пособие / Сост.: О.В. Соловьева, О.С. Попкова. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2020. – 104 с.

Содержит основные теоретические сведения и методические указания, необходимые для организации самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Современные проблемы технической физики».

Предназначено для магистрантов, обучающихся по образовательной программе направления подготовки 16.04.01 Техническая физика, направленность (профиль) «Теплофизика».

УДК 536
ББК 31.3

© Казанский государственный энергетический университет, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Стремительное развитие науки способствовало возникновению нетривиальной проблемы, связанной с гигантским увеличением накопленного материала и объема информации, с его хранением, использованием при передаче знаний в процессе обучения и в практической деятельности.

Целью данного учебно-методического пособия является акцентирование внимания студентов на ключевых изменениях и тенденциях в технической физике, показ возможности применения достижений на практике, включая поиск путей снижения негативного антропогенного воздействия на окружающую среду.

Содержание пособия основано на материалах лекций и практических занятий по дисциплине «Современные проблемы технической физики» и направлено на формирование у студентов:

- готовности и способности применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для создания инновационных принципов, постановок задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий;
- способности разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности научно-производственного коллектива, осуществлять технико-экономическое обоснование инновационных проектов;
- готовности к участию в разработке и реализации проектов по интеграции фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований в соответствующих отраслях науки, промышленных организаций и предприятий малого и среднего бизнеса;
- способности критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты;
- готовности осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов.

В результате студент должен:

знать:

• теоретические основы современной технической физики; историю развития и современные проблемы технической физики, их философско-этический контекст, связь с другими разделами естествознания; способы получения новых знаний, новые научно-технические идеи и методы;

• основные проблемы технической физики, методы и средства их анализа и решения;

• технические характеристики и экономические показатели лучших отечественных и зарубежных образцов технологического оборудования;

уметь:

• самостоятельно работать с источниками информации и Интернетом, анализировать научные проблемы технической физики и смежных областей знаний, осваивать новые для себя идеи, понятия, методы;

• использовать методы математического моделирования и современные информационные технологии при исследовании физико-технических процессов, объектов и систем;

владеть:

• способностью к изучению передового отечественного и зарубежного опыта освоения и внедрения технологических процессов.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ»

1.1. Роль науки в современной цивилизации

Цель: формирование представлений о роли науки в современной цивилизации.

В контексте современной цивилизации именно наука, вне всякого сомнения, играет ведущую, образующую роль. Эта роль относится не только к нашему мировоззрению и объяснению мира, но и к его активному изменению: геологическая и биологическая среда изменяются под влиянием научно-технического прогресса, а с ростом биомедицинских технологий эволюция человеческого рода постепенно становится объектом контроля самого человека. Раньше не одно тысячелетие пытались ответить на животрепещущий вопрос: «Что есть человек?». Теперь наука позволяет переформулировать вопрос иначе: «Каким хотел бы стать человек?». Современные концепции искусственного интеллекта ставят под сомнение представления о мышлении и предлагают путь технической эволюции. Кроме того, необходимо отметить, что именно в современной цивилизации наука как область знаний неразрывно связана с техникой; техника является тем результатом приложения научного знания, с которым знаком каждый обыватель, не задумывающийся о том, что сейчас происходит на передовых краях фундаментальной науки.

Представление об однозначно ведущей роли науки среди других облас-тей культуры выражено в понятии сциентизма (от лат. *scientia* «наука»). Сциентизм представляет собой мировоззренческую позицию, согласно которой научные методы, подходы и результаты, которые наиболее ярко представляют современное естествознание и математика, являются единственно истинными и ценными для понимания мира и решения всех возникающих проблем. Таким образом, в значительной степени гуманитарные науки, а также иные формы познания мира (художественное воображение, чувственный опыт, эмоции, интуиция) в сциентизме лишаются своей интеллектуальной значимости и могут быть «реабилитированы» лишь посредством редукции к известным научным положениям и переформулирования на принятом научном языке, желательно с использованием математических процедур.

Как и многие идеи, сциентизм как законченная концепция прошел долгий путь развития. Так, многие его положения, в частности призыв к покорению природы и большой оптимизм в отношении разрешения

человеческих проблем с помощью научных методов, были отражены в начале XVII в. в работе Фрэнсиса Бэкона «Новый Органон». Бэкон также является автором красноречивого афоризма «знание – сила».

Антисциентизм зародился как идейное противостояние сциентизму: он отрицает непогрешимость науки и ее неоспоримый авторитет во всех вопросах. Для антисциентистов идеи и представления таких областей культуры, как религия, искусство, мораль, не нуждаются в научном подтверждении и обладают самостоятельной ценностью. Среди приверженцев антисциентизма можно обнаружить также философов таких, например, направлений, как экзистенциализм, персонализм и другие. Философы выражают опасения, что наука лишает человека свободы, навязывает ему сциентистскую идеологию и культ ученых-экспертов, создает отчуждение между человеком и миром, создает больше проблем, чем решает. Так, один из современных философов К. Свасьян замечает: «Сегодня наука – гигантский ареал власти, корпус догматов такой непрошибаемой твердости, по сравнению с которыми церковные догмы оставляют впечатление мягкости и эластичности».

Следует отметить, что типы научной рациональности, формы научной деятельности и оценка их роли в контексте современной цивилизации не остаются неизменными и застывшими, но, напротив, подвержены историческим изменениям и переосмыслению. В качестве примера такой оценки роли науки можно привести работы философа П. Фейерабенда (1924–1994), представляющего идеи «анархической» эпистемологии – отрицания существования в науке универсальной методологии и призыва к разрушению дисциплинарных границ. Фейерабенд утверждал, что сущест-вует множество равноценных и, следовательно, равноправных видов познания и что современная наука ничем не отличается от мифологии и религии, являясь, по сути, одной из форм идеологии. В самом деле, представления о современной науке как об идеологическом культе не лишены оснований – любой человек, казалось бы, не интересующийся наукой непосредственно, каждый день, открывая газету или заходя в Интернет, сталкивается с массой информации, выстроенной в «клиповой» манере по одному сюжету: «Ученые доказали, что...». Львиная доля такой информации доводит до сведения общества, как следует питаться, отдыхать, дышать, думать, чтобы прожить как можно дольше и здоровее. При этом, как правило, редко указывается, кто конкретно, на какой экспериментальной базе, по чьему заказу эти исследования проводил и где опубликовал отчет о них, никак не комментируются противоречия и нестыковки. Такая вездесущая пропаганда «научного подхода» действительно вносит элементы контроля

в жизнь граждан, формируя их «повестку дня», заставляя размышлять над предложенными нормами и образцами поведения и проверять себя на предмет соответствия, что в полной мере оправдывает критику антисциентистски настроенных мыслителей.

Точку зрения о равнозначности науки и других форм представления о мире интересно сопоставить с идеями о конце науки Джона Хоргана, научного обозревателя, возглавляющего Центр научной литературы при Технологическом институте Стивенса. Хорган вводит понятие «иронической науки», понимая под этим тот факт, что современная фундаментальная наука приблизилась к некому тупику и занимается разнообразными и остроумными интерпретациями тех или иных теорий, подобно тому, как литературная критика упражняется в интерпретациях произведений Шекспира, не ожидая появления работ подобного масштаба.

Одним из логичных следствий антиномии «сциентизм – антисциентизм» оказывается обострение противостояния «традиционной» науки и так называемой паранауки (или псевдонауки). Паранаука (от греч. *рага* «около») и переводится как «околонаука» – обычно так говорят о знании, не являющемся научным, но маскирующемся под него.

Говоря о культе науки, во многом формируемом средствами массовой информации, следует отметить, что представляемый обществу образ науки в большой степени не соответствует реальности. Истинная наука ориентирована на самоограничение, далека от развлечений, критична, ее исследования не обещают революционных переворотов, не дают рекомендаций для срочного претворения в жизнь, а их интерпретация на обыденном языке полна неточностей и некорректных выводов. Реальная наука не вписывается в дискурс общества потребления, не инкорпорируется в структуру средств массовой коммуникации. Поэтому естественным образом на ее месте появляется некая паранаука, или псевдонаука. Она понятна потребителю – не обременяет необходимостью иметь хотя бы начальную базу знаний, уверенно обещает конкретные, достижимые результаты, в ряде случаев обращается напрямую к проблемам человека, рассматривая их как автономные от общих закономерностей, подменяя социальные, экономические и политические факторы индивидуальными.

С другой стороны, следует помнить о том, что грань между научным и ненаучным знанием весьма зыбка. Иногда новое знание оказывается в положении ненаучного из-за того, что находится за пределами действующей научной парадигмы (идея гелиоцентрической системы мира Аристарха Самосского (III в. до н. э.), некоторые идеи И. Кеплера,

М. Фарадея, философия истории Дж. Вико, творившего в XVIII в., и многое другое). Широко известно замечание физика Э. Шрёдингера о том, что самое передовое научное открытие бессмысленно вне своего культурного контекста.

Необходимо также отдельно отметить роль вненаучного знания в развитии науки. К вненаучному знанию обычно относят литературу, религию и искусство. Так, нобелевский лауреат, физик С. Вайнберг обращает внимание на заметную роль эстетического фактора в современной физике. Когда ученый размышляет браться ли ему за разработку очередной теории, его выбор во многом определяется красотой физических формул, потому что оценить насколько верной окажется теория сразу невозможно, и для того чтобы решиться потратить на нее возможно десятилетия своей творческой жизни необходимо проникнуться эстетикой изложения, дающей отклик на эмоциональном уровне. Говорить о роли религиозных факторов в научном творчестве можно очень долго. Хрестоматийные иллюстрации здесь – творчество Ньютона и Фарадея. В качестве отечественных примеров можно вспомнить о математической школе при Московском университете, возглавляемой Д.Ф. Егоровым и Н.Н. Лузиным, новаторские идеи которой подпитывались мистическим вдохновением такого религиозного движения, как имяславие.

Несмотря на включенность элементов вненаучного знания в контекст культуры, данное знание сложно анализировать, оставаясь в структуре научных категорий: заключения об истинности или ложности какого-либо положения зачастую выносятся на нерефлексивном эмоциональном уровне, затруднена возможность логического оформления, а также образования форм обеспечения преемственности такого знания. Известный философ Э. Гуссерль (1859-1938) писал, что конституирующим для европейской цивилизации является рациональный тип мышления, берущий начало в античной Греции и заключающийся в том, что человек от удивления перед объектом исследования переходит к очищенному от непосредственной, сиюминутной заинтересованности к наблюдению, вследствие чего рождается теория. Самоуверенно было бы утверждать, что возможно безоценочное, объективное (т. е. независящее от субъекта) знание, но надо понимать и то, что отказ от рационального мышления ведет к острому кризису современной цивилизации. Способность к рациональному научному мышлению – фундаментальная ценность, на основе которой возможны рефлексия над научным идеалом, плюрализм методов познания и интеграция социогуманитарного и научно-технического знания.

Современная культура оценивает науку и ее достижения по-разному – всецело уповая на них, демонизируя или же предрекая науке неизбежный конец, как еще одной из исторически меняющихся мировоззренческих форм. Представляется, что отдельному человеку невозможно выйти за рамки своего краткого исторического существования и вынести взвешенное суждение о цивилизационной роли науки и всех ее последствиях; однако человеческий разум обречен вновь и вновь возвращаться к этим размышлениям.

Контрольные вопросы

1. Какая роль науки в современной цивилизации?
2. В каком понятии отражена ведущая роль в науке?
3. Что из себя представляет сциентизм?
4. Кем были изложены положения сциентизма?
5. В чем заключается основная идея сциентизма?
6. Что имел в виду П. Фейерабенд под концепцией «эпистемологический анархизм»?
7. Почему возникает необходимость в паранауке?
8. Что из себя представляет вненаучное знание?
9. Кто из отечественных профессоров прибегал к идеям вненаучного знания?
10. Что такое рациональное мышление? К чему приведет отказ от него?

1.2. Компьютеризация науки, ее проблемы и следствия

Цель: ознакомление с проблемой и следствием компьютеризации науки.

Один из создателей кибернетики, У.Р. Эшби, около полувека тому назад назвал компьютеры «усилителями наших мыслительных способностей», тем самым как бы предлагая нам задуматься, каким образом компьютерная техническая мощь может повлиять (и может ли?) на развитие науки. «В самом деле, уже сейчас компьютеры существенно усиливают наши мыслительные способности. Они позволяют производить громоздкие расчеты, решать сложные системы уравнений, выполнять поиск логического вывода, доказывать теоремы и – может быть, самое впечатляющее – строить и изучать модели в виде компьютерных программ для объектов, являющихся предметами фактически любых областей науки и любых областей практической деятельности».

Компьютеризация науки, на наш взгляд, имеет два наиболее очевидных следствия для развития научного знания.

Первое – это появление новых направлений познания, непосредственно связанных с развитием высокотехнологичных отраслей, таких как исследование последствий и проблем компьютеризации различных сфер человеческой деятельности, а также конструирование новых высокотехнологичных способов преобразования мира. Как на самый очевидный пример такого направления можно указать на всеобщий интерес к феномену виртуальной реальности.

Одной из особенностей новых направлений познания, без сомнения, стала ориентация на междисциплинарность. Для работы в области информационных технологий важными оказываются не только инженерное и программистское знание, но и осведомленность в области психологии, философии, социологии, лингвистики, владение различными видами моделирования и многое другое. Поэтому естественным образом появляются новые области научного знания, такие, к примеру, как телематика (объединение средств телекоммуникации и информатики) и когитология (пограничная область между психологией, лингвистикой, информатикой и философией, сформировавшаяся в результате развития инженерной дисциплины, которая занимается проблемами создания искусственного интеллекта). Предметом исследования когитологии является устройство и функционирование человеческих знаний.

Существуют разные взгляды на роль философии в процессе компьютеризации. Можно привести такой пример. В 2006 г. философский факультет СПбГУ посетил известный философ и культуролог профессор М.Н. Эпштейн. В своей лекции о виртуальной реальности он высказал убеждение, что самые насущные технические и программистские задачи, связанные с конструированием виртуальной реальности, уже решены; остаются лишь содержательные задачи метафизического плана: каких виртуальных персонажей придумать, по каким законам им жить и умирать, каковы пределы воли пользователя и т.д. Философия, используя опыт освоения одной реальности, может создавать основы новых миров, производимых техникой.

Второе следствие компьютеризации науки – это новые формы трансляции и структуризации имеющегося научного знания. Здесь речь во многом идет о представленности знания как информации – структурирования в форме «online», создания поисковых систем, организации форм интерактивного общения в научном сообществе. Проблемы здесь соответствующие: вопрос об авторском праве, о цензуре, о достоверности и ответственности, о связи между активным обращением ученого к информационной сфере и его профессиональной продуктивностью.

В современных информационных коммуникациях на первый план выходят проблемы изложения, передачи, поиска и обнаружения знания, т. е. концепция знания как информации. Репрезентация знания в форме информации – серьезная проблема философии и науки, безусловно связанная также с эволюцией средств массовой информации. Раньше других к этой проблеме обратились в США. Американский философ М. Маклюэн (1911–1980) провозгласил решающую роль техники – инструмента коммуникации – в жизни общества. Свою позицию он выразил в емком запоминающемся лозунге: «Форма коммуникации – это и есть ее содержание».

Наш современник, испано-американский социолог и экономист М. Кас-тельс развивает данный тезис, представляя свою концепцию возникающего «информационального» общества (informational society). «Информацио-нальное» общество Кастельс отделяет от общества «информационного» (information society), чтобы не смешивать наступающую принципиально новую эпоху от антропологически естественной важности информации как ресурса во всех обществах во все времена. Информациональное общество конституируется революционным переворотом в сфере новых технологий. Этот переворот должен привести к погружению социальной и экономи-ческой жизни общества в Интернет-сети. В то же время зарождающееся «информациональное общество» строится таким образом, что «генериро-вание, обработка и передача информации стали фундаментальными источниками производительности и власти».

Опираясь на работы ряда теоретиков, М. Кастельс очерчивает границы информационно-технологической парадигмы, имеющей несколько главных черт. Во-первых, информация в рамках предлагаемой парадигмы служит сырьем технологии, и, следовательно, технология в первую очередь воздействует на информацию, но никак не наоборот. Во-вторых, эффекты новых технологий охватывают все виды человеческой деятельности. В-третьих, информационная технология инициирует сетевую логику изменений социальной системы. В-четвертых, информационно-технологическая парадигма основана на гибкости, когда способность к реконфигурации становится «решающей чертой в обществе». В-пятых, важной характеристикой информационно-технологической парадигмы становится конвергенция конкретных технологий в высоко-интегрированной системе.

Посмотрим, в какие конкретные последствия вылилась компьютеризация науки. В Институте истории естествознания и техники Российской академии наук (РАН) был проведен анализ процесса ассимиляции

информационно-коммуни-кационных технологий в российском академическом сообществе за десять лет (1994–2004). Больше всего исследователей интересовало влияние информационных инноваций на профессиональную продуктивность ученых. По результатам данного исследования были сделаны интересные выводы. Современные информационно-коммуникационные технологии, несомненно, дают людям науки больше возможностей для удовлетворения таких важных профессиональных потребностей, как поиск информации и научное общение. Однако в отношении корреляций между активностью ученого в использовании информационно-коммуникационных технологий и его профессиональной результативностью было сделано заключение, что подобная пользовательская активность была скорее следствием общей профессиональной активности и успешности ученых, чем ее причиной.

Кроме этого исследователи обратили внимание на трудности, возникающие на стыке новых технологических возможностей и старых политических установок. Основная проблема заключается в том, что, если говорить о науке не как о системе знаний, а как о сфере деятельности, то мировой науки как таковой не существует, ибо она организована по национальному принципу, да и в национальных рамках еще разделена ведомственными барьерами. Интернациональные научные проекты зачастую находятся в противоречии с национальными интересами их участников. К тому же отмечается такое следствие компьютеризации науки, как возникновение гомогенизированных коллективов в виртуальных группах научного общения, другими словами, сеть формируется из уже известных, маститых ученых, ограничивая возможность притока разнообразных специалистов с неортодоксальными методиками и взглядами. Кроме того, исследователи обращают внимание на тот факт, что поиск нужной информации в Интернете требует довольно много времени и усилий, что приводит к появлению «посредников» между собственно поисковой базой Интернета и ученым. Многие ученые, согласно данным исследования, получают информацию не из Интернет-источников, а от коллег, уже знакомых с этой информацией, что существенно сужает долю «случайной», непредвиденной информации, с которой мог бы встретиться исследователь. С другой стороны, самостоятельное блуждание по поиско-вым базам позволяет обнаружить самые разные источники информации, которые в противном случае вряд ли попались бы ученому на глаза.

Резюмировать сказанное о проблемах и следствиях компьютеризации науки можно следующим образом. Эволюция технических средств, с одной стороны, приводит к новой структуризации и транслированию

научного знания. С другой стороны, переформулируя тезис А. де Токвиля о политическом равенстве и экономическом неравенстве в демократических обществах, можно говорить о проблеме информационного равенства и экономического неравенства в эпоху постиндустриальной демократии. Приоритеты отдельных государств и корпораций ограничивают возможности участия в научных проектах заинтересованных профессионалов, а также распространения соответствующей информации. Здесь необходимо заметить, что проблемы, которые ставит перед нами компьютеризация, не являются автономными по отношению к кругу проблем, возникающих у науки в обществе современного капитализма.

Компьютеризация науки имеет еще одно следствие, имеющее отношение к внутреннему характеру самой науки, а именно потенциальную возможность интеграции научного знания. «Наука сейчас такова, – отмечает академик В.С. Степин, – что процессы дифференциации явно опережают процессы интеграции. Она разделена на области, которые плохо стыкуются между собой. Часто ученый специалист говорит на таком языке, который не понятен его коллеге-ученому из соседней области науки». От себя добавим, что иногда язык научного общения различается не только в соседних областях, но и в одной и той же области науки. Информационно-коммуникационные технологии потенциально способны преодолеть эту проблему, но мы говорим «потенциально», потому что соответствующих исследований по этой тематике пока не опубликовано.

Безусловно, очевидны и положительные стороны компьютеризации науки. Теперь исследователь может получить большое количество информации, не выходя из дома; университеты, библиотеки, научные фонды, музеи всего мира стремятся перевести свои базы данных в электронную форму и представить в открытом доступе. Разумеется, в открытом для всех желающих доступе содержится далеко не вся искомая информация, но все же очевиден тот факт, что ученый, да и любой интересующийся какой-то областью знаний человек стал гораздо меньше ограничен рамками своего географического положения. Компьютеризация науки позволяет сделать процесс научного творчества более прозрачным: мы можем не просто ознакомиться с научными работами по интересующему нас вопросу, но и получить сведения об их авторах, обо всех выполненных ими исследованиях, их научных статусах, а в ряде случаев и вступить в дискуссию. Вне всякого сомнения, компьютеризация науки позволяет существенно экономить такой бесценный ресурс, как время.

Нелишним будет упомянуть и о таком еще следствии компьютеризации, как формирование компьютерной парадигмы, или концепции «цифровой философии», которая представляет собой новый язык

описания, ориентированный на модель компьютера. Например, таковы попытки описания законов физики как компьютерных программ, а Вселенной – как гигантского компьютера.

Видимо, в рамках цифровой философии гегелевский тезис о том, что все разумное действительно, а действительное – разумно, будет звучать как «все дигитальное действительно, а все действительное – дигитально». Время покажет.

Контрольные вопросы

1. Как компьютерные технологии влияют на развитие научной деятельности?
2. Перечислите следствия компьютеризации науки.
3. К чему привели новые направления познания?
4. Какие новые направления научного знания были открыты?
5. Как М.Н. Эпштейн охарактеризовал роль философии в компьютеризации?
6. Назовите основные проблемы использования сети Интернет.
7. Какую парадигму выдвинул М. Маклюэн?
8. Какие идеи предлагает М. Кастельс на основе работ теоретиков?
9. Перечислите последствия компьютеризации науки.
10. Какие трудности возникают на стыке новых технологий?
11. Что включает в себя эволюция технических средств?
12. Почему академик В.С. Степин считает, что процессы дифференциации опережают процессы интеграции?
13. Как компьютеризация науки упрощает жизнь человека?
14. Что из себя представляет «цифровая философия»?

1.3. Уровни научного знания. Основные методы и формы эмпирического и теоретического знания

Цель: ознакомление студентов с методами и формами эмпирического и теоретического знания.

Современная наука дисциплинарно организована. Она состоит из различных областей знания, взаимодействующих между собой и вместе с тем имеющих относительную самостоятельность. Если рассматривать науку как целое, то она принадлежит к типу сложных развивающихся систем, которые в своем развитии порождают все новые относительно автономные подсистемы и новые интегративные связи, управляющие их взаимодействием.

В каждой отрасли науки (подсистеме развивающегося научного знания) – физике, химии, биологии – в свою очередь, можно обнаружить многообразие различных форм знания: эмпирические факты, законы, гипотезы, теории различного типа и степени общности.

В структуре научного знания выделяют, прежде всего, два уровня знания – эмпирический и теоретический. Им соответствуют два взаимосвязанных, но в то же время специфических вида познавательной деятельности: эмпирическое и теоретическое исследование.

Прежде чем говорить об этих уровнях, заметим, что в данном случае речь идет о научном познании, а не о познавательном процессе в целом. Применительно к последнему, то есть к процессу познания в целом, имея в виду не только научное, но и обыденное познание, художественнообразное освоение мира, чаще всего говорят о чувственной и рациональной ступенях познания. Категории «чувственное» и «рациональное», с одной стороны, «эмпирическое» и «теоретическое» – с другой, достаточно близки по содержанию. Но в то же время их не следует отождествлять друг с другом.

Соотношение категорий «эмпирическое» и «теоретическое» с категориями «чувственное» и «рациональное» заключается в том, что эмпирическое познание никогда не может быть сведено только к чистой чувственности. Даже первичный слой эмпирических знаний – данные наблюдений – всегда фиксируется в определенном языке: причем это язык, использующий не только обыденные понятия, но и специфические научные термины. Данные наблюдения нельзя свести только к формам чувственности – ощущениям, восприятиям, представлениям. Уже здесь возникает сложное переплетение чувственного и рационального.

Но эмпирическое познание к данным наблюдений не сводится. Оно предполагает также формирование на основе данных наблюдения особого типа знания – научного факта. Научный факт возникает как результат очень сложной рациональной обработки данных наблюдений: их осмыс-ления, понимания, интерпретации. В этом смысле любые факты науки представляют собой взаимодействие чувственного и рационального.

