

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ
И СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕХНИКИ
И
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Выпуск 2

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

СПЕЦИФИКА
ТЕХНИЧЕСКИХ
НАУК



МОСКВА • 1974

2-049485

III. ПРЕДМЕТ И МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

1. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

В. В. Чешев, О. М. Волосевич

Анализ особенностей возникновения и развития технических наук позволяет наметить пути исследования их предмета и задач.¹

Исторические факты показывают, что технические науки сформировались в связи с усложнением технических средств производства в период становления машин и явились своего рода инструментом, кардинальным образом изменившим способ конструирования техники. Переход к научному исследованию технических средств и технологии производства представлял собой завершающую фазу формирования предмета и задач технических наук. Поэтому выявление своеобразия, которым характеризуется исследование технической стороны производства, имеет первостепенное значение для изучения предмета и задач технических наук. Именно они служат основанием для отграничения последних в особую систему научных знаний и вида научной деятельности, позволяют понять специфику технических наук.

Выделение предмета технических наук — довольно сложная методологическая задача. Она усложняется еще и тем, что нет устоявшейся терминологии относительно того, что следует понимать под предметом и объектом знания. Вместе с тем, различение эмпирических и теоретических объектов стало азбукой методологического анализа. Так Б. С. Грязнов отмечает общепризнанное ныне в области методологии науки положение о том, что «теоретическое знание имеет дело не с эмпирически

¹ Это не просто вводная фраза к данному разделу. В некоторых случаях мы и здесь будем приводить примеры из прошлого и настоящего развития науки и техники. Однако в целом, наши рассуждения о предмете