Формы рационального познания (понятия, суждения, умозаключения) доминируют в процессе теоретического освоения действительности. Но при построении теории используются также и наглядные модельные представления, которые являются формами чувственного познания, ибо представления, как и восприятие, относятся к формам живого созерцания. Даже сложные и высокоматематизированные теории включают в свой состав представления типа идеального маятника, абсолютно твердого тела,

идеального обмена товаров, когда товар обменивается на товар строго в соответствии с законом стоимости. Все эти идеализированные объекты являются наглядными модельными образами (обобщенными чувствованиями), с которыми производятся мысленные эксперименты. Результатом же этих экспериментов является выяснение тех сущностных связей и отношений, которые затем фиксируются в понятиях. Таким образом, теория всегда содержит чувственно-наглядные компоненты. Можно говорить лишь о том, что на низших уровнях эмпирического познания доминирует чувственное, а на теоретическом уровне – рацио-нальное.

Различение эмпирического и теоретического уровней следует осуществлять с учетом специфики познавательной деятельности на каждом из этих уровней. Основные критерии, по которым различаются эти уровни, следующие:

– характер предмета исследования;

– тип применяемых средств исследования;

– особенности метода.

Эмпирическое и теоретическое исследования могут познавать одну и ту же объективную реальность, но ее видение, ее представление в знаниях будут даваться по-разному. Эмпирическое исследование в основе своей ориентировано на изучение явлений и зависимостей между ними. На уровне эмпирического познания сущностные связи не выделяются еще в чистом виде, но они как бы высвечиваются в явлениях, проступают через их конк-ретную оболочку.

На уровне же теоретического познания происходит выделение сущностных связей в чистом виде. Сущность объекта представляет собой взаимодействие ряда законов, которым подчиняется данный объект. Задача теории как раз и заключается в том, чтобы воссоздать все эти отношения между законами и таким образом раскрыть сущность объекта.

Следует различать эмпирическую зависимость и теоретический закон. Эмпирическая зависимость является результатом индуктивного обобщения опыта и представляет собой вероятностно-истинное знание. Теоретический же закон – это всегда знание достоверное. Получение такого знания требует особых исследовательских процедур.

Известен, например, закон Бойля-Мариотта, описывающий корреляцию между давлением и объемом газа:

$$pV = \text{const},$$

где p – давление газа; V – объем.

Вначале он был открыт Р. Бойлем как индуктивное обобщение опытных данных, когда в эксперименте была обнаружена зависимость между объемом сжимаемого под давлением газа и величиной этого давления.

В первоначальной формулировке эта зависимость не имела статуса теоретического закона, хотя она и выражалась математической формулой. Если бы Бойль перешел к опытам с большими давлениями, то он обнаружил бы, что эта зависимость нарушается. Физики говорят, что закон $pV = \text{const}$ применим только в случае очень разреженных газов, когда система приближается к модели идеального газа и межмолекулярными взаимодействиями можно пренебречь. А при больших давлениях существенными становятся взаимодействия между молекулами (Ван-дер-Ваальсовы силы), и тогда закон Бойля нарушается. Зависимость, открытая Бойлем, была вероятностно-истинным знанием, обобщением такого же типа, как утверждение «Все лебеди белые», которое было справедливым, пока не открыли черных лебедей. Теоретический же закон $pV = \text{const}$ был получен позднее, когда была построена модель идеального газа, частицы которого были уподоблены упруго сталкивающимся бильярдным шарам.

Итак, выделив эмпирическое и теоретическое познание как два особых типа исследовательской деятельности, мы можем сказать, что предмет их разный, то есть теория и эмпирическое исследование имеют дело с разными срезами одной и той же действительности. Эмпирическое исследование изучает явления и их корреляции; в этих корреляциях, в отношениях между явлениями оно может уловить проявление закона. Но в чистом виде он дается только в результате теоретического исследовании.

Следует подчеркнуть, что увеличение количества опытов само по себе не делает эмпирическую зависимость достоверным фактом, потому что индукция всегда имеет дело с незаконченным, неполным опытом.

Сколько бы мы ни проделывали опытов и ни обобщали их, простое индуктивное обобщение опытов не ведет к теоретическому знанию. Теория не строится путем индуктивного обобщения опыта. Это обстоятельство во всей его глубине было осознано в науке сравнительно недавно, когда она достигла достаточно высоких ступеней теоретизации. Эйнштейн считал этот вывод одним из важнейших гносеологических уроков развития физики XX века.

Перейдем теперь от различения эмпирического и теоретического уровней по предмету к их различению по средствам. Эмпирическое исследование базируется на непосредственном практическом взаимо-

действии исследователя с изучаемым объектом. Оно предполагает осуществление наблюдений и экспериментальную деятельность. Поэтому средства эмпирического исследования необходимо включают в себя приборы, приборные установки и другие средства реального наблюдения и эксперимента. В теоретическом же исследовании отсутствует непосредственное практическое взаимодействие с объектами. На этом уровне объект может изучаться только опосредованно, в мысленном эксперименте, но не в реальном.

Особая роль эмпирии в науке заключается в том, что только на этом уровне исследования человек непосредственно взаимодействует с изучаемыми природными или социальными объектами. И в этом взаимодействии объект проявляет свою природу, объективно присущие ему характеристики. Мы можем сконструировать в уме множество моделей и теорий, но проверить, совпадают ли эти схемы с действительностью, можно только в реальной практике. А с такой практикой мы имеем дело именно в рамках эмпирического исследования.

Кроме средств, которые непосредственно связаны с организацией экспериментов и наблюдений, в эмпирическом исследовании применяются и понятийные средства. Они функционируют как особый язык, который часто называют эмпирическим языком науки. Он имеет сложную организацию, в которой взаимодействуют собственно эмпирические термины и термины теоретического языка.

Смыслом эмпирических терминов являются особые абстракции, которые можно было бы назвать эмпирическими объектами. Их следует отличать от объектов реальности. Эмпирические объекты – это абстракции, выделяющие в действительности некоторый набор свойств и отношений вещей. Реальные объекты представлены в эмпирическом познании в образе идеальных объектов, обладающих жестко фиксированным и ограниченным набором признаков. Реальному же объекту присуще бесконечное число признаков. Любой такой объект неисчерпаем в своих свойствах, связях и отношениях.

Возьмем, например, описание опытов Био и Савара, в которых было обнаружено магнитное действие электрического тока. Это действие фиксировалось по поведению магнитной стрелки, находящейся вблизи прямолинейного провода с током. И провод с током, и магнитная стрелка обладали бесконечным числом признаков. Они имели определенную длину, толщину, вес, конфигурацию, окраску, находились на некотором расстоянии друг от друга, от стен помещения, в котором проводился опыт, от Солнца, от центра Галактики и т.д. Из этого бесконечного набора

свойств и отношений в эмпирическом термине «провод с током», как он используется при описании данного опыта, были выделены только такие признаки:

1) быть на определенном расстоянии от магнитной стрелки;

2) быть прямолинейным;

3) проводить электрический ток определенной силы.

Все остальные свойства здесь не имеют значения, и от них в эмпирическом описании абстрагируются. Точно так же по ограниченному набору признаков конструируется тот идеальный эмпирический объект, который образует смысл термина «магнитная стрелка». Каждый признак эмпирического объекта можно обнаружить в реальном объекте, но не наоборот.

Что же касается теоретического познания, то в нем применяются иные исследовательские средства. Как уже говорилось, здесь отсутствуют средства материального, практического взаимодействия с изучаемым объектом. Но и язык теоретического исследования отличается от языка эмпирических описаний. В качестве основного средства теоретического исследования выступают так называемые теоретические идеальные объекты. Их также называют идеализированными объектами, абстрактными объектами или теоретическими конструкциями. Это особые абстракции, в которых заключен смысл теоретических терминов. Ни одна теория не строится без применения таких объектов. Что они собою представляют?

Их примерами могут служить материальная точка, абсолютно твердое тело, идеальный товар, который обменивается на другой товар строго в соответствии с законом стоимости (здесь происходит абстрагирование от колебаний рыночных цен), идеализированная популяция в биологии, по отношению к которой формулируется закон Харди-Вайнберга (бесконечная популяция, где все особи скрещиваются равновероятно).

Идеализированные теоретические объекты, в отличие от эмпирических объектов, наделены не только теми признаками, которые мы можем обнаружить в реальном взаимодействии реальных объектов, но и признаками, которых нет ни у одного реального объекта. Например, материальную точку определяют как тело, лишенное размера, но сосредоточивающее в себе всю массу тела. Таких тел в природе нет. Они представляют собой результат нашего мыслительного конструирования, когда мы абстрагируемся от несущественных (в том или ином отношении) связей и признаков предмета и строим идеальный объект, который выступает носителем только сущностных связей. В реальности сущность нельзя

отделить от явления, одно обнаруживается через другое. Задачей же теоретического исследования является познание сущности в чистом виде. Введение в теорию абстрактных, идеализированных объектов как раз и позволяет решать эту задачу.

Соответственно своим особенностям эмпирический и теоретический типы познания различаются по методам исследовательской деятельности. Как уже было сказано, основными методами эмпирического исследования являются реальный эксперимент и реальное наблюдение. Важную роль играют также методы эмпирического описания, ориентированные на максимально очищенную от субъективных наслоений объективную характеристику изучаемых явлений.

Что же касается теоретического исследования, то здесь применяются особые методы: идеализация (метод построения идеализированного объекта); мысленный эксперимент с идеализированными объектами, который как бы замещает реальный эксперимент с реальными объектами; методы построения теории (восхождение от абстрактного к конкретному, аксиоматический и гипотетико-дедуктивный методы); методы логического и исторического исследования и другие.

Итак, эмпирический и теоретический уровни знания отличаются по предмету, средствам и методам исследования. Однако выделение и самостоятельное рассмотрение каждого из них представляет собой абстракцию. В реальной действительности эти два слоя знания всегда взаимодействуют. Выделение же категорий «эмпирическое» и «теоретическое» в качестве средств методологического анализа позволяет выяснить, как устроено и как развивается научное знание.

Структура эмпирического и теоретического уровней знания

Эмпирический и теоретический уровни имеют сложную организацию. В них можно выделить особые подуровни, каждый из которых характеризуется специфическими познавательными процедурами и особыми типами получаемого знания.

На эмпирическом уровне мы можем выделить по меньшей мере два подуровня: во-первых, наблюдения, во-вторых, эмпирические факты.

Данные наблюдения содержат первичную информацию, которую мы получаем непосредственно в процессе наблюдения за объектом. Эта информация дана в особой форме – в форме непосредственных чувственных данных субъекта наблюдения, которые затем фиксируются в форме протоколов наблюдения. Протоколы наблюдения выражают информацию, получаемую наблюдателем, в языковой форме.

В протоколах наблюдения всегда содержатся указания на то, кто осуществляет наблюдение, а если наблюдение строится в процессе эксперимента с помощью каких-либо приборов, то обязательно даются основные характеристики прибора.

Это не случайно, поскольку в данных наблюдения наряду с объективной информацией о явлениях содержится некоторый пласт субъективной информации, зависящий от состояния наблюдателя, показаний его органов чувств. Объективная информация может быть искажена случайными внешними воздействиями, погрешностями, которые дают приборы. Наблюдатель может ошибиться, снимая показания с прибора. Приборы могут давать как случайные, так и систематические ошибки. Поэтому данные наблюдения еще не являются достоверным знанием, и на них не может опираться теория. Базисом теории являются не данные наблюдения, а эмпирические факты. В отличие от данных наблюдения, факты это всегда достоверная, объективная информация; это такое описание явлений и связей между ними, где сняты субъективные наслоения. Поэтому переход от данных наблюдения к эмпирическому факту – довольно сложная процедура. Часто бывает так, что факты многократно перепроверяются, а исследователь, ранее считавший, что имеет дело с эмпирическим фактом, убеждается, что полученное им знание еще не соответствует самой реальности, а значит, не является фактом.

Переход от данных наблюдения к эмпирическому факту предполагает следующие познавательные операции. Во-первых, рациональную обработку данных наблюдения и поиск в них устойчивого, инвариантного содержания. Для формирования факта необходимо сравнить между собой множество наблюдений, выделить в них повторяющееся и устранить случайные возмущения и погрешности, связанные с ошибками наблюдателя. Если наблюдение осуществляется так, что производится измерение, то данные наблюдения записываются в виде чисел. Тогда для получения эмпирического факта требуется определенная статистическая обработка данных, позволяющая выявить в них инвариантное содержание измерений.

Поиск инварианта как способ установления факта свойствен не только естественно-научному, но и социально-историческому знанию. Скажем, историк, устанавливающий хронологию событий прошлого, всегда стремится выявить и сопоставить множество независимых исторических свидетельств, выступающих для него в функции данных наблюдения.

Во-вторых, для установления факта необходимо истолкование выявляемого в наблюдениях инвариантного содержания. В процессе такого истолкования широко используются ранее полученные теоретические знания.

Характерной в этом отношении является история открытия такого необычного астрономического объекта, как пульсар. Летом 1967 г. аспирантка известного английского радиоастронома Э. Хьюиша мисс Белл случайно обнаружила на небе радиоисточник, который излучал короткие радиоимпульсы. Многократные систематические наблюдения позволили установить, что эти импульсы повторяются строго периодически, через 1,33 с. Первоначальная интерпретация этого инварианта наблюдений была связана с гипотезой об искусственном происхождении этого сигнала, который посылает сверхцивилизация. Вследствие этого наблюдения засекретили, и почти полгода о них никому не сообщалось.

Затем была выдвинута другая гипотеза – гипотеза о естественном происхождении источника, подкрепленная новыми данными наблюдений (были обнаружены новые источники излучения подобного типа). Эта гипотеза предполагала, что излучение исходит от маленького быстро вращающегося тела. Применение законов механики позволило вычислить размеры данного тела – оказалось, что оно намного меньше Земли. Кроме того, было установлено, что источник пульсации находится именно в том месте, где более тысячи лет назад произошел взрыв сверхновой звезды. В конечном итоге был установлен факт, что существуют особые небесные тела – пульсары, являющиеся остаточным результатом взрыва сверхновой звезды.

Установление эмпирического факта требует применения целого ряда теоретических положений (в данном случае это сведения из области механики, электродинамики, астрофизики и т.д.), но тогда возникает очень сложная проблема, которая дискутируется сейчас в методологической литературе: получается, что для установления факта нужны теории, а они, как известно, должны проверяться фактами. Специалисты-методологи формулируют эту проблему как проблему теоретической нагруженности фактов, то есть как проблему взаимодействия теории и факта. Безусловно, при установлении приведенного выше эмпирического факта использовались многие полученные ранее теоретические законы и положения. В этом смысле, действительно, эмпирический факт оказывается теоретически нагруженным, он не является независимым от наших предшествующих теоретических знаний. Для того чтобы существование пульсаров было установлено в качестве научного факта, потребовалось применить законы Кеплера,

законы термодинамики, законы распространения света – достоверные теоретические знания, ранее обоснованные другими фактами. Если же эти законы окажутся неверными, то необходимо будет пересмотреть и факты, которые основываются на этих законах.

В свою очередь, уже после открытия пульсаров вспомнили, что существование этих объектов было теоретически предсказано советским физиком Л.Д. Ландау, так что факт их открытия стал еще одним подтверждением его теории, хотя при установлении данного факта непосредственно его теория не использовалась.

Итак, в формировании факта участвуют знания, которые проверены независимо от теории, а факты дают стимул для образования новых теоретических знаний, которые, в свою очередь, если они достоверны, могут снова участвовать в формировании новейших фактов и т.п.

Перейдем теперь к организации теоретического уровня знаний. Здесь тоже можно выделить два подуровня. Первый – частные теоретические модели и законы. Они выступают как теории, относящиеся к достаточно ограниченной области явлений. Примерами таких частных теоретических законов могут служить закон колебания маятника в физике или закон движения тел по наклонной плоскости, которые были найдены до того, как была построена ньютоновская механика.

В этом слое теоретического знания, в свою очередь, обнаруживаются такие взаимосвязанные образования, как теоретическая модель, которая объясняет явления, и закон, который формулируется относительно модели. Модель включает идеализированные объекты и связи между ними. Например, если изучаются колебания реальных маятников, то для того чтобы выяснить законы их движения, вводится представление об идеальном маятнике как материальной точке, висящей на недеформируемой нити. Затем вводится другой объект – система отсчета. Это тоже идеализация, а именно – идеальное представление реальной физической лаборатории, снабженной часами и линейкой. Наконец, для выявления закона колебаний вводится еще один идеальный объект – сила, которая приводит в движение маятник. Сила – это абстракция от такого взаимодействия тел, при котором меняется состояние их движения. Система из перечисленных идеализированных объектов (идеальный маятник, система отсчета, сила) образует модель, которая и представляет на теоретическом уровне сущностные характеристики реального процесса колебания любых маятников. Таким образом, непосредственно закон характеризует отношения идеальных объектов теоретической модели, а опосредованно он применяется к описанию эмпирической реальности.

Второй подуровень теоретического знания – развитая теория. В ней все частные теоретические модели и законы обобщаются таким образом, что они выступают как следствия фундаментальных принципов и законов теории. Иначе говоря, строится некоторая обобщающая теоретическая модель, которая охватывает все частные случаи, и применительно к ней формулируется некоторый набор законов, которые выступают как обобщающие по отношению ко всем частным теоретическим законам.

Таковой, например, является ньютоновская механика. В той формулировке, которую придал ей Л. Эйлер, она вводила фундаментальную модель механического движения посредством таких идеализаций, как материальная точка, которая движется в пространстве-времени системы отсчета под действием некой обобщенной силы. Природа этой силы далее не конкретизируется – ею может быть квазиупругая сила, или сила удара, или сила притяжения. Речь идет о силе вообще. Относительно такой модели и формулируются три закона Ньютона, которые выступают в данном случае как обобщение множества частных законов, отражающих сущностные связи отдельных конкретных видов механического движения (колебание, вращение, движение тела по наклонной плоскости, свободное падение и т.д.). На основе таких обобщенных законов можно далее дедуктивным путем предсказывать и новые частные законы.

Два рассмотренных типа организации научного знания – частные теории и обобщающие развитые теории – взаимодействуют как между собой, так и с эмпирическим уровнем знания.

Итак, научное знание в любой области науки представляет собой огромную массу взаимодействующих между собой различных типов знаний. Теория принимает участие в формировании фактов; в свою очередь, факты требуют построения новых теоретических моделей, которые сначала строятся как гипотезы, а потом обосновываются и превращаются в теории. Бывает и так, что сразу строится развитая теория, которая дает объяснение известным, но не нашедшим ранее объяснения фактам, либо заставляет по-новому интерпретировать известные факты. В общем, существуют разнообразные и сложные процедуры взаимодействия различных слоев научного знания.

Контрольные вопросы

1. К какому типу принадлежит современная наука? Перечислите формы знаний.

2. Какие два уровня научного знания можно выделить?

3. В чем различие между категориями «эмпирическое и теоретическое» и «чувственное и рациональное»?

4. Что эмпирическое знание понимает под научным фактом?

5. Перечислите основные критерии различия эмпирического и теоретического уровней?

6. На что ориентированы эмпирические и теоретические познания?

7. Объясните разницу между эмпирической зависимостью и теоретическим законом.

8. Кто получил зависимость между давлением и объемом газа? Запишите эту зависимость.

9. На чем базируются эмпирические и теоретические исследования?

10. Какова роль эмпирии в науке?

11. Что из себя представляет эмпирический язык и эмпирический объект?

12. Какие три признака эмпирического описания были выделены на основе опытов Био и Савара?

13. Что принято считать под основным средством теоретического познания? Приведите примеры.

14. Назовите основную задачу теоретического исследования.

15. Опишите структуру эмпирического и теоретического уровней знаний.

16. На какие подуровни можно разделить эмпирический уровень? Опишите их.

17. Какие операции выделяются при переходе от наблюдения к эмпирическому факту?

18. Какие подуровни на теоретическом уровне? Приведите примеры.

1.4. Специфика технических наук

Цель: ознакомление со спецификой технических наук.

Технические науки представляют собой особую область знаний. С одной стороны, они основываются на знании естественных наук, и поэтому, кажется, было бы резонно включить их в одну группу – группу естественных наук. Но с другой стороны, между естественными и техническими науками все-таки имеются некоторые существенные различия. Естественные науки исследуют действительность, которая существует независимо от человека. Гуманитарные науки, в свою очередь, познают человека и результаты его деятельности. Технические же науки ориентируются не на исследование природы, не на поиск истины,

а на достижение какого-либо практического результата; и средством достижения этого практического результата выступает техника. Таким образом, целью технических наук является создание техники, искусственных предметов, представляющих собой творение рук человека и функционирующих благодаря его действиям. В задачу технических наук входит также поддержание техники в «рабочем состоянии». Добавим здесь, что исследование в технических науках осуществляется в трех основных направлениях: это создание новой техники, новых технологий и новых материалов (или, как это еще значится в патентоведении: «устройства», «способы» и «вещество».) Конечно, для того чтобы разработать и воплотить в действительность какой-нибудь технический проект, требуется знание естественных наук. Ведь искусственно созданные предметы подчиняются тем же закономерностям, что и предметы естественные. Поэтому очень часто техника понималась и понимается до сих пор как прикладное естествознание.

Задача естественных наук состоит в том, чтобы открывать законы природы, а задача технических наук – в том, чтобы поставлять эти законы на службу человеку. Именно в таком взаимодействии науки и техники большинство людей и видит единственную ценность научного знания для общества. Но эта точка зрения еще не отражает истинного положения дел. В самом деле, в истории человечества технические знания не всегда носили характер научных знаний. Достаточно долгое время они развивались в сфере ремесленного производства и входили в состав ремесленного знания. Ремесленник сам изобретал эффективные способы достижения целей своей деятельности, не обращаясь к естественным наукам. Ведь экспериментальное естествознание появилось только в Новое время, поэтому ремесленники Античности и Средневековья могли руководствоваться лишь своим практическим опытом и представлениями. По всей видимости, глубинные основания своей деятельности ремесленник находил в соответствующей эпохе мировоззрении. Так, например, согласно верованиям алхимиков, техника обладала способностью творить чудеса: она могла избавить человечество от несчастий и страданий земной жизни, а деятельность, направленная на ее создание, заключала в себе нечто мистическое, сверхъестественное. И это представление служило им таким же ориентиром в деятельности, каким сегодня служат инженеру научные воззрения. Несомненно, что теперь естественные и технические науки тесно переплетены между собой, и знания, добываемые ими, дополняют друг друга. Но все-таки в технических разработках в большей мере ценятся такие качества, как прочность, надежность, стандартизация, чувствительность, быстрота и т.п., а в естественных науках –

теоретическая глубина, истинность, точность, рискованность нововведения, способствующая прогрессу в теории, и это связано с тем, что цели исследований естественных и технических наук различны. Также в техни-ческих науках существуют и свои особенные методы познания.

В процессе создания новой техники, новых материалов или новых технологических процессов, ученые-инженеры осуществляют многократное комбинирование самых различных естественных законов, сил, конфигураций деталей, входящих в проектируемое устройство, до тех пор, пока ими не будет найдена оптимальная, строго определенная последовательность взаимовлияний в целостном единстве уже точно установленных сил, свойств, процессов, законов и подсистем, которые и приводят к появлению (производству) качественно новой техники. Так, например, в ходе проектирования и конструирования авиационных двигателей изучаются самые различные комбинации форм, размеров, кон- фигураций деталей и узлов двигателя, комбинации материалов, жаростойких сплавов и т.д. И в результате появляются двигатели, которые имеют улучшенные эксплуатационные характеристики. Данный прием исследований получил название комбинационно-синтезирующий метод, который, можно сказать, является наиболее общим методом, при- меняемым в технических науках. Комбинационно-синтезирующий метод не следует, однако, отождествлять с методом «проб и ошибок», когда человек в основном наугад подбирает полезные сочетания, скажем, различных веществ, как это имело место в прошлом при поиске лекарств или строительных материалов. Ученый-инженер комбинирует материалы не «вслепую», а со знанием, пусть в общих чертах, свойств как исходных, так и получаемых материалов. Разумеется, данный метод не является единственным методом, применяющимся в технических науках. В процессе технического творчества взаимодействует множество методов: общие математические методы, метод приближенных вычислений (в котором формулы подбираются в зависимости от требуемой степени точности), системно-структурный анализ, информационные методы, метод идеализации и формализации, общие химико-физические методы, специфические методы различных технических наук, а также конкретная (рабочая) методика экспериментальных исследований и другое. Наконец, к особенностям технических наук можно отнести также следующее. В технических науках изучается особый круг закономерностей (так называемых технических закономерностей), который не изучается другими науками. Существует мнение, будто законы изучаются только теоретическими или фундаментальными науками (такими как физика и химия); что же касается

техники, то она полностью определяется законами природы. Однако если бы это было так, техника вряд ли бы могла совершенствоваться. Ибо простое приложение закона природы к какому-нибудь процессу производства не выведет нас за пределы старого. Для того чтобы создавать качественно новую технику, необходимо такое объединение различных природных законов, предметов и сил в некое целостное единство, которое не наблюдается в естественных условиях. А это возможно только на основе открытия дополнительных закономерностей, выражающих наиболее общие, устойчивые связи искусственно созданной среды. Эти закономерности, открываемые в рамках технических наук, представляют собой целостное единство нескольких законов, свойств и процессов природы (в естественных условиях это целостное единство, как правило, не достигается). Эти закономерности имеют объективный характер, поскольку существуют самостоятельно, автономно по отношению к человеку. Эти законо-мерности повторяются, когда создаются похожие условия, и это позволяет воспроизводить их в технических объектах одного типа. Вместе с тем, в отличие от законов природы, которые действуют во всей вселенной, технические закономерности действуют лишь в области, ограниченной определенными техническими устройствами. Иными словами, технические закономерности не существуют вне соответствующей аппаратуры; изменяется техника, изменяются и закономерности. Таким образом, в области техники появляются закономерности, которых в принципе нет в нетронутой человеком природе, – это закон рычага 1-го и 2-го рода, закон передаточного числа шестерен, закон шага винта, гидравлического удара, законы порошковой металлургии, закон превращения поступательного движения во вращательное в кривошипно-шатунном механизме, закон усиления электромагнитных колебаний в катодных трубках, в кристаллах полупроводников, в лазерных устройствах и т.д. Кстати, многие из технических закономерностей по существу имеют значение фундаментальных законов природы. К ним можно отнести, например, эффект Джозефсона, наблюдаемый в физике сверхпро-водимости, эффект Холла, наблюдаемый в физике металлов, или закон цепной реакции, наблюдаемый в атомной физике. Любопытно то, что в естественных условиях эти законы не существуют, так как природа даже случайно не способна создать весь комплекс необходимых для их возникновения условий. «Обычная точка зрения: Холл не создавал своего эффекта! – рассуждает по этому поводу Я. Хакинг в книге «Представление и вмешательство». – Вся работа требовала мастерства. Вся аппаратура была произведена вручную, при этом был сделан ряд изобретений.

Но мы склонны считать, что явления, обнаруженные в лаборатории, представляют собой части Божьего рукоделия, которое еще предстоит открыть. Такой подход нам кажется естественным. Мы формулируем теории о мире. Мы делаем предположения относительно различных законов природы. Поскольку наши теории направлены на то, чтобы добывать истину о вселенной – Бог писал законы в Своей Книге до начала времен, то из этого следует, что явления всегда существовали, ожидая своего открытия… Но эффект Холла не существует вне аппаратуры определенного типа. Ее современный эквивалент стал технологией, производимой надежным и единообразным способом. Эффект, по крайней мере в чистом состоянии, может быть реализован только в подобных приборах… Эффект Холла не существовал до тех пор, пока Холл не понял, как его выделить, очистить и создать в своей лаборатории». Таким образом, технические науки имеют, как это видно, свои специфические цели и задачи, систему ценностей, имеют свои специфические методы исследования и даже свои специфические закономерности. И, пожалуй, эти перечисленные особенности дают нам все основания для того, чтобы рассматривать их в качестве особой области знаний, не относящейся «напрямую» к естественным наукам [8].

Контрольные вопросы

1. В чем отличие естественных наук от технических наук?
2. Назовите цель технической науки.
3. В каких направлениях осуществляются исследования технических наук?
4. Какие бывают методы познания в технических науках?
5. Что собой представляют закономерности, открываемые в рамках технических наук?
6. В каких областях функционируют технические закономерности?
7. Приведите примеры фундаментальных законов природы.

1.5. Взаимодействие науки и техники

Цель: ознакомление с аспектами взаимодействия науки и техники.

Очевидно, что наука и техника взаимосвязаны между собой, это как будто две разные стороны одной медали. Технические знания определяют развитие науки, а научные знания, в свою очередь, определяют развитие техники. Однако более основательный анализ взаимодействия науки

и техники ведет к постановке таких вопросов, на которые трудно найти однозначные ответы. И, действительно, нет никакой ясности в том, представляют ли собою наука и техника две разные самостоятельные сферы деятельности? Или же, может быть, наука и техника – суть одно, только с наукой мы связываем, главным образом, теоретическую часть, а с техникой – практическую часть познавательной деятельности? А кроме того, если в науке и технике наблюдается прогресс, то, может быть, это связано с тем, что научные открытия обусловливают прогресс в технике? Или, может быть, правильней было бы думать все-таки наоборот: это развитие техники подготавливает почву фундаментальным научным открытиям? По поводу этих вопросов бытуют разные мнения. Поэтому нет ничего удивительного в том, что проблема взаимодействия науки и техники представлена в философской традиции несколькими подходами, с которыми мы и ознакомимся. Первый подход к данной проблеме, на котором хотелось бы заострить внимание, состоит в следующем. Техника истолковывается как прикладная наука. Наука добывает знания, а техника их применяет. Иными словами, наука и техника образуют здесь «неразрывное целое». В философской литературе этот подход получил наименование линейной модели, потому как развитие науки и техники понимается здесь как единый процесс. Данная позиция обладает достаточно убедительными аргументами. В самом деле, не всегда можно провести границу, отделяющую науку от техники, а в некоторых случаях она выглядит просто произвольной. В таких дисциплинах, как термодинамика, аэродинамика, физика полупроводников, медицина практика неотделима от теории. И ученые, и техники здесь одинаково занимаются теоретическими изысканиями и одинаково работают в лабораториях. А если мы попытаемся взглянуть на историю науки и техники, то сможем убедиться, что многие ученые (Архимед, Г. Галилей, Б. Паскаль, Л. Эйлер, К. Гаусс, Кельвин и др.) оказали существенное влияние на развитие техники, а многие инженеры (Леонардо да Винчи, С. Карно и др.) стали выдающимися деятелями науки. И потом, к сказанному можно добавить, что и социальные организации науки и техники в принципе мало чем отличаются друг от друга: те же научно-исследовательские институты, лаборатории, высшие учебные заведения, издательские центры, конференции, выставки и т.д. К тому же, и в естественных, и в технических науках в основном применяются одни и те же средства и методы достижения целей, – и там, и там имеется как своя экспериментальная, так и своя теоретическая часть. Так что различие между наукой и техникой, пожалуй, состоит только в том, что технические задачи выглядят более узкими, специализированными по сравнению с научными задачами.

Однако это истолкование не является единственным, и оно далеко не безупречно. Следующий подход, с которым мы собираемся ознакомиться, истолковывает науку и технику в качестве самостоятельных, но согласованных сфер деятельности. Иными словами, процессы развития науки и техники здесь рассматриваются как автономные, независимые друг от друга процессы. Этот подход в философской литературе получил наименование эволюционной модели. Правда, на некоторых стадиях своего развития наука использует технику в качестве инструмента для получения своих результатов, но и техника, в свою очередь, тоже использует научные результаты в качестве инструмента для достижения своих целей. Однако в целом науку и технику представляют различные сообщества людей, в каждом из которых имеются свои цели, задачи и система ценностей. (К примеру, конечный результат деятельности ученых выражается в виде опубликованной статьи, а конечный результат деятельности техника в виде машины, технологического процесса, лекарства). Согласованность же этих двух сфер деятельности проявляется главным образом в том, что техника задает условия для выбора научных вариантов, а наука, в свою очередь, задает условия для выбора технических вариантов. В рассматриваемой модели, вообще говоря, выделяются три взаимосвязанных сферы деятельности: наука, техника и производство. И в каждой из указанных сфер происходит внутренний инновационный процесс. Этот процесс, по мнению С. Тулмина, осуществляется в три этапа: сначала появляются новые варианты, будь то в науке, в технике или в производстве (фаза мутации), затем создаются варианты практического их применения (фаза селекции) и, наконец, наиболее успешные варианты распространяются на другие, смежные сферы деятельности (фаза дифференциации). Таким образом, данный подход отрицает мнение, согласно которому техника понимается как прикладная наука. Далее, существует также позиция, утверждающая, что развитие науки определяется главным образом достижениями в технике. Так, например, теория магнита, разработанная В. Гильбертом, базировалась на использовании компаса, термодинамика обязана своим появлением развитию паровых машин, а классическая механика стала исследованием природы благодаря таким техническим приспособлениям, как часы, весы, телескоп, маятник и т.д. И, действительно, в этой позиции есть доля истины. Ведь многие технические изобретения были сделаны еще до появления экспериментального естествознания. Однако существует точка зрения, оспаривающая и эту позицию, точка зрения, которая утверждает, что техника, базирующаяся на открытиях в науке, во все времена превосходила технику повседневной жизни. Именно так считает, например, А. Койре.

Согласно его взглядам, вовсе не Галилей учился у ремесленников на венецианских верфях, напротив, он их научил многому. «Он был первым, кто создал первые действительно точные научные инструменты – телескоп и маятник, которые были результатом физической теории. При создании своего собственного телескопа Галилей не просто усовершенствовал голландскую подзорную трубу, а исходил из оптической теории, стремясь сделать невидимое наблюдаемым, из математического расчета, стремясь достичь точности в наблюдениях и измерениях. Измерительные инструменты, которыми пользовались его предшест-венники, были по сравнению с приборами Галилея еще ремесленными орудиями. Новая наука заменила расплывчатые и качественные понятия аристотелевской физики системой надежных и строго количественных понятий. Заслуга великого ученого в том, что он заменил обыкновенный опыт основанным на математике и технически совершенным экспери-ментом. То, что на смену миру «приблизительности» и «почти» в создании ремесленниками различных технических сооружений и машин приходит мир новой науки – мир точности и расчета, – заслуга не инженеров и техников, а теоретиков и философов». Эту же точку зрения высказывает и Л. Мамфорд. «Сначала инициатива исходила не от инженеров-изобретателей, а от ученых, – пишет Мамфорд. – Телеграф, в сущности, открыл Генри, а не Морзе; динамо – Фарадей, а не Сименс; электромотор – Эрстед, а не Якоби; радиотелеграф – Максвелл и Герц, а не Маркони и Де Форест». По мнению этого мыслителя, преобразование научных результатов в практические инструменты было простым эпизодом в процессе открытия. Однако какому бы из обозначенных подходов мы ни отдали свое предпочтение, не следует все-таки забывать о том, что до конца XIX века не было регулярного применения научных знаний в технической практике. Наблюдаемая сегодня тесная взаимосвязь науки и техники – это примечательная черта именно нашего времени [8].

Современная техника и научно-техническая революция

Сегодня наука и техника стали главными факторами, определяю-щими развитие общества. Лозунги «технический век», «научно-техническая цивилизация» подтверждают правоту этого тезиса. Но что представляет собой современная техника? И каковы ее особенности? И что мы подразу-меваем, когда говорим о научно-техническом прогрессе? Эти вопросы, заметим, сегодня обсуждаются не только философами, но и представителями точных наук, а также социологами, экономистами, историками и футурологами. Итак, под «современной техникой» понимается та техника, которая

образует единство с наукой и производством. Некогда наука, техника и производство представляли собой самостоятельные и почти ничем не связанные между собой сферы деятельности человека. Ученые были заняты «чистыми», умозрительными проблемами, касающимися устройства мироздания, проблемами, не имеющими непосредственного отношения к практическим нуждам человека. Производство товаров было единичным, «штучным», а технические приспособления облегчали лишь некоторые операции ремесленного производства; технику преимущест-венно представляли ручные орудия труда, оживающие в руках мастера. Но с середины XIX века начинается процесс слияния, с одной стороны, науки и техники, с другой стороны, техники и производства. С этого момента открытия в науке находят применение в создаваемой новой технике, а новая техника становится основным условием подъема промышленного и сельскохозяйственного производства. И выпуск товаров приобретает массовый характер.

Результатами слияния современной техники и научно-технической революции стали:

1. Появление новых открытий в науке. Ученые, благодаря совершенствованию в технике, смогли приоткрыть природу невидимого – «микромира».

2. Появление новых научных дисциплин как фундаментального (квантовая механика, физика твердого тела, физика плазмы), так и прикладного характера (физика металлов и полупроводников, квантовая электроника и т. п.).

3. Появление технических наук, к которым, в частности, относятся авиастроение, приборостроение, металловедение, электротехника.

4. Появление новой техники, в которой воплотились достижения науки и которая коренным образом изменила стиль жизни современного человека. Радио, телефон, телевизор, автомобиль, компьютер – вот далеко не полный перечень той техники, без которой мы сегодня не мыслим свою жизнь.

5. Появление новых отраслей производства. Например, в энергетической сфере – это атомная промышленность, в транспортной сфере – это автомобильная и авиационная промышленность, в сфере коммуникаций – это информационные центры, телевидение, радиовещание.

6. Увеличение объема и темпов производства. Ибо новая техника, ориентированная на массовый выпуск товаров, значительно сократила время и затраты труда, необходимые для производства единицы продукции. И все эти явления объединены в понятии научно-технического прогресса.

О величине гигантского «скачка», осуществленного человечеством благодаря научно-техническому прогрессу, можно судить по тем цифрам, которые приводит А. Тофлер в своей работе «Футурошок». Приведем некоторые выдержки из его работы: «Если 50 000 лет человеческого существования разделить на срок человеческой жизни, продолжительностью в 62 года, то получится 800 таких сроков. Из них 650 человек провел в пещерах. Во время последних 70 сроков, благодаря письменности, стало возможным эффективное общение поколений. За последние 6 сроков большинство людей увидело печатное слово, за последние 4 срока – человек научился более-менее точно измерять время, а за последние 2 – появился тот, кто использовал электрический мотор. И потрясающее количество материальных благ, которыми мы пользуемся сегодня, были созданы за последний, восьмисотый, срок жизни». «Половина всей энергии, истраченной человечеством за прошедшие два тысячелетия, приходятся на последние сто лет». «Почти 90 % ученых, существовавших за всю историю человечества, живут в настоящее время, и научные открытия совершаются каждый день». «В VI тысячелетии до н. э. самым быстрым транспортом на большие расстояния был караван верблюдов – 12 км/ч. Около 1600 г. до н. э. изобрели колесницы, максимальная скорость 32 км/ч. Прошло почти 3,5 тысячелетия, когда в 1784 г. в Англии появилась первая почтовая карета со средней скоростью 16 км в час. Первый паровоз мог набирать скорость 20 км в час (в 1825 г.), а большие корабли с трудом достигали и половины этой скорости. Только в 1880-х гг. с помощью усовершенствованных паровозов человеку удалось развить скорость 160 км/ч. Потребоваились миллионы лет, чтобы достичь таких результатов. Но чтобы увеличить скорость вчетверо – 50 лет; уже в 1938 г. человек оторвался от Земли и преодолел планку в 640 км/ч. А через 20 лет и этот предел удвоился. К 1960-м годам реактивные самолеты летали со скоростью 1400 км/ч, а космические корабли вращались вокруг Земли со скоростью 30 000 км в час». «Темпы, в каких человечество поглощало знания о себе и Вселенной, увеличивались по спирали на протяжении 10 тысяч лет. Большой скачок был сделан с изобретением письма, но и он проходил веками. Следующий большой скачок по направ-лению к приобретению знаний – изобретение в XV веке Гуттенбергом книгопечатания. До 1500 г. в Европе издавалось около 1000 книг за год. (Нужен целый век для создания библиотеки в 100 тысяч томов.) Через 4,5 века, к 1950 г. Европа выпускала 120 тысяч книг в год. Количество времени сократилось со столетия до 10 месяцев. К 1960 г. был сделан еще один рывок, и вековая работа требовала уже 7,5 месяцев. К середине 60-х г. мировое производство книг, включая

Европу, достигло уровня 1000 книг в день.» Или вот еще такие цифры. В первобытнообщинном строе на одного человека приходилось около 4 тыс. ккал в сутки – примерно столько энергии необходимо было взрослому мужчине для того, чтобы выжить в суровых условиях при тяжелой физической работе. С развитием сельского хозяйства к XV веку эта величина возросла в 5 раз – до 20 тыс. ккал в сутки. В XX веке с ростом промышленности ситуация кардинально изменилась: в качестве источника энергии теперь используются уголь, нефть, газ, уран. И энергетическая мощь значительно возросла: сегодня в развитых странах на одного человека приходится 250 тыс. ккал в сутки. Этот гигантский «скачок», вызванный научно-техническим прогрессом, указывает на глубинные изменения, которые происходят в жизни общества. С целью демонстрации этих изменений в истории человечества выделяют два типа обществ: традиционные общества и техногенную цивилизацию. Традиционные общества были характерны для всех древнейших культур, например: для Древней Греции, Древнего Китая, Древней Индии, для государств Средневековья. Это были общества, в которых традиция играла главенствующую роль. Особенностью данного типа обществ являлся низкий темп социальных изменений, поскольку все нововведения сдерживались здесь существовавшими традициями. По убеждению человека традиционного общества, отклонения от предписаний традиции могли повлечь за собой губительные последствия. Поэтому даже на фоне многих поколений «прогресс» здесь был едва заметен. Настоящее повторяло формы прошлого, а все величественное и необычное считалось уже состоявшимся. Техногенная цивилизация, в свою очередь, обозначает общество, в котором главенствующую роль играет наука и техника. Особенностью этого типа обществ является постоянно меняющиеся условия жизни, поскольку развитие техники задает человеку все более возрастающий темп социальных изменений. Человек, принадлежащий техногенной цивилизации, всегда ориентирован на нововведения; он делает все возможное, чтобы достичь ускоренного темпа жизни, и чувствует беспокойство, раздражение и дискомфорт при его замедлении. И все события имеют здесь необратимый характер. Эти два типа обществ противостоят друг другу. Но в этом противостоянии техногенная цивилизация оказывает разрушительное воздействие на традиционные общества. Техногенная цивилизация агрессивна. Поэтому уникальные культуры традиционных обществ гибнут и поглощаются техногенной цивилизацией. Этот процесс «поглощения» традиционных обществ продолжается и сегодня. Однако радикальные изменения, вызванные научно-техническим прогрессом, происходят не только в жизни общества.

Радикальные изменения претерпевает и сама техника. Та техника, которая окружает нас сегодня, отличается от той техники, которой пользовались предшествующие поколения. (Так, например, Х. Ортега-и-Гассет различал ремесленную технику старого времени, в которой господствовала польза, а не стремление к новому, и технику нового времени, через которую проявляется всеохватная деятельность человека.) Сегодня техника – это уже не мельницы, паровые котлы и прядильные станки, но скорее – космические ракеты, автоматические линии с числовым программным управлением или лазерный скальпель, применяющийся в хирургии; теперь, можно сказать, техника имеет несколько иной облик. Существенной чертой, отличающей современную технику, является ее возросшая мощь. Благодаря технике человек не только превзошел в силе всех животных, но и обрел могу-щество природы. Явления, которые способна вызывать современная техника, по мощности сопоставимы с явлениями природы. Мощность атомной электростанции и водородной бомбы сопоставима с мощностью приливов и отливов, с мощностью тайфуна, грозы, извержения вулкана и полярного сияния… Использование такой могущественной техники, конечно, представляет собой огромнейшую опасность. К тому же, последствия, которые могут быть вызваны ее применением, не всегда поддаются прогнозированию. Пожалуй, здесь стоит напомнить и о том, что порождением научно-техническим прогресса стали так называемые глобальные проблемы, проблемы, которые никогда прежде не вставали перед человеком. Это проблемы, касающиеся загрязнения окружающей среды и возможности полного уничтожения всего живого на Земле. Так, например, для того чтобы вызвать необратимые изменения в экосистеме, достаточно нарушить ее энергетический баланс всего на 1 %.

Следующей отличительной чертой современной техники следует назвать ее повсеместность. Теперь техника встречается повсюду. Это и архи-тектурные сооружения, и автомобили, и предприятия, и неоновые лампы рекламных щитов, и часы, компьютеры, телефоны, и искусственные спутники Земли. С помощью техники человек соорудил для себя искусственную среду, ставшую ему заменой естественной среды – природы. Теперь между человеком и природой стоит посредник – техника. «Природа уже не есть просто наше живописное окружение, – пишет французский мыслитель Ж. Эллюль. – По сути дела, среда, мало-помалу создающаяся вокруг нас, есть прежде всего вселенная машины. Техника сама становится средой в самом полном смысле этого слова. Техника окружает нас как сплошной кокон без просветов, делающий природу

совершенно бесполезной, покорной, вторичной, малозначительной. Что имеет значение – так это техника. Природа оказалась демонтирована, дезинтегрирована науками и техникой: техника составила целостную среду обитания, внутри которой человек живет, чувствует, мыслит, приобретает опыт. Все глубокие впечатления, получаемые им, приходят к нему от техники. Решающим фактором является заполнение нашей чувственности механическими процессами. Именно техника есть теперь «данность» без всяких определений: тут нет надобности ни в смысле, ни в ценности, она навязывает себя просто тем, что существует». В сущности, у техники и нет сфер, где ее участие было бы абсолютно невозможным. В последнее время технические средства и методы все больше стали применяться в тех сферах, которые традиционно избегали ее (техники) вмешательства. И примером тому могут служить дистанционная форма обучения и тестированный прием экзаменов. Далее, можно выделить и такую отличительную черту современной техники, как ее всеподавляющий характер. Технические объекты, с которыми сегодня имеет дело человек, представляют собой сложнейшие системы, в которых воплощены последние достижения науки из самых разных ее областей и которые сконструированы на основе множества гениальных инженерных изобретений, а без них ни один технический проект было бы невозможно осуществить. Так, например, в электронном оборудовании используются знания из физики полупроводников и волоконной оптики; в изготовлении защитных корпусов используются знания из физической химии, физики металлов, вакуумной техники. Иными словами, современная техника предстает продукцией коллективного творчества, к которому оказываются причастными представители самых разных профессий. Когда-то, возможно, величественные творения предков (семь чудес света) наводили человека на мысль о совершенстве, сегодня же подобные мысли возникают по поводу современной техники. На фоне этой техники все иные формы творчества выглядят, по меньшей мере, малопривлекательными и бесперспективными. И в этом смысле можно сказать, что современная техника, если и не растворяет в себе все иные формы творчества, то, во всяком случае, оказывает на них подавляющее воздействие. (Сравните хотя бы международную выставку новых автомобилей с выставкой новых книг, проходящей в какой-нибудь библиотеке.) «Все творчество сосредотачивается в области техники, – отмечает Эллюль, – и миллионы технических объектов выступают свидетельством этого творческого размаха, намного более поразительного, чем все то, что смог произвести художник или музыкант». Все эти изменения, вызванные научно-техническим прогрессом,

по-видимому, оказывают глубокое воздействие и на человека – на его природу, на его интересы, потребности, взгляды, на его мышление, на его чаяния [8].

Контрольные вопросы

1. В чем различие технических знаний от научных знаний?
2. Какие подходы применяются для решения проблем взаимодействия науки и техники?
3. Что представляет собой современная техника?
4. Перечислите итоги слияния современной техники и научно-технической революции.
5. Что используют в качестве источника энергии?
6. Какие два типа общества выделяют в истории человечества?
7. Назовите особенности техногенной цивилизации и традиционного общества?
8. Перечислите отличительные черты современной техники.
9. Каковы последствия научно-технического прогресса?
10. Приведите примеры современной техники, которая используется в наше время.

1.6. Позитивные и негативные стороны воздействия техники на человека

Цель: определение различных сторон воздействия техники на человека.

Научно-технический прогресс стал одним из решающих факторов общественных преобразований. Путь развития общества определяется нынче развитием науки и техники. Человек вступил в «технический век». И, по всей видимости, техника стала частью его судьбы. То, что нас ожидает в будущем, может быть, уже предрешается теми техническими средствами, которые есть в настоящем. С одной стороны, техника создает для человека новые возможности, но, с другой стороны, не все эти возможности могут оказаться для него желательными. Ведь техника может лишить человека самостоятельности, может подавить его творческое начало и, в конце концов, может полностью уничтожить его. Так что, наверно, следует признать, что в развитии техники присутствуют как позитивные, так и негативные моменты. Например, с точки зрения сторонников прогресса, к которым, в частности, относится марксистская

традиция, техника, прежде всего, является фундаментом все более расширяющейся свободы. Техника – это благо, поскольку она освобождает человека от оков традиции. С помощью техники человек обретает самостоятельность (независимость); и в этом заключается смысл его истории. А массовое производство и массовое потребление избавляют человека от материальной нужды. С этим воззрением тесно связано и другое толкование, согласно которому прогресс в технике понимается как проект создания искусственной среды. Через собственные действия, через трудовое формирование действительности человек освобождается от растительного и животного плена, иными словами он освобождается от материальной зависимости. И, стало быть, техника представляет собой средство достижения всего духовного; посредством техники человек и создает мир культуры. Несомненно, что с научно-техническим прогрессом связаны положительные тенденции, выражающие стремление человека обустроить свою жизнь. Человек вверяет технике выполнение тяжелой, рутинной работы, и, следовательно, у него появляется возможность больше времени посвящать творческой деятельности – то есть той деятельности, в которой техника уже не способна его подменить. Кроме того, технические достижения делают возможным увеличивать поток обмена информацией, благодаря чему человек расширяет свой кругозор, и люди лучше узнают и понимают друг друга. Помимо этого, к положительным результатам научно-технического прогресса можно отнести и «рационализацию» деятельности человека. Наука составляет прогнозы и планирует, а техника берет на себя исполнительную функцию, а заодно – осуществляет контроль. Все неожиданное и неочевидное (иными словами все иррациональное) сводится таким образом к минимуму. Посредством техники действия человека обретают бóльшую разумность, бóльшую эффективность и бóльшую надежность. Однако сколько бы мы не перечисляли преимуществ, имеющихся в развитии техники, они не могут перекрыть всех тех отрицательных последствий научно-технического прогресса, которые сегодня представляют собой очень серьезную для человека опасность. Так, например, все убыстряющийся темп социальных изменений приводит к разрушению связей с прошлым, с существующими традициями, поскольку, как отмечает современный швейцарский мыслитель Г. Люббе, «в динамической цивилизации, с возрастанием количества инноваций в единицу времени, уменьшается хронологическое расстояние до того прошлого, которое во многих жизненных отношениях уже устарело, в котором мы не можем уже распознать привычной структуры сегодняшнего мира и которое, поэтому, представляется нам

чужим и даже непонятным». Или, говоря другими словами, временные рамки, в пределах которых человек ощущает «сегодняшний мир», сужаются. А это, в свою очередь, приводит к тому, что накопленный человеком опыт оказывается совершенно бесполезным, так как он (опыт) в измененных условиях бытия предстает безнадежно устаревшим. К тому же, направленность, связанная с принципиальной установкой техники на нововведения и вызываемые ими перемены, ввергают человека в состояние вечного беспокойства, в котором он теряет способность размышлять и ориентироваться. Человек стремится к максимуму действий при минимуме «зачем» и «почему». Эту мысль в работе «Критика научного разума» развивает К. Хюбнер, который, в частности, отмечает следующее. «Духовная ориентация, – пишет он, – порождаемая техникой, идеалом которой является точность, а стало быть – голый формализм, несовместима с обязательной иерархией ценностей, на которые мог бы ориентироваться человек. Там, где на первый план выступает манипулирование с простыми формами по строгим правилам и отношениям типа «если – то», а не содержание, вес, значение исходных условий или результатов, там невозможно обоснование всеобщих и обязательных ценностей. Ибо техника как таковая не зависит от ценностей». Таким образом, человек, по Хюбнеру, в условиях научно-технического прогресса может окончательно утратить способность оценивать события и себя с точки зрения истинного и ложного, справедливого и несправедливого, красивого и безобразного. Далее, рационализация деятельности человека, осуществляемая под руководством науки и техники, всеобщее господство Разума – черта, которая была нами выделена как позитивная, может предстать взору и своей оборотной, негативной стороной. Именно с этой, критической позиции, анализирует состояние современного общества другой немецкий мыслитель Г. Маркузе, чье произведение «Одномерный человек» принесло автору всемирную известность. Это произведение начи-нается с главного тезиса мыслителя, который звучит так: «В развитой индустриальной цивилизации царит комфортабельная, покойная, умеренная, демократическая несвобода, свидетельство технического прогресса». По убеждению Маркузе, рациональность науки и техники является «рациональностью господства». Современная индустриальная цивилизация саморегулируется уже не репрессиями, не подавлением влечений и потребностей большинства, но формированием стандартных, ложных потребностей, привязывающих человека к обществу. Эти потребности отнимают у человека возможность самостоятельно, автономно развиваться и противостоять давлению со стороны общества, ибо он делается неспособным отказаться от благ,

предоставляемых цивилизацией. В итоге и появляется «одномерный», «управляемый», «рационализированный» человек. И, действительно, в век научно-технического прогресса человек, надо признать, так и не обрел столь желаемого досуга и независимости. На место материальной нужды пришло давление новых потребностей, которые воспринимаются сегодня не менее тяжело, чем нужда давними предками. Серьезную для человека опасность, по мнению многих исследователей, представляет собой также широкое внедрение в производственный процесс автоматизированных систем. Автоматизированные системы не только освобождают человека от тяжелого физического труда, но и отчасти выполняют функции по управлению, регулированию и контролю процессом производства. Раньше эти функции выполнял сам человек, теперь же его участие свелось к минимуму. С автоматизацией производства связаны предельное упрощение и стандартизация выполняемых человеком операций. И как следствие этого – «обезличенность», чувство неудовлетворенности, связанное с невозможностью довести какую-либо работу до конца. Творческие способности здесь не находят своего применения; а конечный продукт труда кажется еще более оторванным, отчужденным от своего исполнителя. Вместе с тем автомати-зация производства требует от человека (оператора автолинии) исключи-тельной сосредоточенности (ибо задержка может приостановить работу гигантского механизма). При этом человек, в сущности, остается в бездействии – его напряжение словно растрачивается в пустоте – поскольку конвейерная система оставляет его участие за пределами производственного процесса. И труд человека, таким образом, окончательно лишается смысла. По мнению социолога Ж. Фридмана, автоматизация воплощает в себе одну из основных опасностей, которые несет в себе научно-технический прогресс, а именно: полную ликвидацию созидательного, деятельного участия человека в воспроизводстве своего окружения (поскольку он может его контролировать с помощью все более эффективной техники). «Экран» из аппаратуры, техники между миром и человеком становится все более плотным. Автоматизированные системы, а также информационные системы, представляющие собой сеть взаимосвязанных технических устройств, стали причиной появления в современном техническом обществе проблемы ответственности, и это, пожалуй, следует расценивать как еще одно негативное явление, вызванное научно-техническим прогрессом. Быть ответственным значит: быть готовым при вынужденных обстоятельствах отвечать перед кем-то за содеянное. Чувство ответственности во все времена являлось в жизни общества необходимой компонентой, оно скрепляло общество, оно служило ему опорой.

Однако сегодня в условиях возросшей технической мощи человек не всегда способен предвидеть реальные последствия тех действий и решений, которые затем передаются на выполнение техническим системам. Сила нашей практической деятельности развертывается теперь быстрее, чем наша способность предвидения. Но если человек не способен предвидеть результаты своих действий, как же в таком случае он может нести за них ответственность? И этот вопрос, надо констатировать, сегодня выглядит неразрешимым. Нравственный опыт, накопленный человечеством, оказывается недостаточным для разрешения этой проблемы. В настоящее время в некоторых сферах деятельности, например в военной области, достаточно ответственные решения могут приниматься техническими системами, так как в случае чрезвычайных ситуаций человек может быть просто не в состоянии быстро и оперативно принимать необходимые решения. Иными словами, здесь возникает ситуация – и очень опасная – когда с человека снимается ответственность и перекладывается на технические системы; важнейшие решения здесь принимаются без «ответственного лица». Существование подобных проблем наводит на мысль о том, что понятие ответственности в современном техническом обществе теряет свою силу (действенность). Об этом, в частности, и заявляет немецкий исследователь К. Хефнер, специализирующийся в области философии техники. «Автономно действующий и осознающий свою ответственность человек, – пишет он, – т.е. человек, который был идеалом и целью гуманистов, уже давно как бы растворился и исчез в интегрированных и насквозь сложноструктурированных организациях. С тех самых пор, как появилась информационная техника, заставившая нас включить в свою деятельность новые схемы, состоящие из технических средств и материального обеспечения, для ответственности и компетенции осталось не так уж и много убежищ и то лишь в определенных случаях и сферах деятельности. И такая ситуация возникает вследствие того, что задачи и их решения, которые раньше входили в исключительную компетенцию человека, постепенно берет на себя информационная техника». Разумеется, соображения, что были здесь высказаны, далеко не исчерпывают всей сложности темы «Человек и Техника», однако сказанного, возможно, будет достаточно для того, чтобы всерьез задуматься над вопросами, предостерегающими вопросами, которые все чаще и чаще звучат из уст не одних только философов: «Не проявляется ли демоническое нашего времени через технику (Дворжак)? Не является ли «опознавательным знаком» совре-менной техники беспощадная и все растущая хищническая эксплуатация (Юнгер)? Должен и станет ли человек частью машины (по Ясперсу), частью аппарата (по Эллюлю), рабом машины

(по Шпенглеру)? Не отчуждает ли человек – с помощью машины – себя от самого себя, тем самым уничтожая свою творческую способность (Иллич)? Не становится ли человек посредством техники «массовым человеком», «колесиком» гигантской машины «технического государства», в совершенстве функци- онирующего и технически управляемого административным аппаратом (Г. Шельски)?» [8].

Контрольные вопросы

1. Чем определяется путь развития общества?
2. К каким неблагоприятным последствиям может привести развитие техники в жизни человека?
3. Перечислите положительные тенденции в научно-техническом прогрессе.
4. Как Хюбнер оценивает дальнейшую жизнь человека?
5. Назовите главную мысль произведения «Одномерный человек» Герберта Маркузе.
6. Какие опасности представляют автоматизированные системы?
7. Почему технические устройства стали причиной появления проблем с ответственностью?
8. Как технический прогресс влияет на творческую способность человека?

1.7. Направления, проблемы и задачи научно-техническойи инновационной политики Российской Федерации на современном этапе

Цель: ознакомление с направлениями, проблемами и задачами научно-технической и инновационной политики РФ.

В начале текущего столетия движение к обществу с экономикой, построенной на знаниях, стало рассматриваться как стратегический путь развития России. Главные ресурсы такого перехода – интеллектуальный потенциал нации, фундаментальная наука, технологии и инновации, в основе которых лежат новейшие знания о природе, человеке и обществе.

Базовым документом, определяющим основные направления развития научно-технологического комплекса страны являются принятые в 2002 г. «Основы политики Российской Федерации в области развития науки и техники на период до 2020 года и дальнейшую перспективу». Согласно

«Основам…» целью государственной политики в области развития науки и технологий является переход к инновационному пути развития на основе избранных приоритетов, а развитие фундаментальной науки и образования отнесено к высшим приоритетам государства.

В указанном документе определены важнейшие направления государст-венной политики в области науки и технологий:

– развитие фундаментальной науки, важнейших прикладных исследо-ваний и разработок;

– совершенствование государственного регулирования в области развития науки и технологий;

– формирование национальной инновационной системы; повышение эффективности использования результатов научной и научно-технической деятельности;

– сохранение и развитие кадрового потенциала научно-технического комплекса;

– интеграция науки и образования;

– развитие международного научно-технического сотрудничества.

«Основами …» установлена система формирования приоритетов развития науки, технологий и техники, учитывающая особенности проведения научных исследований. Так, приоритеты фундаментальных исследований определяются научным сообществом.

Кроме того, в число основных задач, решаемых научным комплексом, включены: проведение прогнозных исследований, повышение роли социальных и гуманитарных наук, сохранение научных школ и обеспечение преемственности научных знаний, совершенствование информационной инфраструктуры науки, системы научно-технической информации.

Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 г. определяет науку наряду с технологиями, образованием, здравоохранением и культурой как фактор обеспечения национальной безопасности. При этом отмечается, что «Прямое негативное воздействие на обеспечение национальной безопасности в сфере науки, технологий и образования оказывают отставание в переходе в последующий технологический уклад, зависимость от импортных поставок научного оборудования, приборов и электронной компонентной базы, стратегических материалов, несанкционированная передача за рубеж конкурентоспособных отечественных технологий, необоснованные односторонние санкции в отношении научных и образовательных организаций России, недостаточное развитие нормативной правовой базы и слабая мотивация в сфере инновационной

и промышленной политики, низкие уровень социальной защищенности инженерно-технического, профессорско-преподавательского и педагогического состава и качество общего среднего образования, профессионального начального, среднего и высшего образования». В связи с этим стратегическими целями национальной безопасности, в том числе в сфере науки, являются: развитие государственных научных и научно-технологических организаций, способных обеспечить конкурентные преимущества национальной экономики и потребности национальной обороны за счет эффективной координации научных исследований и развития национальной инновационной системы; повышение социальной мобильности, уровня общего и профессионального образования населения, профессиональных качеств кадров высшей квалификации за счет доступности конкурентоспособного образования.

Эти цели предлагается достичь путём:

1) формирования системы целевых фундаментальных и прикладных исследований и ее государственной поддержки в интересах организационно-научного обеспечения достижения стратегических национальных приори-тетов;

2) создания сети федеральных университетов, национальных исследовательских университетов, обеспечивающих в рамках кооперационных связей подготовку специалистов для работы в сфере науки и образования, разработки конкурентоспособных технологий и образцов наукоемкой продукции, организации наукоемкого производства;

3) обеспечения участия российских научных и научно-образовательных организаций в глобальных технологических и исследовательских проектах с учетом конъюнктуры рынка интеллектуальной собственности.

Вопросы государственного управления сферой науки и технологий являются одними из наиболее сложных. Проблема состоит в том, что, с одной стороны, переход к реальной инновационной экономике возможен только при условиях либерализации экономики, а с другой, и сфера науки, и сфера производства требуют применения жёсткой системы планирования, а в ряде случаев, директивных форм управления. Решение этой проблемы, по-видимому, нужно искать в новых механизмах взаимодействия власти, науки, бизнеса и общества и, в целом, в современных и эффективных механизмах государственного управления сферой науки и инноваций. Однако, на практике, существуют значительные барьеры на пути их создания.

Согласно существующей системе государственного управления Минобрнауки России является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики

и нормативно-правовому регулированию в сфере научной, научно-технической и инновационной деятельности, нанотехнологий, развития федеральных центров науки и высоких технологий, государст-венных научных центров. При этом РАН участвует в координации фундаментальных исследований.

Таким образом, определена только структура, осуществляющая разработку политики в области науки и инноваций. Структура же, ответственная за её реализацию, отсутствует.

В настоящее время Минобрнауки России не обладает необходимыми полномочиями и ресурсами, позволяющими ему в условиях распределения научных организаций по многим федеральным органам исполнительной власти, отвечать за развитие научно-инновационной сферы, формирование национальной инновационной системы. Кроме того, Положением о Министерстве не предусмотрено взаимодействие с государственными академиями наук. При этом в большинстве федеральных органов исполнительной власти отсутствуют структурные подразделения, отвечающие за научное обеспечение основной деятельности. Таким образом, в настоящее время сложилась ситуация, при которой отсутствует общая координация финансируемых отдельными органами федеральной исполнительной власти научных исследований и разработок, в том числе фундаментальных, что приводит к параллелизму в их проведении и препятствует консолидации финансовых, кадровых и организационных ресурсов государства для реализации крупных научно-технических проектов и введения в хозяйственный оборот результатов исследований и разработок.

Кроме формирования эффективной структуры управления необходимо разработать систему государственного заказа на техническую продукцию как базового механизма, обеспечивающего комплексное сочетание организации исследований и технологических разработок на федеральном, региональном и отраслевом уровнях, с эффективным управлением государственной собственностью, включая интеллектуальную собственность. Основу государственного заказа на научно-техническую продукцию должны составить программы фундаментальных и прикладных научных исследований и разработок, а также важнейшие инновационные проекты, направленные на достижение стратегических целей развития государства.

При этом, как показывает отечественный и зарубежный опыт, выработка направлений развития фундаментальной науки должна происходить внутри научного сообщества с учетом выявленных государством потребностей общества.

В утвержденных Правительством России в 2005 г. «Основных направлениях политики Российской Федерации в области развития инновационной системы на период до 2010 года» определена цель государственной политики в области развития инновационной системы: формирование экономических условий для вывода на рынок конкурентоспособной инновационной продукции в интересах реализации стратегических национальных приоритетов Российской Федерации, к которым относятся повышение качества жизни, экономический рост, развитие фундаментальной науки, образования, культуры, обеспечение обороны и безопасности страны. При этом основными механизмами достижения поставленной цели должно стать взаимовыгодное партнерство государства и предпринимательского сектора, эффективное взаимодействие государственной научно-технической и промышленной политики.

Российская инновационная система должна обеспечить реализацию всей инновационной цепочки – воспроизводство знаний путём проведения фундаментальных исследований – проведение прикладных исследований разработок – внедрение научно-технических результатов в производство – производство конкурентоспособной инновационной продукции. Работы по активизации инновационных процессов и взаимодействия академического, отраслевого и вузовского секторов науки проводятся в рамках реализации «Стратегии развития науки и инноваций до 2015 г.

Согласно целевым показателям Стратегии, к 2015 г. доля инновационной продукции в общем объеме продаж промышленной продукции на внутреннем рынке должна составить 18,0 %. По этому показателю Россия значительно уступает многим странам. Так, например, в 2003 г. в Германии этот показатель составлял 34,3 %, в Республике Корея – 49,8 %. Таким образом, уже на начальной стадии было запрограммировано существенное отставание в инновационном развитии от ведущих стран. Динамика развития инновационного сектора экономики за последние годы, несмотря на постоянно возрастающие объёмы ассигнований на эти цели из бюджетных источников, не позволяет сделать вывод об успешной реализации указанной Стратегии. В настоящее время сформировались механизмы реализации приоритетных направлений научных исследований:

– поисковые фундаментальные исследования, в основном осуществляющиеся в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук, средств фондов поддержки фундаментальной науки и ведомственных программ Минобрнауки России;

– прикладные и ориентированные фундаментальные исследования осуществляющиеся в рамках соответствующих федеральных программ. При этом научные организации привлекаются к реализации этих работ на конкурсной основе;

– выполнение важнейших инновационных проектов, реализация которых дала импульс проведению исследований по соответствующим направлениям.

Контрольные вопросы

1. Приведите примеры ресурсов стратегического пути развития России.
2. Каким документом описывается развитие научно-технологического комплекса? Перечислите основные направления данного документа.
3. Назовите задачи научного комплекса.
4. Какие цели ставит национальная безопасность Российской Федерации? Какими способами можно достичь данные цели?
5. Какие проблемы возникают в научно-технической и инновационной политике Российской Федерации?
6. Какой орган отвечает за разработку структуры политики в области науки и инноваций?
7. С какими трудностями сталкивается Минобрнауки России в настоящее время?
8. Из чего должна состоять система государственного заказа?
9. Назовите цель развития инновационной системы.
10. Каков результат разработки Стратегии 2015 года?
11. Назовите механизмы, способствующие реализации направлений научных исследований.

1.8. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности

Цель: ознакомление с мерами и средствами повышения энергетической эффективности и стимулирования энергосбережения.

В рамках реализации программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» и Федерального Закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» всем предприятиям, использующим энергетические ресурсы, предписывается организовывать работы по постоянному повышению энергетической эффективности и стимулированию энергосбережения. Задачи планирования, учета энергетических ресурсов сопряжены с определенными рисками. В первую очередь, многие предприятия сталкиваются с проблемой выявления источников, снижающих энергоэффективность. По состоянию

на сегодняшний день широкое распространение получили системы мониторинга, позволяющие вести контроль технологических параметров и определять участки, имеющие значительные энергетические потери. Применение для решения этих проблем систем комплексного мониторинга актуально для оборудования, обладающего следующими признаками:

– разрушение технического устройства может приводить к инциденту, аварии и человеческим жертвам, значительным материальным и экологическим потерям;

– доступ для периодического осмотра и контроля инструментальными методами отсутствует или затруднен;

– остановка оборудования в рамках его очередного натурного обследования может привести к сокращению ресурса как отдельного устройства, так и нарушению режима работы технологического комплекса в целом;

– значительный объем подготовительных и диагностических работ требует частичной или полной остановки, приводит к значительным затратам и снижает эффективность эксплуатации;

– включение технического устройства в перечень оборудования, подлежащего мониторингу, позволит увеличить время между регламентными остановками на техническое освидетельствование и в перспективе перейти к эксплуатации по техническому состоянию.

Одним из инструментов повышения энергетической эффективности технических устройств является снижение тепловых потерь при транспортировке теплоносителей и хладагентов. И хотя современные теплоизоляционные материалы, изготавливаемые в соответствии со СНиП 41-03-2003, должны обеспечить необходимые требования по теплозащите, на практике часто возникают ситуации, когда эксплуатационный износ наступает намного раньше срока, заявленного производителем. Низкая энергоэффективность высококачественных теплоизоляционных материалов может быть вызвана рядом причин:

– нарушение требований проекта по прокладке и расположению основных узлов оборудования;

– нарушение технологии монтажа, низкое качество сборки;

– агрессивные условия работы оборудования, приводящие к преждевременному износу (вибрация);

– возникновение нерегламентированных нагрузок и внешних воздействий.

Во многих случаях основной причиной выхода из строя теплоносителя является увлажнение изоляционного покрытия вследствие некачественного монтажа внешнего покровного слоя или возникновения

несплошностей в его структуре. Нарушения целостности, в свою очередь, могут возникнуть в результате нерегламентируемых перемещений трубопровода, вызванных температурными колебаниями или наличием ненормированных нагрузок. Другим возможным источником потери функциональности тепловой изоляции является ее намокание вследствие коррозионного разрушения внутренней поверхности металла трубопровода. Со временем коррозионный износ приводит к возникновению микротечей, выявление которых маловероятно на первоначальном этапе в ходе визуального осмотра. При наличии сопутствующих факторов, таких как наличие агрессивных газов в транспортируемой среде (кислород, окись углерода) и перепады температур, в несколько раз повышается риск внезапного выхода оборудования из строя, что влечет существенные финансовые потери. Постоянный мониторинг состояния тепловой изоляции позволяет не только продлить срок ее службы, но и существенно снизить тепловые потери, повысить экономическую эффективность, обеспечить эффективное и рациональное использование энергетических ресурсов.

Одним из наиболее эффективных механизмов оценки состояния тепловой изоляции на эксплуатируемых объектах является постоянный мониторинг показаний влажности изоляции в совокупности с локальным контролем температуры самого объекта в определенных реперных точках. Данные о влажности позволяют обнаружить намокание изоляции, а сведения о температуре информируют о наличии теплопотерь на конкретном участке.

При оценке величины теплопотерь используются тренды температуры, реализованные в системах мониторинга (согласно требованиям ГОСТ Р 53564-2009 «Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Требования к системам мониторинга»). Непрерывный сбор информации позволяет накапливать данные по диагностическим признакам и проводить анализ их изменения во времени. Важно при этом обеспечить не только качественную, но и количественную оценку показаний.

Одним из примеров эффективного внедрения автоматизированных систем мониторинга технологических параметров (АСМТП) является их использование на объектах транспортировки теплоносителей: трубопроводы пара и горячей воды.

Установка системы мониторинга технологических параметров позволяет:

– выявлять изменения в состоянии тепловой изоляции (намокание, нарушения в защитном слое) и своевременно устранять причины их возникновения;

– на раннем этапе обнаруживать разгерметизацию трубопроводов с теплоносителями (микротечи), что снижает риск внезапного выхода объекта из строя, позволяет оперативно принимать меры по ремонту и снижает размер возможного ущерба;

– контролировать параметры теплоносителей и оценивать теплопотери на каждом отдельном участке протяженных трубопроводов или всего трубопровода в целом;

– производить расчет энергетической эффективности принятых мер по защите объекта;

– обосновать принятие дополнительных мер по снижению тепловых потерь на отдельных участках трубопровода;

– рассчитывать экономические потери, связанные с транспортировкой теплоносителей.

Современное развитие математической базы открывает широкий спектр инструментов прогнозирования возможных теплопотерь. На базе комплекса мониторинга технологических параметров также могут быть построены системы управления различной конфигурации. Структура систем управления и их функциональные возможности, в данном случае, определяются выбором метода минимизации энергопотерь.

В настоящее время, наряду с контролем состояния тепловой изоляции, системы мониторинга технологических параметров широко зарекомендовали себя в следующих отраслях:

– постоянный температурный мониторинг трубопроводов аммиачных холодильных установок;

– системы постоянного контроля качества поставляемых коммунальных ресурсов (эффективный мониторинг состояния систем теплоснабжения);

– мониторинг энергопотребления промышленных объектов;

– температурное и влажностное «картирование» ревизуемых промышленных объектов, а также вновь возводимых объектов во время строительства и после сдачи объекта;

– температурный мониторинг зданий и сооружений различного назначения.

Таким образом, применение автоматизированных систем мониторинга технологических параметров позволяет не только прогнозировать энергетические потери при транспортировке теплоносителей, но и принимать меры по повышению энергетической эффективности производственных объектов.

Контрольные вопросы

1. Какие риски возникают при повышении энергетической эффективности?
2. Какие методы применяют для решения проблем при снижении энергоэффективности?
3. Назовите проблемы оборудования, которые решает система комплексного мониторинга.
4. Почему возникает низкая энергоэффективность теплоизоляционных материалов?
5. Какими проблемами сопровождается выход теплоносителя из строя? Какие методы решения предлагаются?
6. Какие функции выполняют системы мониторинга технологических параметров?
7. Приведите примеры методов внедрения автоматизированных систем мониторинга технологических параметров.
8. В каких отраслях применяется система мониторинга технологических параметров?

1.9. Система «Умный дом»

Цель: ознакомление с концепцией «Умного дома».

Система «Умный дом» основывается на некоем представлении, описывающем необходимые характеристики и принцип функционирования автоматизированного жилища (концепция умного дома).

Понятно, что простое наличие отдельных высокотехнологичных механизмов не обеспечит хозяину максимального удобства. Все эти механизмы нуждаются в управлении, настройке, определении времени запуска, что только добавляет хлопот, а не комфорта.

Конечно, если, допустим, высокотехнологичную систему отопления настроить на оптимальный температурный режим, то про обогрев зимой можно забыть, но ведь на лето придется отдельно настраивать кондиционирование. А как быть с оптимальной влажностью воздуха? Также ее настраивать? Ну, допустим. Только в этом случае, если настраивать каждый агрегат отдельно, придется учесть и особенности их влияния друг на друга – кондиционирование воздуха понижает влажность так же, как и обогрев.

А как настроить оптимальный уровень влажности, если отопление или кондиционирование ее постоянно снижают? Вероятно, поможет индикация необходимых параметров, вот эти индикаторы то и нужно будет настроить... для каждого оборудования отдельно... Как Вам такая перспектива?

Оборудование, обеспечивающее жизнедеятельность и комфорт, можно распределить на шесть классов:

1. Электроснабжение и свет.
2. Обеспечение безопасности.
3. Климат.
4. Развлечение и мультимедиа.
5. Обеспечение связью.
6. Прочие инженерные системы жизнеобеспечения (водоснабжение, газоснабжение, канализация и т.п.).

Все эти системы в обычном жилище уже присутствуют и нуждаются лишь в воздействии на них – включить, настроить, выключить. Отсюда следует немаловажный вывод для тех, кто настроен построить «Умный дом» своими руками – нет необходимости переделывать все заново. Достаточно чуть доработать имеющееся оборудование. И доработка эта будет предусматривать наделение всех механизмов следующими функциями:

1. Совместная работа – одна из основных функций. Предусматривает согласованное подключение и работу оборудования.
2. Управление по сценарию – когда одна команда запускает целую серию подключений и настроек.
3. Дистанционное управление – с помощью телефона или планшета.
4. Понятное оповещение в случае каких-либо неполадок или сбоев.
5. Простой и интуитивно понятный интерфейс, в идеале – пульт управления одной кнопкой.

Любое здание можно оснастить технологиями и приспособлениями, которые позволят сделать жизнь более безопасной и комфортной. В таком комплексе с использованием высоких технологий осуществляется управление различными системами, которые находятся в здании. Это и называется система «Умный дом». Так может осуществляться управление освещением, отоплением, кондиционированием, потреблением ресурсов и аварийными системами.

Получить необходимую информацию о состоянии жилища, даже находясь на расстоянии от него, позволяет система «Умный дом». Для передачи информации используется Интернет. Программный комплекс может справляться с простыми задачами, но контроль человека все равно необходим.

Система «Умный дом» может использовать альтернативное отопление дома и стать выгодным вложением средств для жителей крупных городов, поскольку в последующие годы затраты на установку полностью окупаются. При внесении настроек в систему можно предусмотреть автоматическое включение и выключение света и других приборов.

Технология «Умный дом» основывается на центральном контроллере, исполнительных блоках и панелях управления. Все системы подключаются к центральному контроллеру, который принимает, обрабатывает и реагирует на информацию. Кроме функциональности такая технология привлекает дизайном. Панели управления могут выглядеть стильно и с их помощью можно из одной точки управлять объектами, которые находятся в разных частях здания.

Установить такую систему в доме смогут даже люди со средним достатком. Сказать точно, сколько стоит «Умный дом», достаточно сложно, потому что на окончательную стоимость влияет множество факторов. В первую очередь, это площадь, на которой будут устанавливаться автоматические системы. Также немаловажную роль играет тип здания. В помещении могут быть установлены системы разной сложности и для них могут использоваться разные способы монтажа.

Стоимость установки такой системы в трехкомнатной квартире может составлять 2500–3500 евро. Если же оборудовать такой системой двухэтажный коттедж, то стоимость проекта может составить 3500–6000 евро.

Объединение всех автоматизированных систем, которые работают в здании под одним управлением, выражает концепция умного дома. Кроме автоматизации многих приборов, система разрабатывается с учетом потребностей владельца. Для достижения этой цели используются современные технологии и инновационные дизайнерские решения.

Контрольные вопросы

1. Что лежит в основе системы «Умный дом»?
2. Какие проблемы сопровождают систему отопления?
3. Какие системы входят в «Умный дом»?
4. Назовите преимущества «Умного дома».
5. Назовите основные функции «Умного дома».
6. На какие факторы необходимо обращать внимание при установке системы «Умный дом»?
7. Какова стоимость системы «Умный дом»?

1.10. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии

Цель: изучение характеритик, достоинств и недостатков нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

На современном этапе развития цивилизации экономический рост в любой стране самым тесным образом связан с функционированием топливно-энергетического комплекса. При этом наиболее конкурентоспособными являются те страны, где энергетические ресурсы используются в максимальном объеме и с высокой степенью эффективности.

Разведанные запасы традиционных углеводородных ресурсов в России пока позволяют обеспечивать текущие потребности национальной экономики и получать существенные доходы от экспорта энергоносителей. В то же время с каждым годом наблюдается ухудшение горно-геологических условий добычи горючих полезных ископаемых. С начала 90-х годов прошлого века восполнение запасов углеводородных ресурсов отстает от темпов роста их добычи.

Уже в ближайшей перспективе все большую часть прироста национальных потребностей России в топливе и энергии необходимо будет обеспечивать за счет мероприятий по энергосбережению. В основных положениях Энергетической стратегии России до 2020 г. энергосбережение предполагается в основном осуществлять за счет организационных и технологических мероприятий, направленных на более эффективное использование традиционных видов топливно-энергетических ресурсов.

В стратегическом плане среди альтернативных источников энергии наиболее важную роль будут играть возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Среди них особый интерес представляют нетрадиционные возобновляемые источники энергии (НВИЭ): энергия солнца, ветра, тепла земли, малых рек, океана, биомассы и торфа.

Характеристики возобновляемых источников энергии и основные аспекты их использования в России

Возобновляемые источники энергии это виды энергии, непрерывно возобновляемые в биосфере Земли. К ним относятся энергия солнца, ветра, воды, в том числе сточных вод (за исключением применения данной энергии на гидроаккумулирующих электроэнергетических станциях); энергия приливов, волн водных объектов, в том числе водоемов, рек,

морей, океанов; геотермальная энергия с использованием природных подземных теплоносителей; низкопотенциальная тепловая энергия земли, воздуха, воды с применением особых теплоносителей; биомасса, включающая в себя специально выращенные для получения энергии растения, в том числе деревья, а также отходы производства и потребления, за исключением отходов, полученных в процессе использования углеводородного сырья и топлива; а также биогаз; газ, выделяемый отходами производства и потребления на свалках таких отходов; газ, образующийся на угольных разработках.

Теоретически возможна и энергетика, основанная на использовании энергии волн, морских течений, теплового градиента океанов (ГЭС установленной мощностью более 25 МВт). Но пока она не получила распространения.

Способность источников энергии возобновляться не означает, что изобретен вечный двигатель. ВИЭ используют энергию солнца, тепла, земных недр, вращения Земли. Если солнце погаснет, то Земля остынет, и ВИЭ не будут функционировать.

Преимущества возобновляемых источников энергии в сравнении с традиционными

Традиционная энергетика основана на применении ископаемого топлива, запасы которого ограничены. Она зависит от величины поставок и уровня цен на него, конъюнктуры рынка.

Возобновляемая энергетика базируется на самых разных природных ресурсах, что позволяет беречь невозобновляемые источники и использовать их в других отраслях экономики, а также сохранить для будущих поколений экологически чистую энергию.

Независимость ВИЭ от топлива обеспечивает энергетическую безопасность страны и стабильность цен на электроэнергию. ВИЭ экологично чисты: при их работе практически нет отходов, выброса загрязняющих веществ в атмосферу или водоемы. Отсутствуют экологические издержки, связанные с добычей, переработкой и транспортировкой ископаемого топлива. В большинстве случаев ВИЭ-электростанции легко автоматизируются и могут работать без прямого участия человека.

В технологиях возобновляемой энергетики реализуются новейшие достижения многих научных направлений и отраслей: метеорологии, аэродинамики, электроэнергетики, теплоэнергетики, генераторо- и турбостроения, микроэлектроники, силовой электроники, нанотехнологий,

материаловедения. Развитие наукоемких технологий позволяет создавать дополнительные рабочие места за счет сохранения и расширения научной, производственной и эксплуатационной инфраструктуры энергетики, а также экспорта наукоемкого оборудования.

Обзор возобновляемых источников энергии. Энергия солнца

Солнечная энергетика – использование солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде. Одним из видов солнечной энергетики является **солнечная фотоэнергетика.** Преобразование энергии в фотоэлементах основано на эффекте, который возникает в неоднородных полупроводниковых структурах при воздействии на них солнечного излучения.

Солнечные коллекторы-концентраторы – устройства для сбора энергии Солнца, переносимой видимым светом и ближним инфракрасным излучением. Солнечные коллекторы применяются для отопления промышленных и бытовых помещений, для горячего водоснабжения производственных процессов и бытовых нужд.

Параболоцилиндрические концентраторы имеют форму параболы, протянутую вдоль прямой. Параболоцилиндрический зеркальный концентратор фокусирует солнечное излучение в линию и может обеспечить его стократную концентрацию. В фокусе параболы размещается трубка с теплоносителем (масло), или фотоэлектрический элемент. Масло нагревается в трубке до температуры 300–390 °С.

Параболические концентраторы имеют форму спутниковой тарелки. Параболический отражатель управляется по двум координатам при слежении за солнцем. Энергия солнца фокусируется на небольшой площади. Зеркала отражают около 92 % падающего на них солнечного излучения. В фокусе отражателя на кронштейне закреплён двигатель Стирлинга, или фотоэлектрические элементы. Двигатель Стирлинга располагается таким образом, чтобы область нагрева находилась в фокусе отражателя. В качестве рабочего тела двигателя Стирлинга используется, как правило, водород, или гелий.

Световой колодец (англ. *light tube or light pipe*) – оборудование для освещения помещений при помощи естественного солнечного света. Световой колодец представляет собой трубу, передающую солнечный свет с минимальными потерями. Простейший вариант светового колодца – отверстие в потолке. Солнечные колодцы применяются для освещения как

промышленных, так и жилых зданий в дневное время суток. Могут применяться в больших промышленных зданиях: складах, цехах и подземных помещениях.

Достоинствами солнечной энергетики являются:

– общедоступность и неисчерпаемость источника;

– теоретически, полная безопасность для окружающей среды (однако в настоящее время в производстве фотоэлементов и в них самих используются вредные вещества). Существует вероятность того, что повсеместное внедрение солнечной энергетики может изменить альбедо земной поверхности и привести к изменению климата (однако при современном уровне потребления энергии это крайне маловероятно).

Недостатки:

– солнечная электростанция не работает ночью и недостаточно эффективно работает в утренних и вечерних сумерках;

– дороговизна солнечных фотоэлементов;

– недостаточный КПД солнечных элементов;

– поверхность фотопанелей нужно очищать от пыли и других загрязнений. При их площади в несколько квадратных километров это может вызвать затруднения;

– эффективность фотоэлектрических элементов заметно падает при их нагреве, поэтому возникает необходимость в установке систем охлаждения, обычно водяных;

– через 30 лет эксплуатации эффективность фотоэлектрических элементов начинает снижаться.

Ветровая энергия

Ветер – поток воздуха, движущийся относительно земной поверхности со скоростью свыше 0,6 м/с.

Ветры над большими площадями образуют обширные воздушные течения – муссоны, пассаты, из которых слагается общая и местная циркуляция атмосферы.

Ветроэнергетика – отрасль энергетики, специализирующаяся на использовании энергии ветра – кинетической энергии воздушных масс в атмосфере. Энергию ветра относят к возобновляемым видам энергии, так как она является следствием деятельности солнца.

Ветрогенератор (ветроэлектрическая установка или сокращенно ВЭУ) – устройство для преобразования кинетической энергии ветра в электрическую.

Ветрогенераторы можно разделить на две категории: промышленные и домашние (для частного использования). Промышленные устанавливаются государством или крупными энергетическими корпорациями. Как правило, их объединяют в сети, в результате получается ветряная электростанция. Её основное отличие от традиционных (тепловых, атомных) – полное отсутствие как сырья, так и отходов. Единственное важное требование для ВЭС – высокий среднегодовой уровень ветра. Мощность современных ветрогенераторов достигает 6 МВт.

Большинство типов ветродвигателей известны так давно, что история умалчивает имена их изобретателей. Основные разновидности ветроагрегатов делятся на две группы:

– ветродвигатели с горизонтальной осью вращения;

– ветродвигатели с вертикальной осью вращения.

Типы крыльчатых ветродвигателей отличаются только количеством лопастей.

Ветровая энергетика обладает рядом значимых преимуществ:

– экологически чистый источник энергии;

– эргономична;

– при ее производстве ипользуется полностью возобновляемый источник энергии – ветер;

– является лучшим решением для труднодоступных мест.

Недостатки:

– нестабильность;

– относительно невысокий выход электроэнергии;

– высокая стоимость;

– зависимость от природных условий;

– шумовое загрязнение.

Геотермальная энергия

Геотермальная энергетика – производство электроэнергии, а также тепловой энергии за счёт тепловой энергии, содержащейся в недрах земли. Обычно относится к альтернативным источникам энергии, возобновляемым энергетическим ресурсам.

Тепловая энергия недр образуется за счет расщепления радионуклидов в середине планеты. Этот экологически чистый и постоянно обновляемый источник энергии может быть использован в регионах с вулканическими проявлениями и геологическими аномалиями, когда вода вблизи от поверхности земли нагревается до температуры кипения,

в результате чего в виде водяного пара может подаваться на турбины для производства тока. Горячая вода естественных источников (гейзеров) может быть использована непосредственно.

Однако тепло Земли очень «рассеянно», и в большинстве районов мира человеком может использоваться с выгодой только очень небольшая часть энергии. Из них пригодные для использования геотермальные ресурсы составляют около 1 % общей теплоемкости верхней 10-километровой толщи земной коры.

Источники геотермальной энергии по классификации Международного энергетического агентства делятся на пять типов:

1) месторождения геотермального сухого пара – сравнительно легко разрабатываются, но довольно редки. Тем не менее, половина всех действующих в мире ГеоТЭС использует тепло этих источников;

2) источники влажного пара (смеси горячей воды и пара) – встречаются чаще, но при их освоении приходится решать вопросы предотвращения коррозии оборудования ГеоТЭС и загрязнения окружающей среды (удаление конденсата из-за высокой степени его засоленности);

3) месторождения геотермальной воды (содержат горячую воду или пар и воду) представляют собой так называемые геотермальные резервуары, которые образуются в результате наполнения подземных полостей водой атмосферных осадков, нагреваемой близко лежащей магмой;

4) сухие горячие скальные породы, разогретые магмой (на глубине 2 км и более), запасы энергии которых наиболее велики;

5) магма, представляющая собой нагретые до 1 300 °С расплавленные горные породы.

К недостаткам относится лишь высокая начальная стоимость оборудования и установки внешнего коллектора или скважины забора воды.

Основной недостаток геотермальной энергии – необходимость обратной закачки отработанной воды в подземный водоносный горизонт. Другой недостаток этой энергии заключается в высокой минерализации термальных вод большинства месторождений и наличии в воде токсичных соединений и металлов, что в большинстве случаев исключает возможность сброса этих вод в расположенные на поверхности природные водные системы. Отмеченные выше недостатки геотермальной энергии приводят к тому, что для практического использования теплоты геотермальных вод необходимы значительные капитальные затраты на бурение скважин, обратную закачку отработанной геотермальной воды, а также на создание коррозийно-стойкого теплотехнического оборудования.

Тепловые насосы

Одним их приоритетных направлений развития альтернативной энергетики в мире является освоение низкопотенциальной энергии Земли (тепла грунта, грунтовых вод и поверхностных водоемов, аккумулированное в поверхностных слоях земной коры).

Низкопотенциальные геотермальные ресурсы могут использоваться для обеспечения тепло- и хладоснабжения (кондиционирования), горячего водоснабжения зданий и сооружений всех типов, а также энергоснабжения технологических процессов. Технология их освоения заключается в использовании систем извлечения энергии, ее обработки и доставки теплоносителя к потребителю. Главным компонентом подобных систем являются геотермальные тепловые насосы.

Геотермальные тепловые насосы представляют собой устройства, осуществляющие обратный термодинамический цикл, благодаря чему низкопотенциальная энергия переносится на более высокий уровень.

Помимо геотермального тепла, источником энергии для тепловых насосов может служить тепло сточных и оборотных вод, что позволяет параллельно решать проблему эксплуатации вторичных энергоносителей.

Каждая теплонасосная система имеет следующие основные компоненты:

– бак-аккумулятор – теплоизолированная ёмкость для воды, предназначена для накопления горячей воды, с целью выравнивания тепловых нагрузок системы отопления и горячего водоснабжения, а также увеличивает срок работы теплового насоса;

– первичный грунтовый контур – закрытая циркуляционная система, которая состоит из испарителя (теплового насоса), циркуляционного насоса грунтового контура, трубопроводов, и служит для передачи тепла от грунта к тепловому насосу;

– вторичный грунтовый контур – закрытая система, которая состоит из конденсатора (теплового насоса), циркуляционного насоса, трубопроводов, и служит для передачи тепла от теплового насоса к системе отопления в доме.

Принцип работы теплового насоса похож к работе обыкновенного холодильника, только наоборот. Холодильник отбирает тепло от пищевых продуктов и переносит его наружу. Тепловой насос переносит тепло, накопленное в почве, земле, водоеме, подземных водах или воздухе в дом.

Преимущества теплового насоса:

– высокая экономичность;

– не требует постоянного сервисного обслуживания;

– длительный срок эксплуатации (до 50 лет);

– экологически чистая и безопасная систем;

– возможность использования в одной установке нескольких систем (отопление, горячее водоснабжение, кондиционирование);

– низкий уровень шумов;

– срок окупаемости установки от трех до пяти лет.

Биогазовая энергетика

Биогаз – газ, получаемый метановым брожением биомассы. В результате биохимической реакции, в которой принимают участие метановые бактерии, выделяется биогаз, его основными составляющими являются: метан (CH_4 – около 70 %), углекислый газ (CO_2 – около 30 %) и некоторое количество H_2, H_2S, N_2. Теплотворная способность данной газовой смеси от 5 000 до 8 000 ккал/$м^3$, в зависимости от состава органических отходов.

Суть процесса получения биогаза в биореакторе сводится к следующему:

– загрузка реактора измельченными органическими отходами;

– создание условий для начала химической реакции разложения орга-ники;

– отвод полученного биогаза и его накопление с одновременным созданием необходимого рабочего давления;

– вывод за пределы реактора твердых фракций, полученных в результате реакции разложения.

Сырьё: навоз и помет птиц, растительные и молочные отходы, энергетические культуры (силосная кукуруза).

По типу конструкции биогазовые установки бывают следующих типов:

– без обогрева и без промешивания ферментируемой органики в реакторе;

– без обогрева, но с промешиванием органической массы;

– с обогревом и промешиванием;

– с обогревом, с промешиванием и с приборами, позволяющими контролировать и управлять процесс ферментации.

Достоинства биогаза:

– тепло, полученное от охлаждения генератора или от сжигания биогаза, используют для обогрева помещений;

– из 1 $м^3$ биогаза можно выработать около 2 кВт электроэнергии;

– биогаз можно сжимать, накапливать, перекачивать излишки, продавать. Существуют модели автомобилей, которые используют в качестве топлива газ. Эти машины могут без дополнительной адаптации заправляться биометаном. Сейчас появляются первые заправочные биогазовые станции. В Швеции и Швейцарии биометан уже долгое время используется в городских автобусах (Volvo, Skania) и грузовых машинах;

– удобрения, получаемые в виде переброженной массы являются экологически чистыми, жидкими удобрениями, лишенными нитритов, семян сорников, болезнетворной микрофлоры, специфических запахов. Расход таких удобрений составляет от 1 до 5 т вместо 60 т необработанного навоза для обработки 1 га земли. В полученное удобрение могут добавляться фосфорные, калийные или другие удобрения, в зависимости от культуры, под которые они будут использоваться. Испытания показывают увеличение урожайности в 2-4 раза;

– биогазовые установки могут устанавливаться как очистные сооружения на фермах, птицефабриках, спиртовых заводах, сахарных заводах, мясокомбинатах, что повышает санитарно-гигиеническое состояние этих предприятий;

– производство биогаза позволяет предотвратить выбросы метана в атмосферу, снизить применение химических удобрений, сократить нагрузку на грунтовые воды.

Недостатки: складирование биогаза в закрытых ёмкостях повышает требования к безопасности при использовании биогазовых установок.

Таким образом, можно сделать следующие выводы. Агропромышлен-ный комплекс России сегодня сталкивается с проблемой утилизации огромного количества биологических отходов – чаще всего они просто вывозятся с территорий ферм и складируются. Стало происходить заметное загрязнение прилегающих к фермам рельефа почв, водоемов, лесов и пастбищ. В итоге наносится серьезный экономический, экологи-ческий и социальный ущерб не только сельскохозяйственным землям, но и жителям близлежащих населенных пунктов.

Развитие биогазовой энергетики в сельскохозяйственных регионах России может стать не только возможным решением проблемы отходов, но и решением энергетических проблем сельского хозяйства. Кроме того, биогазовая энергетика – это еще и источник дешевых и доступных комплексных органических удобрений, которые образуются как субпродукт при производстве биогаза.

Перспективы развития возобновляемых источников энергии и энергоэффективности в России

По оценкам технический потенциал возобновляемых источников энергии составляет порядка 4,6 млрд т у. т. в год, т. е. в пять раз превышает объем потребления всех топ ливно-энергетических ресурсов России, а экономический потенциал определен в 270 млн т у. т. в год, что немногим больше 25 % от годового внутреннего потребления энергоресурсов в стране.

Важно отметить, что экономический потенциал возобновляемых источников энергии существенно увеличился и будет продолжать расти в связи с подорожанием традиционного топлива.

Помимо неистощаемости и экологической чистоты ВИЭ, которые являются очевидными преимуществами этих видов энергии, существует ряд других причин, обусловливающих необходимость их интенсивного использования.

Необходимость использования ВИЭ в России определяется их существенной ролью при решении следующих проблем:

– обеспечение устойчивого тепло- и электроснабжения населения и производства в зонах децентрализованного энергоснабжения, в первую очередь в районах Крайнего Севера и приравненных к ним территориях;

– обеспечение гарантированного минимума энергоснабжения населения и производства в зонах централизованного энергоснабжения, испытывающих дефицит энергии, предотвращение ущерба от аварийных и ограничительных отключений;

– снижение экологической нагрузки от деятельности топливно-энергетического комплекса.

В настоящее время одними из ключевых факторов, сдерживающих развитие ВИЭ в России, являются дефицит инвестиций для реализации необходимых проектов, а также недостатки нормативно-правовой базы.

Контрольные вопросы

1. Опишите энергетическую стратегию России в перспективе.
2. Перечислите возобновляемые источники энергии.
3. Назовите главные отличия традиционной энергетики от возобновляемых источников энергии.
4. Что такое солнечная энергетика? Какие устройства сбора энергии используют?

5. Назовите преимущества и недостатки солнечной энергетики.

6. Что такое ветровая энергия? На какие категории делится?

7. Назовите преимущества и недостатки ветровой энергии.

8. Что такое геотермальная энергия? Какие типы можно выделить?

9. Перечислите недостатки геотермальной энергии.

10. Назовите принцип работы тепловых насосов. Какими преимуществами обладают?

11. Что является источником энергии для тепловых насосов?

12. Из каких компонентов состоит теплонасосная система?

13. Что такое биогазовая энергетика? Опишите суть данного процесса, перечислите типы конструкций биогазовых установок.

14. Назовите преимущества и недостатки биогазовой энергетики.

1.11. Применение наноматериалов в технической физике

Цель: ознакомление с существующими видами наноматериалов, изучение возможностей их использования в промышленности.

Использование наноразмерных веществ для качественно новых прило-жений в различных отраслях промышленности возможно благодаря разно-образию принципиально новых свойств этих материалов.

Прежде всего, применение наноматериалов позволяет создавать конструкционные материалы с повышенными механическими свойствами. Изготовление высокопрочных резьбовых изделий из титана и его сплавов является одним из направлений практического применения наноструктурных веществ в качестве конструкционных материалов. Детали из титана широко используются в авиа- и автомобилестроении. Формирование наноструктуры приводит к повышению долговечности изделий в 1,5 раза, кроме того, уменьшается трудоемкость изготовления резьбы.

Использование наноструктурных алюминиевых сплавов эффективно для получения легких изделий сложной формы в режиме высокоскоростного сверхпластического формообразования. Применение наноматериала позволяет, в свою очередь, достигать полного заполнения гравюры штампа, что обеспечивает качественное формообразование и значительное снижение удельного усилия штамповки. В частности, температура процесса снижается до 350 °С, что на 100 °С ниже температуры формообразования литейных сплавов. Это обусловило сокращение энергозатрат и повышение производительности за счет уменьшения времени нагрева и деформации. В настоящее время этим методом получают поршни

сложной формы, которые используются в малогабаритных двигателях внутреннего сгорания. При использовании наноматериалов появляется возможность изготовления штампов из более дешевых и менее теплостойких сталей, а также применения экологически чистых технологических смазок при штамповке.

В качестве конструкционных и жаростойких материалов применяются изделия, получаемые компактированием наноструктурных легированных нитридных керамик. Они используются для изготовления двигателей внутреннего сгорания, газовых турбин, режущих пластин.

В практику металлургического производства внедряется огнеупорная керамика из наноматериалов.

На основе шихты, содержащей наноалмазы, разработаны и изготовлены волоки для холодного волочения проволоки из меди, серебра, золота, платины, сопла для гидрорезки изделий во взрывоопасных условиях. Сопла с включениями наноалмазов позволяют проводить процесс резки при давлении до 500 МПа и скорости струи более 100 м/с.

Нанопорошки уже в настоящее время нашли широкое применение в различных материалах и технологиях машиностроения в качестве многофункциональных присадок к моторным, трансмиссионным и индустриальным маслам; пластических смазок; технологических смазок для обработки металлов давлением; смазочно-охлаждающих жидкостей, использующихся в процессах резания металлов; доводочно-притирочных паст и суспензий; объемно-модифицирующих добавок.

Введение в машинные масла различных присадок является одним из способов улучшения их служебных свойств. Нерастворимые материалы вводятся в состав продукта в концентрациях, не превышающих несколько процентов. Они не могут изменить объемные свойства масел, но их наличие существенно изменяет гидродинамическую и тепловую обстановку в зоне узла трения скоростных машин. Как показали исследования, особенно велик эффект при введении в состав смазочного материала веществ в наносостоянии. Например, введение в смазки наноалмазов снижает коэффициент трения в шарикоподшипнике в 10 раз при одновременном увеличении предельной нагрузки в 6 раз. Возможно использование в качестве частиц дисперсной фазы таких веществ, как нанопорошки Fe, Ni, Co, Си, Al, Pb, Mo и их сплавы; материалы с высокой твердостью – алмазы, карбиды и нитриды металлов, кремния, бора; различные поверхностно-активные вещества: амины, фосфиты, жирные кислоты. Оптимальное содержание нанопорошка в смазочном материале составляет 0,1–5 % по массе. Кроме того, нанопорошки металлов

добавляютв качестве присадок в абразивные суспензии и пасты для притирочно-доводочных работ. Это позволяет в процессе приработки пар трения заполнить впадины и микротрещины частицами дисперсной фазы, что способствует выравниванию трущихся поверхностей, залечиванию дефектов, а также разделяет поверхности трения высокодисперсными частицами. Для финишного полирования по 13-му и 14-му классам шероховатости эффективны пасты из наноалмаза с размером частиц до 10 нм. Они используются в качестве тонкого полирующего материала при доводочных операциях в процессе изготовления особо точных деталей из раз-личных материалов и сплавов; при полировке ювелирных изделий и полупроводниковых пластин кремния и германия; при изготовлении оптики, лазеров, стекол и зеркал специального назначения. В процессах электро-магнитной абразивной обработки в качестве рабочих материалов приме-няются нанопорошки, содержащие ферромагнитную и абразивную составляющие. Для финишного полирования используются материалы с размерами частиц в десятки нанометров. На их основе разработаны коллоидные полирующие композиции, дающие возможность достигать предельные для машиностроения шероховатости поверхностей – выше 14-го класса. В качестве магнитоабразивных систем применяются композиционные материалы составов Fe-TiC, Fe-Co-TiC. С разработкой порошковых материалов с наноразмерными частицами стало возможно создание сухих смазочных материалов, твердосмазочных покрытий, карандашей твердой смазки и т. п. Они обладают низким коэффициентом трения, достаточно высокими магнитными свойствами и высокой дисперсностью и, следова-тельно, практически не оказывают абразивного воздействия на герметизи-руемую деталь (вал, шток и др.). Магнитопорошковые сухие смазки могут быть удержаны в рабочем зазоре магнитным полем, выполняя в этом случае функцию герметизатора магнитной псевдожидкости. Данная продукция изготавливается из нанопорошков железа, никеля, алмазосодержащей шихты. Увеличению эффективности процессов холодной и горячей обработки металлов давлением способствует применение нанопорошков различного состава в штамповочных смазках. Например, использование нанодисперсных материалов в качестве исходных компонентов при горячем прессовании позволяет получать материалы с уникальными прочностными характеристиками: прочность материалов повышается в 2–3 раза, а твердость в 6–10 раз по сравнению с современными конструкционными материалами. При этом, наряду с увеличением прочности, сохраняется достаточный запас пластичности. Присадки нанопорошков в смазочноохлаждающие

технологические жидкости для обработки металлов резанием позволяют экранировать контактирующие поверхности, способствуют появлению на ювенильных поверхностях прочных маслянистых пленок, снижают коэффициент трения, уменьшают силы резания на 10–20 % и износ инструмента в 1,5–2,5 раза. Установлена эффективность использования наноматериалов в качестве объемно-модифицирующих добавок. В результате их применения повышаются износостойкость, прочность, трещиностоикость, предел текучести и прочность на разрыв твердых сплавов. Например, небольшие добавки (до 0,01 об. %) нанопорошков тугоплавких соединений положительно влияют на качество отливок из стали, сплавов, полунепрерывных слитков из алюминиевых сплавов. В качестве модифицирующих добавок используются нанопорошки A1203, SiC, TiN, TiCN, WC и др. Возможна интенсификация процесса спекания промышленных порошков путем добавления в качестве активаторов спекания нанопорошков алюминия, никеля, железа, нитрида алюминия и др. Введение всего 0,5–5 % (мас.) наноматериалов в промышленные смеси позволяет снизить температуру спекания на 400–800 °С и сократить его время в несколько раз. При этом повышаются твердость и ударная вязкость конечной продукции. Использование добавок из нанопорошков экономически эффективно, поскольку количество этого материала составляет несколько процентов, а разработанная технология изготовления твердых сплавов практически не отличается от традиционной. В настоящее время по данной методике получают твердые сплавы на основе никелида титана со связкой из нанопорошка карбонитрида титана, корундовую и циркониевую керамику с добавлением соответственно 1–3 % и 0,5–5 % нанопорошка алюминия. Кварц спекают с добавлением нанопорошка вольфрама. Добавки наноматериалов в качестве гидродинамических пластификаторов позволяют получать при формовании высокоплотные изделия. Присадки из нанопорошков интенсифицируют процесс спекания, упорядочивают синтез соединений, что позволяет снизить температуру обжига на 300–400 °С; существенно уменьшают размер пор в изделиях и повышают, тем самым, шлакоустойчивость огнеупоров. Очень эффективно использование наноматериалов в качестве компонентов припоев, промежуточных слоев в различных вариантах технологий сварки. Диффузионная сварка через промежуточные слои является одним из перспективных способов соединения разнородных материалов: как металлов, так и неметаллов. Применение промежуточных слоев из наноматериалов позволяет повысить прочность соединения, снизить химическую неоднородность сварного шва, снять остаточные напряжения и устранить влияние

различий в термических коэффициентах линейного расширения свариваемых материалов, что способствует предотвращению их пластической деформации. Кроме того, резко снижаются параметры самого технологического процесса – температуры, давления и времени. В частности, при диффузионной сварке меди и стали Ст35 в вакууме и использовании в качестве прослоек нанопорошков меди и никеля толщиной порядка 0,5 мм удалось существенно снизить температуру процесса с 1173 К до 673–733 К для меди и с 1373 К до 973 К для Ст35. Весьма перспективно использование нанопорошков металлов в композиционных материалах, содержащих пластмассы и полимеры. Данный прием позволяет изготавливать пластиковые магниты, электропроводную резину, токопроводящие краски и клей и другие электропроводящие композиционные материалы. Например, на основе нанопорошка Ni получен эластичный слоистый электропроводящий материал, содержащий Ni и каучук в соотношении 2:1 частей по массе, имеющий низкое, стабильное и хорошо воспроизводимое при многократном сжатии электрическое сопротивление проводящих слоев. Материал может быть использован для коммутирования жидкокристаллических и катодолюминесцентных индикаторов, светодиодов и интегральных микросхем к печатным платам. Разработаны полимерные материалы с добавками нанопорошков металлов с контролируемым уровнем горючести. Определено, что механизм разложения полимеров зависит от содержания наноприсадок: при концентрациях порядка 0,005 % металл ускоряет термоокисление материала, а при содержании металла 1 % данный процесс замедляется. В качестве добавок используют нанопорошки Al, Cu, Fe. Эффективно применение в композиционных материалах наноразмерного алмаза. Так, добавление наноалмаза повышает микротвердость композиционного материала на основе алюминия в 4–5 раз, а на основе меди – в 3-10 раз. Присадки алмазосодержащей шихты в резину, керамику, пластмассу показали существеные улучшения их характеристик: повышение износостойкости, снижение коэффициента трения, увеличение предельных нагрузок. Перспективно использование наноматериалов для создания защитных, декоративных и износостойких покрытий. Уже разработаны технологии получения мелкодисперсных покрытий из Pd, Ir, Rh, Co, Ni, Ag, Cu на керамических, кварцевых, металлических, пластмассовых, композиционных изделиях с формой любой сложности. Покрытия из наноматериалов более плотные и коррозионно-стойкие, однородны по толщине, сохраняются на деталях сложного профиля, лучше паяются по сравнению с гальваническими или получен-ными вакуумным напылением покрытиями. Получены покрытия

из двух-фазного композиционного наноматериала, состоящего из металлической матрицы и внедренных дисперсных частиц алмаза. В качестве матриц может использоваться широкий круг металлов: хром, никель, цинк, медь, серебро, золото, кобальт. Композиционные металл-алмазные покрытия характеризуются существенным увеличением адгезии и когезии, повышением микротвердости, износостойкости, коррозионностойкости, уменьшением пористости, хорошими антифрикционными свойствами, высокой рассеивающей способностью. Например, при нанесении хром-алмазных покрытий срок службы прессовой оснастки для холодного прессования порошков металлов увеличивается в 15–20 раз, матриц и пуансонов для глубокой вытяжки металлов – в 2,5–4 раза, ножовочных полотен – в 4–8 раз, газо-распределительных валов двигателей внутреннего сгорания – в 2–2,5 раза. После нанесения кобальт-алмазных покрытий на записывающие головки магнитофонов их износостойкость повышается в 6 раз. По сравнению с металлическими покрытиями стойкость алмазо-серебряных наноматериалов повышается в 3 раза, алмазо-никелевых – в 4–5 раз. Уникальный комплекс электромагнитных свойств нашел применение при создании большого круга магнитных наноматериалов, а именно: жидких магнитов, лент магнитной и видеозаписи, кредитных карт, магнитных экранов, дисков памяти, сердечников высокочастотных трансформаторов, постоянных магнитов и магнитопроводов, материалов электроконтактов и др. В качестве материала для магнитной записи используется порошок у-Fe203. Повышение плотности записи обеспечивается при использовании наноматериала, состоящего из игольчатых частиц с размером длинной оси 300–500 нм и короткой оси 50–70 нм. При изготовлении электроконтактов для низковольтной аппаратуры использование нанопорошков ZnO обеспечивает электроэрозионную стойкость, низкую склонность к свариванию, малую величину контактного сопротивления, существенно упрощает технологию изготовления, уменьшает содержание серебра в конечном изделии, повышает экологические показатели при изготовлении и эксплуатации вследствие замены токсичного CdO. Одной из первых и наиболее эффективных областей приложений наноматериалов является катализ. Высокий уровень каталитических свойств наноразмерных структур обусловлен большим количеством и высокой активностью поверхностных центров, что обеспечивает, по сравнению с традиционными катализаторами, значительное ускорение химических реакций. Для использования в промышленности удобно нанесение катализаторов на различные носители, среди которых часто применяются оксиды γ-, η-, δ-,

θ-$A1_2O_3$, SiO_2, шпинели, $ZnAl_2O_4$, $MgAl_2O_4$, органические пленки. В качестве катализаторов перспективно использование наноразмерных металлов Pt, Pd, Fe, Ni, биметаллических систем Fe-Mo, Pt-Re, Pt-W, оксидов меди, кобальта, хрома, марганца и многих других. В процессах тонкого органического синтеза в производстве полупродуктов на основе ароматических и гетероциклических соединений перспективным катализатором является нанопорошок Al. Очистка промышленных отходящих газов является важным направлением катализа. Как известно, в процессе работы технологического оборудования происходит накопление отработанных масел, утилизация которых в настоящее время осуществляется сжиганием. Отходящие при этом газы содержат сажу, оксиды углерода, азота, серы, механические примеси. Снижение уровня вредных веществ в отходящих газах путем варьирования режимов сжигания и установка фильтров не дает необходимого эффекта. Введение непосредственно в топочное устройство вместе с топливом микроскопических количеств каталитически активных нанопорошков простых и сложных оксидов переходных и редкоземельных металлов представляет собой принципиально иной подход к решению данной проблемы. Благодаря малым размерам и высокой удельной поверхности нанопорошка, происходит эффективное дожигание сажи в отходящих газах технологических печей. Например, катализаторы глубокого окисления, содержащие нанопорошки оксидов неблагородных металлов (состав CuCrCoNiCe – 60:30:5:2:3), показали степень очистки отходящих газов печей от угарного газа и метана в пределах 94–99 %. Созданные на основе наноматериалов каталитические нейтрализаторы выхлопных газов автомобильных двигателей позволили снизить содержание оксида углерода для дизельного двигателя в 7–40 раз, для бензинового – более чем в 10 раз. Переработка промышленных отходов – еще одно направление использования наноструктурных катали-заторов. Например, при добавлении в катализатор 1 % порошка железа можно достигнуть высокой эффективности в процессах глубокой переработки вязких отходов нефтяной промышленности до получения бензинов и других углеводородов. Кроме того, железо образует оксид железа III, который является эффективным катализатором для обезвреживания таких соединений, как CO, NO_x, SO_2. Для решения широкого круга технологических и экологических задач целесообразно применение наноматериалов в качестве высокоэффективных адсорбентов в современных мембранных технологиях. В частности, нанооксиды показали высокую активность в процессах тонкой комплексной доочистки питьевой воды от тяжелых металлов и органических загрязнений.

Эти наноматериалы позволяют извлекать из водных сред широкий спектр примесей неорганического и органического происхождения; очищать стоки гальванических производств, предприятий добычи, транспортировки и переработки нефти и нефтепродуктов. Нанопорошки адсорбентов, благодаря различию в скоростях адсорбции отдельных ионов, можно также использовать для извлечения и селективного выделения отдельных ценных компонентов из буровых вод и водных промышленных отходов.

Для очистки жидкостей от взвешенных примесей разработаны фильтры с использованием нанокристаллических мембран. Основным узлом данных устройств являются фильтроэлементы, представляющие собой полые цилиндры из пористого полиэтилена, на внешнюю поверхность которых нанесены пористые покрытия из нанодисперсных нитридов, оксидов, оксинитридов титана, алюминия, циркония. В результате полученные мембраны обладают высокими фильтрующими характеристиками, достаточно высокой производительностью по фильтрату, способностью к многократной гидродинамической регенерации без разборки и длительным сроком эксплуатации. Создание высокоэффективной малогабаритной аппаратуры для очистки нефтесодержащих сточных вод стало возможным благодаря сочетанию нанопорошков адсорбентов с высокоемкими волокнистыми материалами (углеткани, базальтовые волокна и др.). Один прибор, содержащий три слоя наноадсорбента, разделенных слоями волокнистого материала, обеспечивает очистку эмульсий нефтепродуктов с исходной концентрацией 200–300 мг/л до уровня санитарных норм. Использование нанопорошков металлов позволяет производить микропористые материалы с открытой пористостью 35–70 %. Получены микропористые материалы состава Ni_3Al, NiAl, Ti_3Al, которые эффективны при изготовлении испарителей, сепараторов и фильтров в системах терморегулирования. Действие керамических датчиков влажности также основано на адсорбционных свойствах наноматериалов. В них используются нанопорошки диоксида циркония, развитая поверхность которых оказывает основное воздействие на процесс поглощения влаги из потока воздуха. В результате, полученные структуры с широким набором пор позволяют значительно превысить технологические параметры применяемых в настоящее время датчиков влажности. Одним из важнейших направлений применения наноматериалов является создание различных средств защиты, где они используются в качестве компонентов свето- и теплопоглощающих составов, поглотителей электромагнитного излучения, радиационной защиты.

Поскольку коэффициент массового ослабления материала зависит от процентного содержания полидисперсных включений, это позволяет достичь как повышения, так и снижения защитных свойств материала. Поэтому становится возможным использование на практике эффектов аномального ослабления рентгеновского и гамма-излучений нанодисперсными системами для создания средств радиационной защиты медицинского и промыш-ленного назначения. Для этих целей необходимо создание различных типов наноматериалов. Во-первых, для радиационной защиты требуются наноматериалы с неизменными структурой и составом. К этой категории относятся различного рода тканые и нетканые текстильные материалы, которые модифицируются нанопорошками. Процесс заключается в нанесении на поверхность составляющих материал нитей и волокон тонкого (порядка нанометров) слоя металлического модификатора. При этом физико-механические и потребительские свойства текстильного материала практически не изменяются. Во-вторых, для этих целей необходимы наноматериалы, представляющие собой систему типа «матрица–наполнитель». К ним относятся различного рода пластмассы, резины, латексы и т. п. Получают данные материалы следующим образом. На начальных стадиях синтеза материала, когда он находится в жидкотекучем состоянии, в его состав, как в матрицу, вводится определенное количество наполнителя в виде полидисперсного модификатора. Из образованного таким образом композита формируются защитные изделия. Кроме того, есть потребность в наноматериалах, представляющих собой комбинацию двух первых типов. Это системы типа «матрица–наполнитель», но в качестве последнего используются специально подготовленные носители, обладающие радиационно-защитными свойствами. Как правило, в этом качестве используют отходы ткацкого, сахарного производства, древесные опилки и другие. Для подготовки наполнителя на его поверхность наносится наноразмерный слой полидисперсного модификатора. Подготовленный таким образом наполнитель смешивается с матрицей и из полученной смеси формируют изделия. К данной группе средств радиационной защиты относятся асбест, бетон, кирпичи, штукатурки, шпаклевки, пластмассы типа текстолитов. Перспективно использование наноматериалов в различных источниках энергии при создании средств прямого преобразования энергии; полупро-водниковых, эмиссионных, коммутационных материалов; материалов для водородной энергетики. В частности, использование нанопорошков ZrO_2, стабилизированных иттрием, снижает температуру синтеза керамики на 100–200 °С, что значительно уменьшает энергозатраты при производстве

топливных элементов и повышает ресурс работы термического оборудования. Это, в свою очередь, позволяет применить принципиально новые технологии изготовления топливных элементов. Кроме того, появляется возможность снижения в 1,5–2 раза количества топливных элементов в энергоустановке или рабочей температуры до 800 °С.

Контрольные вопросы

1. Для чего применяются наноматериалы?
2. Какова эффективность применения нанопорошков в различных отраслях?
3. Какие преимущества наноматериалов над другими материалами?
4. Какая область применения наноматериалов была одной из первых? Что являлось важным направлением данной области? Объясните его.
5. Приведите примеры возможного решения технологических и экологических задач при помощи наноматериалов.
6. На какие типы подразделяются наноматериалы?
7. Какие перспективы использования наноматериалов в топливо-энергетическом комплексе России?

1.12. Малая распределенная энергетика (МРЭ). Достоинства и недостатки

Цель: изучение возможностей малой распределенной энергетики в России и других странах, причины использования, существующие ограничения.

В настоящее время во всем мире наблюдается тенденция к росту доли распределенной генерации энергии и когенерации. Например, в США в настоящее время эксплуатируется около 12 млн установок малой распределенной генерации общей установленной мощностью свыше 220 ГВ, а темпы прироста составляет более 5 ГВт в год. Лидерами строительства энергоблоков малых мощностей являются также Великобритания, Финляндия и другие страны Евросоюза. Например, в Дании более 50 % общей электроэнергии вырабатывается на источниках распределенной генерации.

Главное направление в развитии энергетики этих стран – переход к использованию МРЭ в качестве регулярного источника потребляемой мощности, сокращение потребности на вводы крупных центральных генераций и распределительных сетей в энергосистеме.

Под понятием малой распределенной энергетики в России принимаются генерирующие мощности 1–50 МВт, расположенные в непосредственной близости от потребителя. В последние годы в нашей стране многие крупные промышленные предприятия и муниципалиеты начали строить собственные генерирующие мини-ТЭС. Причиной этому служит:

– снижение качества и надежности энергоснабжения от центральных энергосистем;

– рост тарифов на энерго- и теплоснабжение, в частности для промышленных предприятий, обусловленный ростом цен на передачи энергии;

– появление более эффективных технологий малой распределенной и возобновляемой энергетики;

– невозможность обеспечения электро- и теплоснабжением;

– малонаселенные, удаленные и труднодоступные районы;

– затраты на технологическое присоединение объектов.

Две трети территории России не имеет централизованного энергоснабжения, при этом обеспечить мощностью от возобновляемых источников в нашей стране практически невозможно, поскольку мощность предоставляемый ветряной и солнечной энергетикой является непостоянной, а геотермальная и гидроэнергетика требует больших капитальных и эксплуатационных затрат. На этих территориях строительство центральных электростанций, во-первых, нецелесообразно, во-вторых, невыгодно с экономической точки зрения. Поэтому обеспечить потребителей электроэнергией и теплом возможно только строительством блоков малой распределенной энергетики, что позволит без привлечения больших инвестиций сократить объем первоначальных капиталовложений и срок их возврата, также позволит снизить инвестиционный риск и уменьшит сроки введения и ввода станций в эксплуатацию.

На сегодняшний существует несколько вариантов МРЭ:

1. Полностью автономное энерго- и теплоснабжение. В данном случае экономия осуществляется благодаря тому, что нет необходимости подключаться к электрическим сетям энергосистемы, но необходимо предусмотреть аварийный резерв оборудования.

2. Обеспечение электро- и теплоснабжением идущим на собственные нужды и по составленным договорам с ближайшими потребителями и другими производственными предприятиями. В данном случае сооружение распределительных сетей берет на себя предприятие МРЭ.

3. Параллельная работа объекта МРЭ с энергосистемой. Этот вариант предлагает совместное обеспечение потребителей теплом, в то время как централизованная сеть предоставляет электроэнергию. Однако необходимы капитальные вложения на технологическое присоединение к сетям энергосистемы из-за включения стоимости присоединения увеличиваются тарифы для потребителей.

При сооружении объектов МРЭ достигаются различные экономические, экологические и социальные эффекты, имеющее большое значение как для потребителей, так и для региона в целом. Развитие малой генерации требует реконструкции существующих котельных. Например, в Санкт-Петербурге эксплуатируется 743 котельных (около 10000 Гкал/ч) с КПД 40 % и коэффициентом износа около 70–80 %.

На сегодняшний день в России существует двухуровневый рынок энергии и мощности: оптовый и розничный. На оптовым рынке продавцами и покупателями являются крупные генерирующие и сетевые компании, сбытовые организации и операторы экспорта и импорта. Для получения участия в оптовым рынке организация или предприятие должно удовлетворять определенным условиям, главное из которых – установленная мощность генерирующего объекта должна быть более 25 МВт.

Одним из недостатков экономической государственной поддержки в настоящее время объектов МРЭ направлена только для энергосистем, работающих на базе возобновляемых источников энергии, с помощью заключения долгосрочных договоров поставки мощности. Заключая договор, инвестор принимает обязательства по разработке, строительству и вводу в эксплуатацию генерирующих объектов в определенный срок. Инвестору гарантируется возмещение экономически обоснованных затрат на строительство генерирующих объектов и покупка мощности. Срок заключения договора поставки мощности от возобновляемых источников в России – 15 лет , целевой уровень нормы доходности – 12–14 % (14 % на первые два года и 12 %, начиная с третьего года после отбора проекта). При этом обязательства по покупке мощности, поставляемой по ДПМ ВИЭ, распределяются между всеми потребителями соответствующей ценовой зоны.

При условии формирования единой технологической политики в области МРЭ, включающей модернизацию котельных с использованием технологий малой и средней распределенной тепловой генерации, можно ожидать увеличение доли распределенной электро- и теплогенерации в России до уровня 30 %.

Контрольные вопросы

1. Перечислите существующие варианты МРЭ.
2. Какой размер территории России не имеет централизованного энергоснабжения?
3. Назовите причины использования мини-ТЭС крупными промышленными предприятиями.
4. Какие страны являются лидерами стоительства энергоблоков малой мощности?
5. Каковы недостатки использования МРЭ?

1.13. Использование аддитивных технологий в технической физике

Цель: изучение возможностей аддитивных технологий, концепции технологического развития будущего.

Развитие технической физики оказывает прямое воздействие на работу большинства промышленных предприятий и представляет собой инновационный процесс, требующий постоянного усовершенствования технологий, увеличения эффективности производства и совершенствование цифрового производства. Эта концепция технологического развития требует анализа традиционных методов получения деталей сложной формы посредством механической обработки (точение, фрезерование), являющихся материало- и энергозатратными. Существующая проблема, с которой сталкиваются многие производственные компании, обуславливает стремление развивать новые технологии, принцип работы которых основан на применении инструментов моделирования, планирования и проверки производственных процессов.

В последние десятилетия развитие металлургии, электроники, робототехники и инновационных технологий, а также достижения в области лазерных и электронно-лучевых технологий позволили перейти от метода точения и фрезерования поверхности изделия к его прямому изготовлению – так называемым аддитивным технологиям. Современные аддитивные технологии представляют собой послойное построение конструкции из специальной порошковой композиции путем соединения между собой слоев материалов наплавкой, спеканием или синтезом с использование компьютерной модели. Использование 3D-технологий позволяет увеличить производительность в 20–30 раз по сравнению с традиционными технологиями.

Специфика аддитивных технологий позволяет изготавливать сложные конструкции, в том числе и те, которые невозможно производить другими способами из разных полимеров, металлов и различных композиционных и керамических материалов. Исследование особенности изготовления металлических конструкций на сегодняшний день является актуальной научно-технической задачей, так как невозможно выполнить требования механических свойств послойным способом нанесения. Еще одной технологической особенностью аддитивных технологий является возможность производить обратную разработку, то есть при помощи 3D-сканера можно получить цифровую модель созданной конструкции и в случае необходимости дорабатывать ее.

Аддитивные технологии нашли свое применение в трудоемких производствах, таких как робототехника и аэрокосмическая индустрия. Известная американская компания Relativity Space применяет самый большой металлический 3D-принтер для изготовления 95 % деталей двигателей ракеты. Применение технологий в производстве орбитальной ракеты позволило существенно сократить сроки изготовления, число рабочих на предприятии и снизить количество деталей со 100000 до менее, чем 1000 единиц.

В России аддитивные технологии в ракетостроении применяются для изготовления жидкостных двигателей, об этом было официально заявлено после успешных огневых испытаниях на воронежском конструкторском бюро химавтоматики (КБХА) – камеры двигателя 14Д23. По предварительным оценкам КБХА, применение современных технологий позволило сократить трудоемкость производства на 20 %.

С помощью аддитивных технологий была решена глобальная проблема загрязнения водоемов выбросами нефти. Ученые напечатали на 3D-принтере особую структуру (аналог микроструктуры бразильского папоротника), которая, поглощая нефть, может отделять нефть от воды.

Сегодня одной из актуальных проблем для ученых-исследователей в области робототехники является проблема мягкого восприятия. Суть проблемы в создании устройств, способных двигаться по задаваемой траектории. Аддитивные технологии позволяют печатать датчики для «мягких роботов». Исследователями из Гавардского университета разработан состав специального материала для 3D-печати с ограниченной ионной жидкостью, позволяющий роботам реагировать на различного рода внешние воздействия – перепады температуры, ветер, статическое давление и другие.

Разновидности аддитивных технологий

Известно два принципиально различных способа получения изделий с применением аддитивных технологий:

1. Послойное осаждение (Bed Deposition). Основан в спекании или сплавлении по одному слою последовательно материала (порошка). Инструмент, обеспечивающий подвод энергии (лазер, электронный луч), разделенный в пространстве с рабочим материалом, выполняет перемещение по заданной траектории в плоскости, тем самым обеспечивает формирование изделия.

2. Прямое осаждение (Direct Deposition). В данном случае источник энергии и подающий материал устройства совмещены в единый исполнительный механизм.

Для технической поддержки цикла производства изделия при помощи аддитивных технологий требуется программное обеспечение:

– программное решение для подготовки файлов;

– программы мониторинга состояния устройства в течение процесса изготовления детали;

– контроль процесса изготовления каждой детали и последующий его централизованный анализ с целью выявления неисправностей;

– программные инструменты для изменения параметров технологического процесса;

– программное обеспечение для интеграции с ERP-системами (планирование ресурсов предприятия) для управления технологическим процессом в масштабах серийного производства.

Совокупность упомянутых программных инструментов может входить как в единый пакет, так и представлять набор различных программ от разных поставщиков. Применение аддитивных технологий в технической физике помогает не только сократить издержки на НИОКР, но и существенно ускорить процесс запуска серийного производства готовых изделий.

Несмотря на ряд перечисленных преимуществ, применение аддитивных технологий находится еще в самом начале своего развития, а поэтому представляет собой обширную сферу неисследованных материалов и технологических приемов.

На сегодняшний день объем рынка аддитивных технологий превышает $5 млрд, а по оценке экспертов к 2025 г. достигнет $21 млрд Россия отстает от стран лидеров (США, Германия, Япония, Китай) по масштабу применения аддитивных технологий, на долю РФ приходится

только 1 % от мирового рынка. Одними из главных проблем внедрения являются нехватка подготовленных профессиональных специалистов и необходимость покупки дорогостоящего оборудования и соответствующего материала за рубежом, преимущественно в Германии и Англии.

Контрольные вопросы

1. Как техническая физика влияет на технологическое развитие?
2. Что такое аддитивные технологии?
3. Какие свойства аддитивных технологий выделяют?
4. Назовите примеры аддитивных технологий, которые уже применяются на практике.
5. Опишите применение аддитивных технологий в робототехнике.
6. Какие способы получения изделий существуют?
7. Какие программные инструменты помогают ускорить процесс запуска производства изделий?
8. Почему применение аддитивных технологии пока еще не нашло широкого применения в России?

1.14. Цель и задачи энергетической стратегии России

Цель: ознакомление с целью и задачами реализации энергетической стратегии России.

Внешние вызовы и внутренние проблемы, динамика изменений экономических параметров и ресурсно-технологического потенциала российского энергетического сектора определяют необходимость внесения изменений в модель его развития – прежде всего таких, которые обеспечат ускоренное инновационное развитие и структурную перестройку.

Целью Стратегии является переход энергетического сектора страны через структурную трансформацию на более высокий, качественно новый уровень, максимально содействующий динамичному социально-экономическому развитию Российской Федерации.

Необходимая структурная трансформация, в частности, включает в себя:

– изменение качественной и возрастной структуры основных производственных фондов за счет ускоренной модернизации;

– увеличение доли высокопроизводительных рабочих мест в общей структуре занятости в отраслях топливно-энергетического комплекса (ТЭК);

– изменение соотношения организаций с разными формами собственности в сторону увеличения числа независимых компаний и обеспечения развития рыночной конкурентной среды;

– увеличение в структуре производства, внутреннего потребления и экспорта продукции ТЭК доли продукции с высокой степенью переработки;

– увеличение доли распределенной генерации в общем объеме генерации (в зависимости от структур и концентрации нагрузки в региональных энергетических системах);

– рост доли потребления более высококачественной и экологически чистой по всему циклу производства энергетической продукции;

– изменение структуры инновационной деятельности отраслей ТЭК в сторону увеличения расходов на НИОКР и на повышение качества человеческого капитала;

– существенное увеличение доли отечественного оборудования, товаров и услуг в закупках хозяйствующих субъектов ТЭК (импортозамещение).

Указанные структурные изменения, в свою очередь, повысят инвестиционную привлекательность и эффективность инвестиций в отраслях ТЭК, станут решающим фактором повышения энергоэффективности производства и потребления, снижения энергоемкости валового внутреннего продукта (ВВП) и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду, включая сокращение выбросов парниковых газов.

Целевое состояние, которое должно быть достигнуто к 2035 году, помимо указанных структурных изменений, включает в себя, в том числе:

– снижение энергоемкости и электроемкости ВВП (итоговое снижение энергоемкости в 1,6 раза, электроемкости – в 1,4 раза);

– повышение доступности энергии как по наличию, срокам подключения, так и по цене, в том числе при строительстве жилья и реализации планов территориального развития;

– уменьшение удельных расходов топлива на выработку электроэнергии и расходов энергии на собственные нужды отраслей ТЭК, особенно в электроэнергетике и газовой отрасли;

– снижение удельных показателей загрязнения окружающей среды предприятиями ТЭК;

– увеличение доли углеводородов, добытых с использованием вторичных и третичных методов с повышением коэффициентов извлечения, а также из нетрадиционных ресурсов;

– диверсификацию географической структуры экспорта энергоресурсов с существенным ростом доли рынка стран Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР);

– увеличение инвестиций в развитие и использование НВИЭ;

– полное обеспечение квалифицированными кадрами.

Достижение указанной цели потребует решения трех стратегических задач развития энергетического сектора страны (задачи верхнего уровня).

1. Обеспечение потребностей социально-экономического развития страны достаточными по объему, номенклатуре и качеству энергетическими услугами и продукцией (далее – Первая задача).

В результате решения Первой задачи должны быть не только гарантированно обеспечены энергетическая безопасность страны, нормативная надежность производственной структуры энергетики и удовлетворение текущего внутреннего спроса, но и достигнут существенно более высокий уровень качества, эффективности и экологичности в производстве и потреблении энергоресурсов, стимулирующий ускоренное развитие экономики и социальной сферы России. Это потребует новой электрификации страны, интеллектуализации энергоснабжения и энергопотребления с использованием современных цифровых технологий, широкого распространения энергосберегающих технологий и повышения энергоэффективности, снижения нагрузки на окружающую среду. В регулируемых видах деятельности и в управлении государственными организациями и акционерными обществами с государственным участием будут использоваться бенчмаркинг и другие способы повышения эффективности работы компаний.

2. Трансформация территориально-производственной структуры ТЭК с учетом приоритетов и направлений регионального и пространственного развития России, необходимости диверсификации экспортных потоков и сохранения лидерских позиций в мировой энергетике (далее – Вторая задача).

Решение Второй задачи означает не только гармоничное энергетическое развитие российских регионов и сохранение нынешних позиций России в добыче и экспорте ТЭР. Оно также предполагает создание новых топливно-энергетических и энергопромышленных комплексов, стимулирующих развитие Восточной Сибири и Дальнего Востока, диверсификацию географической структуры экспорта с существенным ростом доли рынка стран АТР, подготовку крупномасштабного освоения ресурсов углеводородов на континентальном шельфе Арктики, экономически обоснованное развитие распределенной генерации и использование местных энергоресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии.

3. Обеспечение технологической независимости энергетического сектора и достаточных компетенций во всех критически важных для устойчивого развития энергетики видах деятельности, с повышением и расширением мировой технологической конкурентоспособности российского ТЭК (далее – Третья задача).

Решение Третьей задачи будет осуществляться, в том числе, путем стимулирования за счет заказов ТЭК инновационного импортозамещения и развития национального рынка высокотехнологичной продукции. Достижение технологической независимости предполагает использование всех возможностей технологического сотрудничества и мирового разделения труда, в том числе участия России в мировой системе научного и технологического обмена и сотрудничества, создания инвестиционных фондов для инвестиций в развитие собственных технологических компетенций и локализации наукоемкого высокотехнологичного производства и услуг, необходимых для обеспечения устойчивого функционирования и развития российской энергетики. Потребуется, в частности, развитие инфраструктуры инжиниринговых центров и отраслевых экспериментальных площадок и сертификационных центров. Важную роль будет играть создание государственной информационной системы ТЭК, обеспечивающей формирование качественных статистических и аналитических отчетов, а также совершенствование долгосрочного прогнозирования в отрасли.

Контрольные вопросы

1. Какую цель ставит энергетическая стратегия России?
2. Укажите перспективы инновационного развития России.
3. Перечислите основные задачи энергетической стратегии России.
4. Какие структурные изменения повысят инвестиционную привлекательность и эффективность инвестиций в отраслях ТЭК?
5. На каких принципах основывается реализация энергетической стратегии России?

1.15. Современные концепции инженерного образования

Цель: ознакомление с факторами и документами, определяющими современные концепции инженерного образования.

Многочисленные мероприятия различного уровня, форумы, прове-

денные конференции, совещания, предложения и рекомендации, направляемые в различные органы государственной власти, управления образованием и наукой, не реализуются, постоянно повторяются в различных документах, превращаются в бумажные рекомендации и практически не имеют влияния на развитие системы образования. Они не превращаются в четкую программу действий; новые подходы, инновации не находят необходимой поддержки и использования, т.е. проблемы инженерного образования остаются.

В настоящее время масштабность и темпы преобразований в мире таковы, что современное общество, в котором будет преобладать высокоинтеллектуальный труд, все больше основывается на знаниях, и высшее образование, научные исследования в настоящее время выступают в качестве важнейших компонентов культурного, социально-экономического и экологически устойчивого развития человека, сообществ и наций.

Главным является осознание произошедшего в последние десятилетия в мире, беспристрастный анализ прошлого, выбор верных целей, путей дальнейшего развития и реализация в полной мере потенциала и возможностей России.

Как бы часто не повторялись слова о прошлых успехах российского образования, большинство задач подготовки нового инженерного корпуса ставятся впервые для всех стран мира, и аналогов их решения в прошлом нет ни у кого.

Российское высшее образование, история которого насчитывает несколько столетий, продемонстрировало свою способность к изменениям, активному содействию преобразованиям и прогрессу в обществе.

Следует признать, что за последние десятилетия принципиально изменились условия работы инженеров, технических специалистов, а также сущность, содержание, методы и формы их инженерной деятельности. Современные производственные технологии быстро прогрессируют, изменяются, непрерывно наращивая наукоемкость, требуя от всех, участвующих в технологическом процессе, не только соответствующего уровня знаний и компетенций, а обязательно опережающих, дающих возможность предвидеть прогнозировать и оценить возможные варианты последующих этапов технологического, научного и социального развития.

Приоритет в подготовке кадров обусловлен требованиями нового технологического уклада экономики.

Глобальное экономическое развитие в ближайшие десятилетия XXI в. будет определять Шестой технологический уклад, ядро которого составляют: нано-, био- и инфотехнологии (наноэлектроника, молекулярная и нанофотоника, наноматериалы, нанотехнологии, технологии виртуаль-ной реальности, робототехника, новая медицина, генная инженерия, новое природопользование).

В его рамках дальнейшее развитие получат гибкая автоматизация производства, космические технологии, системы искусственного интеллекта, глобальные информационные сети, интегрированные высокоскоростные транспортные системы. Синтез достижений на этих различных направлениях должен, в конечном счете, обеспечить выход на принципиально новый уровень в системе управления государством, обществом, экономикой.

Инновационной экономике, основанной на знаниях, должна соответствовать и инновационная система профессионального образования.

По существу, в настоящее время речь идет о смене парадигмы образования. Изменения в характере образования – в его направленности, целях, содержании – должны быть ориентированы на «свободное развитие человека», на творческую инициативу, самостоятельность обучаемых, конкурентоспособность, мобильность будущих специалистов.

«Образование – наука – технология» – триада, опираясь на которую и используя рыночные механизмы, при четкой, правильно выбранной общей стратегии, можно осуществить рывок, подняться на качественно новый уровень технологического развития.

Сегодня для России необходима не столько стратегия догоняющей модернизации, сколько концепция технологического прорыва, суть которой состоит в выборе тех направлений, где можно сделать прорыв и сориентировать на них новое поколение инженеров, научных работников.

Российские образование и наука имеют достаточный для этого потенциал уже полученных знаний и перспективные научные достижения, своевременное практическое освоение которых может обеспечить лидирующее положение. К ним, в частности, относятся определенные направления нанотехнологий, медицины, аэрокосмические исследования и разработки оборонно-промышленного комплекса.

Вхождение в шестой технологический уклад не требует немедленного, радикального реформирования системы высшего образования, а нужда-ется в ее последовательном системном развитии.

Развитие экономики требует превращения профессионального образования в гибкую саморазвивающуюся систему, адекватно реагирующую на вызовы времени и меняющиеся запросы общества, осуществляющую подготовку кадров, способных проводить инновационные разработки.

Отмечено, что в настоящее время многие проблемы высшей школы не разрешены, четко не определены пути выхода из кризисной ситуации. В обобщенном виде перечень наиболее острых проблем и вопросов можно представить следующим образом. Это – вопросы оптимизации сети учебных заведений, новая типология и категорирование вузов, организационно-управленческие и финансовые механизмы их деятельности, «эффектив-ность» вузов. Принципиальное значение имеют вопросы непрерывного образования и качества подготовки специалистов различного уровня, реально востребованных рынком труда, вопросы структуры и содержания высшего профессионального образования, внедрение новых образователь-ных технологий, прием и комплектование вузов, уровень школьного образования. Острые проблемы в проведении научных исследований: недостаточная эффективность инновационной деятельности, разрыв между «теорией и практикой», когда многие научно-теоретические, инновацион-ные разработки не востребованы и не доводятся до внедрения и коммерческого использования, слабая научно-лабораторная база, неразвитая инфраструктура вузов; нет должного системного взаимодействия, обмена опытом и знаниями, использования на практике передовых достижений вузов в различных областях учебно-научной деятельности.

На сегодняшний день высшая школа, которая должна обеспечивать кадрами высокотехнологичные секторы экономики, во многом потеряла инновационную, исследовательскую компоненту. Российские университеты практически не присутствуют в международных университетских рейтингах. Много претензий предъявляет российское общество к качеству высшего образования, особенно в филиалах вузов.

В то же время и состояние производственной сферы не отвечает совре-менным требованиям: технологическая отсталость и оснащенность, исполь-зование устаревшего оборудования, дефицит квалифицированных кадров всех уровней, даже в оборонно-промышленном комплексе, являющемся центром создания и внедрения инноваций.

Коренные перемены в образовании предопределены бесконечным развитием и усовершенствованием технологий, давлением глобальной конкуренции, инновациями внутри самой образовательной системы и постоянными новыми запросами со стороны основных заказчиков – государства, общества, бизнеса.

В настоящее время обсуждаются самые различные модели университетов, т.е. каким быть университету будущего:

– центром образования, науки и культуры, исследовательским или вузом инновационного, предпринимательского типа, интеллектуальной корпорацией;

– модель университета мирового уровня (по существу этот эффективный и современный вуз – амбициозный проект);

– элитарная модель и массовая, понятные для всех;

– модель сетевого взаимодействия как системное объединение вузов, в которой известные университеты открывают учебные программы в масштабном виртуальном проекте.

Сегодня в практику вузов вводятся требования и критерии, схожие с некоторыми международными моделями управления, единые измерительные шкалы, стандартизированные стандарты, единые принципы организации.

Задачи формирования университетов мирового уровня, которые ставятся перед ведущими университетами России, сложны и многогранны. Такой университет характеризуется совокупностью уникальных качеств, в том числе обладает высоким авторитетом и международной репутацией в области подготовки кадров, проведения научных исследований, формирования инновационных идей, обеспечивает высококачественные и благоприятные условия для обучения и проведения исследований (современные здания и оборудование).

Для достижения этих показателей необходимо время и значительные качественные изменения в системе университетского образования, его структурировании, совершенствовании управления, финансовом обеспечении.

Изменения также требуют большей ответственности высших учебных заведений перед обществом и их подотчетности в вопросах использования государственных и частных, национальных или международных ресурсов, при этом они должны укреплять свой потенциал функционирования в условиях нестабильности, самосовершенствоваться и одновременно служить источником преобразований.

Технические университеты в преддверии нового технологического уклада несут особую ответственность за подготовку высококвалифицированных специалистов, отвечающих современным запросам инновационной экономики, за проведение широкого спектра фундаментальных и поисково-прикладных исследований и обеспечение эффективного трансферта высоких технологий в экономику.

В основе сложившейся и постоянно развивающейся классической русской инженерной школы политехнического образования – интеграция образования, науки и инновационной деятельности, эффективное взаимодействие и кооперация с промышленными предприятиями и научными организациями.

Основные требования к выпускникам технических университетов – сочетание глубоких фундаментальных и специальных знаний с практическими умениями, способность осуществлять на высоком уровне разработки в области новейшей техники, высоких технологий, наукоемких производств, владение кроме инженерных знаний, знаниями в области экономики, менеджмента, права, иностранных языков. Становясь все более массовой, инженерная профессия постоянно подвергается дальнейшей дифференциации как по видам работ, выполняемых инженерами самых различных квалификаций и профиля, так и по постоянно появляющимся новым сферам техники и технологии. Важнейшая задача заключается в том, чтобы вести поиск ответа на вопрос: как сегодня подготовить специалистов завтрашнего дня, готовых включиться в широкий спектр различных видов инженерной деятельности. Инженерные знания быстро стареют, и универсализм современного специалиста заключается не в объеме полученных знаний и навыков, а в овладении общей системой ориентации в жизни, осознанном отношении к своей профессии, стремлении к постоянному личностному и профессиональному совершенствованию и развитию своего интеллектуального потенциала, умении генерировать новое знание. То есть сегодняшний инженер должен обладать гармоничным сочетанием естественнонаучного, технического и гуманитарного образования с высоким уровнем практической подготовки в конкретных областях науки и техники. В настоящих условиях специалист не может быть самостоятелен и успешен, если имеет только технические и технологические знания и не ориентируется в гуманитарных проблемах, коммуникативных стратегиях, не владеет социальными навыками и культурными компетенциями инженера.

Качество подготовки специалистов в высших учебных заведениях различно и определяется многими факторами; оно может быть достигнуто только при высоком уровне научно-образовательного процесса, современном содержании образования, обеспеченности материально-техническими ресурсами, использовании современных технологий обучения, мотивацией обучающихся, кадровым потенциалом научно-педагогического состава, успешным функционированием всех вузовских систем, включая управление.

Основные документы, определяющие качество, – государственные стандарты, программы, требования к содержанию и уровням подготовки выпускников.

Ведущим университетам предоставлено право самостоятельно разрабатывать и реализовывать программы и требования с участием стратегических партнеров, работодателей. Значительная вариативность программ, возможность диверсификации образовательных траекторий и сроков их завершения создают хорошие предпосылки для удовлетворения широких запросов по отношению к разнообразию профессиональной ориентации и уровням подготовки выпускников вуза.

В настоящее время вузы, готовящие кадры для сферы высоких технологий и оборонно-промышленного комплекса, имеют проблемы с набором молодежи, в том числе на ранее престижные специальности. Значительная часть поступающих в вузы на приоритетные направления инновационного развития плохо подготовлена к обучению, многие выпускники не связывают свою работу с той специальностью, которую получают в учебных заведениях.

Одним из наиболее важных факторов, возможно определяющим значимые в ближайшей перспективе проблемы, структурные изменения в профессиональном образовании России, является демографический кризис.

Много лет успешно реализуется самая масштабная в России научно-социальная программа «Шаг в будущее», цель которой – создание школьникам условий для качественного завершения среднего образования, подготовки к поступлению в вузы и адаптации к последующему обучению, отбор и привлечение талантливой, наиболее подготовленной и проф-ориентированной молодежи. По существу, разработан и реализуется уникальный метод поддержки и развития научной работы с молодежью и школьниками, формируется новое образовательное пространство, создаются условия для полноценного развития и воспитания творческой индивидуальности личности, поэтапного формирования профессиональных компетенций, образования через всю жизнь.

Науке в технических университетах отводится особо значимая роль как необходимой составляющей качественного образовательного процесса.

Новая стратегия экономического развития России предопределяет направления деятельности технических университетов – проведение современных исследований и активной инновационной деятельности, становление центрами инновационного развития.

Связь университетов с наукой и промышленностью обеспечивают научно-образовательные центры, центры технологического обучения, создаваемые вузами совместно с зарубежными инжиниринговыми

компаниями, научно-производственные комплексы нового типа. Усиление кооперационных связей между научными организациями, учреждениями образования и производственными предприятиями высокотехнологичных отраслей экономики обеспечивают базовые кафедры, отраслевые или корпо-ративные факультеты, где создаются оптимальные условия для полно-ценной подготовки специалистов (учебные кабинеты, лаборатории), а в процессе обучения принимают участие преподаватели университетов, ведущие ученые и специалисты предприятий. Такие схемы позволяют готовить для ведущих фирм страны высококвалифицированных инженеров, целевым образом ориентированных на работу на этих предприятиях.

Успешная инновационная деятельность невозможна без системы эффективной государственной поддержки, современной законодательной базы регулирования инновационной деятельности, системы стимулирования инновационного предпринимательства, развитой инфраструктуры.

Тормозом инновационного развития является недостаточное финансирование фундаментальной науки и образования, несбалансированное развитие фундаментальных, прикладных, поисковых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, недостаточная координация и взаимодействие, неэффективное использование потенциала научных организаций, академической, отраслевой, вузовской науки, недостаточное внимание созданию и развитию инновационной инфраструктуры. Пока нет широкой практики объединения научно-инновационного творчества ученых с механизмами коммерциализации, есть проблемы и в защите прав интеллектуальной собственности на результаты исследований.

Современные задачи требуют наличия научно-педагогических кадров нового поколения, предъявляют высокие требования к личности преподавателя, его компетентности, профессионально-педагогической культуре, научным знаниям. Основные проблемы преподавательских кадров, научных работников: возрастная (средний возраст преподавателей в вузах зачастую превышает 50 лет) и профессиональная. Перед вузами ставятся качественно новые задачи в научной работе по реальному включению большинства преподавателей в исследовательскую и инновационную деятельность. Освоение новых курсов и дисциплин, методологии и технологий образования требует новых мотиваций, знаний, умений и навыков; по существу, речь идет о перестройке научно-педагогической деятельности преподавательского корпуса.

Развитие в сфере информации коммуникации, Интернет и цифровые технологии меняют модель создания и трансляции знаний, а также процесс оценки и фиксации достижений. Предполагается, что уже в ближайшее

время произойдет расширение массовых открытых онлайн-курсов – дистанционного образования для всех желающих. Изменятся функции преподавателей, появятся виртуальные наставники (тьюторы), виртуальные лаборатории, библиотеки, записи лекций лучших ученых, процесс обучения будет контролироваться с помощью нейроинтерфейсов.

В высшей школе будущего ведущую роль должны играть научно-педагогические работники с учеными степенями и званиями; они определяют и содействуют научному прогрессу, аккумулируя знания в различных областях.

Передовой опыт, все новое, что есть на сегодняшний день в разных областях, в разных науках, должно хорошо осваиваться вузом, чтобы обеспечить и сохранять его роль лидера на образовательном поле. Способность обеспечивать результативную разработку и внедрение нововведений – стратегический фактор поддержания конкурентоспособности вуза.

Практики нового инженерного образования не могут зачастую быть реализованы из-за недостаточной информатизации вузов, отсутствия мощных Интернет-центров, электронных библиотек, устойчивых связей с зарубежными университетами, обмена студентами, аспирантами и преподавателями, возможностей работы с зарубежными инновационными центрами.

Необходимы реальные шаги по созданию института независимой профессиональной аккредитации и международной аккредитации образовательных программ и систем качества управления инженерным образованием. Анализ требований, предъявляемых к инженерным образовательным программам при их международной аккредитации, показал необходимость фундаментального переосмысления и перестройки процессов их жизнедеятельности. Выполнение требований российских государственных образовательных стандартов является необходимым, но не всегда достаточным условием признания образовательной программы за рубежом.

Учитывая исключительное значение модернизации системы подготовки инженерных и научных кадров для инновационного развития страны на основе сочетания глубоких научно-теоретических исследований и эффективной практики, развитие интеграционных процессов, являющихся важнейшими условиями будущего российского образования, необхо-димо подчеркнуть следующие основные приоритеты сферы образования:

– сохранение и развитие традиций русской инженерной школы, отечественной теории и практики, опыта и достижений в подготовке инженерных и научных кадров, повышение качества подготовки специалистов на основе интеграции образования, науки и производства, активного внедрения инноваций в российскую образовательную систему;

– проведение оптимизации структуры вузов на основе системного, взвешенного подхода в соответствии с требованиями сегодняшнего дня, всестороннего обсуждения и учета мнения вузовской общественности, работодателей, ученых, специалистов, открыто, по четким правилам и критериям (простое объединение и укрупнение образовательных учреждений, искусственное ограничение государственной поддержки вузов в зависимости от установленной их «эффективности» и приоритетности может нанести ущерб делу образования и привести к невосполнимой потере уникальных педагогических коллективов, научных школ);

– совершенствование перечня направлений, специальностей, уровней и сроков подготовки специалистов для сферы высоких технологий, оборонно-промышленного комплекса и необходимость «опережающей» подготовки по перспективным, прогнозируемым направлениям нового технологического уклада, масштабной переподготовки и повышения квалификации инженерных кадров;

– завершение разработки государственных образовательных стандартов нового поколения, которые, по существу, будут определять принципы подготовки кадров на ближайшую перспективу, согласованные с учебно-методическими объединениями, ассоциациями, а также профессиональных стандартов и требований к специалистам разных квалификаций, выработанных совместно с работодателями, с учетом развития приоритетных направлений научно-технической деятельности на предстоящий период;

– ориентирование технических университетов на достижение качественно нового уровня учебно-научной, инновационной деятельности за счет приведения содержания процессов профессионального образования, методов обучения в соответствие требованиям работодателей, формирование необходимых будущему специалисту компетенций и компетентностей к решению практических задач, обеспечивающих развитие высокотехнологичных производств, относящихся к V и VI технологическим укладам;

– развитие системы непрерывного образования, содействие созданию лидеров, крупных научно-образовательных комплексов на основе интеграции образовательных учреждений профессионального образования разного уровня, активного социального партнерства, обязательного привлечения

работодателей, специалистов предприятий и научных организаций к непосредственному участию в подготовке кадров, обеспечения содержательной и организационной преемственности между уровнями образования;

– создание и реализация совместных образовательных программ, основанных на новых технологиях передачи знаний и формировании практических навыков, развитие сетевого взаимодействия технических университетов и других образовательных и научных учреждений, а также сетевого взаимодействия с предприятиями и организациями реального сектора экономики;

– адресная и эффективная поддержка реальных научных проектов и программ, связанных с разработкой теории и практики инновационной деятельности в образовании России, конструктивное обсуждение путей и средств их обеспечения; расширение участия российских ученых в между-народном научно-техническом сотрудничестве, повышающее доступность для них результатов передовых исследований;

– создание условий, организационных механизмов, обеспечивающих эффективное использование потенциала вузовской науки для внедрения и коммерческого применения результатов исследований и инновационных разработок; защита интеллектуальной собственности и авторских прав исследователей и разработчиков;

– формирование реальных стимулов у предприятий на использование инженерных инноваций, проведение перспективных поисковых исследований, фундаментальных работ, спрос на новые изделия, процессы, технологии, повышение заинтересованности государственных заказчиков к отечественным инновационным продуктам, в том числе в области вооружения и оборонных технологий; контроль за ввозом в страну зарубежных устаревших технологий и оборудования; создание условий для выхода научных коллективов на мировой рынок высокотехнологической продукции; требование к разработчикам новых технологий и нового оборудования передавать вузам (по их запросам) информацию и документацию, необходимые для подготовки кадров для реализации этих технологий или оборудования;

– расширение подготовки научных кадров высшей квалификации по всему спектру приоритетных специальностей, стимулирование проведения диссертационных исследований аспирантами и докторантами по специальностям, обеспечивающим развитие наукоемких, высокотехнологичных производств, с использованием, в том числе, целевой подготовки за рубежом;

– законодательное закрепление реальных изменений, происходящих в системе образования, совершенствование нормативно-правовой базы, определяющей современные организационно-экономические механизмы деятельности высших учебных заведений, взаимоотношения различных структур образования, науки и производства;

– в части налоговых преференций – разрешение организациям относить на себестоимость выпускаемой продукции затраты, направленные на подготовку инженерных кадров в вузах, в том числе на выплату стипендий, на доплату преподавателям, на организацию практики студентов; освобождение от налогообложения работодателей при передаче образовательным учреждениям материальных ценностей (оборудования, денежных средств) для организации учебного процесса, отдыха и оздоровления обучающихся;

– последовательное разрешение вопросов, имеющих жизненно важное значение: для научно-педагогического корпуса – вопросы социального статуса, заработной платы, пенсионного обеспечения; для студентов, выпускников вузов – уровень стипендиального обеспечения, решение проблем трудоустройства, закрепления кадров, оплаты труда молодых специалистов и научных работников, повышения престижности инже-нерных профессий, решение социальных вопросов и жилищных проблем.

Технические университеты, их ведущие научно-педагогические школы во многом определяют стратегию развития высшего образования. Именно они могут быстро адаптироваться к меняющимся потребностям общества, обеспечивать качество, высокие стандарты образования в области математики, естественных наук и инженерии, генерировать новые знания и стимулировать инновации для достижения экономического роста, обеспечивать условия для непрерывного повышения квалификации профессиональных кадров и творческих возможностей человека в течение всей жизни.

Активная позиция всех научно-педагогических работников системы образования, богатый опыт, теоретические и практические наработки и предложения будут содействовать принятию оптимальных решений, касающихся развития сферы образования, послужат реализации конкретных мер, направленных на обеспечение устойчивого развития системы профессиональной подготовки кадров, станут эффективными инструментами реализации государственной политики.

Контрольные вопросы

1. С какими проблемами сталкивается современное инженерное образование?
2. Какие уроки необходимо усвоить для дальнейшего успеха российского образования?
3. Как изменились производственные технологии в настоящее время?
4. Какие отрасли получат развитие в будущем?
5. К чему приведет смена парадигмы образования?
6. Как обстоят дела с образованием сегодня?
7. Что требуется в будущем для развития высшего образования?
8. Назовите недостатки в проведении научных исследований.
9. Какие проблемы имеются в производственной сфере?
10. Какие модели университетов планируются в будущем? В чем их особенность.
11. Какими навыками должен обладать выпускник высшего учебного заведения?
12. Чем определяется качество подготовки высших учебных заведений?
13. Что такое программа «Шаг в будущее»?
14. Какую роль играет наука в современном образовании?
15. Опишите положительные и отрицательные аспекты развития инновационной деятельности.
16. Какие нововведения ожидаются в ближайшем будущем в сфере образования?
17. На что ориентирована система подготовки кадров?

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студента является обязательной и включает в себя:

- анализ лекционного материала;
- подготовку к семинарским занятиям;
- чтение и реферирование литературы;
- выполнение письменной контрольной работы – реферата;
- подготовка к экзамену.

2.1 Анализ лекционного материала

Пройденный на лекциях материал, как правило носящий теоретико-методологический характер, требует обязательной самостоятельной рефлексии студента. Для более эффективного освоения курса целесообразно анализировать лекционный материал следующим образом: повторно прочитав конспект лекции, ключевым понятиям темы необходимо уделить пристальное внимание, обратившись к рекомендованной по теме лекции литературе.

2.2. Подготовка к семинарским занятиям

Поскольку активность студента на семинарах является предметом внутрисеместрового контроля его продвижения в освоении курса, подготовка к семинарским занятиям требует ответственного отношения. Не допускается выступление на семинаре по первоисточнику (реферату) – необходимо иметь подготовленный письменный доклад, оцениваемый преподавателем наряду с устным выступлением. Не допускается также и распределение вопросов к семинару среди студентов группы, в результате которого отдельный студент является не готовым к конструктивному обсуждению «не своего» вопроса. Все вопросы к семинару должны быть проработаны каждым студентом. Для более эффективной подготовки к семинарским занятиям целесообразно активно использовать ресурсы сети Интернет. Всегда выступавшее основным средством подготовки к семинарским занятиям, и, несмотря на развитие Интернета, сохранившее свою значимость и в рамках данного курса является чтение и реферирование учебной и специальной научной литературы.

2.3. Чтение и реферирование учебной и специальной литературы

Изучение основной и дополнительной литературы является важнейшим требованием и основным индикатором освоения содержания курса.

Основные методические рекомендации к чтению специальной литературы следующие:

– не рекомендуется пропускать чтение вступления, введения и других вспомогательных частей текста, выступающих в качестве инструментов, организующих навигацию по тексту и позволяющих более глубоко понять авторский замысел;

– весьма продуктивным является чтение текста с параллельным выпи-сыванием основных теоретических постулатов, авторской аргументации, интересных примеров и других фрагментов текста в виде цитат. Если цитируемый источник указан в библиографии или в списке литературы, в конце цитаты в квадратных скобках указывается только фамилия автора и год издания книги.

Особое внимание необходимо уделять анализу библиографии, так как, читая текст по интересующей теме, можно сэкономить немало времени на поиске других важных источников, воспользовавшись списком, приведенным в конце произведения.

2.4. Оформление и защита реферата

Защита реферата проводится в устной форме. На защиту отводится 5-10 мин. На защите студент вправе использовать любые средства представления материала: презентацию, дискуссию.

Реферат должен содержать: титульный лист, содержание, основной текст, вывод и список литературных источников. Объём не должен превышать 15 страниц.

Требования к оформлению текста:

– гарнитура шрифта – Times New Roman;

– размер шрифта – 14 пт;

– выравнивание – по ширине;

– абзацный отступ – 1,25 см;

– поля: сверху и снизу – по 2 см, справа – 1,5 см, слева – 2,5 см;

– междустрочный интервал – 1,5.

Оценивание реферата осуществляется по следующим критериям:

– новизна текста: актуальность темы исследования; новизна и самотоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы в установлении новых связей

(межпредметных, внутрипредметных, интеграционных); умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал; явленность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений; стилевое единство текста, единство жанровых черт;

– степень раскрытия сущности вопроса: соответствие плана теме реферата; соответствие содержания теме и плану реферата; полнота и глубина знаний по теме; обоснованность способов и методов работы с материалом; умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме);

– обоснованность выбора источников: оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в том числе журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки);

– соблюдение требований к оформлению: насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы; оценка грамотности и культуры изложения (в том числе орфографической, пунктуационной и стилистической культуры), владение терминологией; соблюдение требований к объёму реферата.

В зависимости от качества предоставления материала за представленный реферат могут быть получены баллы, приведенные в таблице «Шкала оценивания результатов».

Шкала оценивания результатов

Требования	Баллы
Выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы	5
Основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты: неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы	4
Имеются существенные отступления от требований к реферированию: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод	3

2.5. Темы рефератов

Ниже приведен перечень тем рефератов, рекомендованных студентам для выполнения самостоятельной работы:

1. Наука и ее роль в современном обществе
2. Формирование картины мира
3. Наука в глобальном развитии цивилизации
4. Роль науки в развитии техники
5. Роль науки в жизни человека
6. Социальные последствия всеобщей компьютеризации и информатизации
7. Социальные и психологические проблемы компьютеризации совре-менного общества
8. Информатизация научных исследований
9. Этапы компьютеризации инженерной деятельности
10. Структура начного знания
11. Особенности научного познания
12. Специфика научного знания
13. Моделирование как метод научного познания
14. Метатеоретический уровень научного знания и его строение
15. Специфика технического и технологического знания
16. Природа технического знания
17. Инженерная деятельность, ее виды
18. Специфика технических наук и особенности технической теории
19. Специфика технических наук,их отношение к естественным, общественным наукам и математике
20. Проблема соотношения естественных и технических наук
21. Взаимодйествие науки и технологии
22. Соотношение науки и техники
23. Взаимосвязь научных и технических революций
24. Наука, техника, производство
25. Перспективы развития науки и техники
26. Роль физики в развитии техники
27. Сущность и значение научно-технической революции
28. Последствия научно-технической революции
29. Основные особенности научно-технической революции
30. Научно-техническая революция в истории человечества
31. Развитие научно-технического прогресса
32. Экологизация научно-технического прогресса

33. Технологическая революция как новейший этап современной научно-технической революции

34. Вличние развития техники и технологии на жизнь людей

35. Влияние информационных технологий на жизнь людей

36. Влияние развития науки и техники

37. Научно-технический прогресс: плюсы и минусы

38. Научно-технический прогресс и некоторые аспекты развития культуры

39. Влияние бытовых приборов на здоворье человека

40. Современная инновационная политика России

41. Проблемы инновационного развития в Российиской Федерации на современнном этапе

42. Государственная и региональная научно-техническая политика

43. Экономика научных исследований и разработок

44. Территории инновационного развития

45. Инновационный аспект формирования научно-технической политики в современной России

46. Инновационная политика государства, особенности ее осуществления на современном этапе

47. Энергетика и энергосбережение

48. Инновационные пути повышения энергоэффективности России

49. Информационное обеспечение мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности

50. Основные принципы энергосберегающей политики государства

51. Мониторинг технологических параметров

52. Интелектуальная система управления «Умный дом»

53. Экономическая эффективность использования системы «Умный Дом»

54. Разработка и исследование алгоритмов управления модуля энерго-сбережением системы «Умный дом»

55. Энергия солнца. Возможности использования в России

56. Альтернативные источники энергии

57. Технологии новых и возобновляемых источников энергии

58. Энергоэффективность и возобновляемые источники энергии

59. Экологические источники энергии

60. Обзор применяемых в субъектах РФ возобновляемых источников энергии

61. Обоснование внедрения нетрадиционнных и возобновляемых источников энергии для жилых домов с учетом региональных факторов

62. Разработка эффективной системы энергоснабжения на основе возобновляемых источников энергии

63. Состояние и перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в топливноэнергетическом комплексе России

64. Основные проблемы нетрадиционных возобновляемых источников энергии

65. Технологии освоения нетрадиционных источников энергии

66. Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии

67. Возобновляемые источники энергии и перспективы их использования в мире и России

68. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года

69. Цели и приоритеты энергетической стратегии России

70. Механизм реализации энергетической стратегии России

71. Концепция энергетической политики

72. Проблемы современного инженерного образования

73. Доктрины инженерного образования

74. История развития инженерного образования

75. Методология концепции инженерного образования в современной России

76. Проблемы в инженерном образовании России

77. О синергетической концепции высшего образования

78. Развитие инженерного образования и технической подготовки в России

79. Институциональная структура сектора исследований и разработок

80. Кадровый потенциал сектора исследований и разработок

81. Состояние и тенденции развития сектора исследований и разработок России

82. Институциональное проектирование инновационных отношений в регионе

83. Эффективность институциональных преобразований в РФ

84. Организации, выполняющие исследования и разработки

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Родионов, В. Г. Энергетика: Проблемы настоящего и возможности будущего / В. Г. Родионов. – Москва : ЭНАС, 2010. – 352 с.

2. Ибрагимов, И. М. Основы компьютерного моделирования наносистем : учебное пособие / И. М. Ибрагимов, А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров. – Санкт-Петербург : Из-во «Лань», 2010. – 384 с.

3. Сибикин, Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие для вузов / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. – Москва : Кнорус, 2010. – 232 с.

4. Федорищева, Е. А. Энергетика: проблемы и перспективы : учебное пособие / Е. А. Федорищева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Высшая школа, 2008. – 151 с.

5. Шинкевич, Т. О. Альтернативные источники теплоэнергоснабжения (ядерная и термоядерная энергетика) : учебное пособие / Т. О. Шинкевич, О. П. Шинкевич. – Казань : Казан. гос. энерг. ун-т, 2010. – 164 с.

6. Туманов, Ю. Н. Плазменные и высокочастотные процессы получения и обработки материалов в ядерном топливном цикле: настоящее и будущее / Ю. Н. Туманов. – Москва : Физматлит, 2003. – 760 с.

7. Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию / Н. Кобаяси ; перевод с японского А. В. Хачояна. – 2-е изд. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 134 с.

8. Сергеев, Н. Н. Современные проблемы технических наук: учебное пособие / Н. Н. Сергеев, А. Е. Гвоздев, А. Н. Сергеев, Ю. С. Дорохин, П. Н. Медведев. – Тула : Изд-во ТГПУ им. Л. Н. Толстого, 2016. – 120 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
1. Теоретическое содержание дисциплины «Современные проблемы технической физики» 5
1.1. Роль науки в современной цивилизации 5
1.2. Компьютеризация науки, ее проблемы и следствия 9
1.3. Уровни научного знания. Основные методы и формы эмпирического и теоретического знания 14
1.4. Специфика технических наук 25
1.5. Взаимодействие науки и техники 29
1.6. Позитивные и негативные стороны воздействия техники на человека 38
1.7. Направления, проблемы и задачи научно-технической и инновационной политики Российской Федерации на современном этапе 43
1.8. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности 48
1.9. Система «Умный дом» 52
1.10. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии 55
1.11. Применение наноматериалов в технической физике 65
1.12. Малая распределенная энергетика (МРЭ). Достоинства и недостатки 74
1.13. Использование аддитивных технологий в технической физике.. 77
1.14. Цель и задачи энергетической стратегии России 80
1.15. Современные концепции инженерного образования 83
2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов 96
2.1. Анализ лекционного материала 96
2.2. Подготовка к семинарским занятиям 96
2.3. Оформление и защита реферата 97
2.4. Чтение и реферирование учебной и специальной литературы 97
2.5. Темы рефератов 99
Библиографический список 102

Учебное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Учебно-методическое пособие

Составители:**Соловьева Ольга Викторовна,**
Попкова Оксана Сергеевна

Кафедра «Теоретические основы теплотехники» КГЭУ

Авторская редакция
Компьютерная верстка *Т.И. Лунченковой*

Подписано в печать 11.09.2020.
Усл. печ. л. 6,04. Уч.-изд. л. 5,66. Заказ № 284/эл.

Редакционно-издательский отдел КГЭУ
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51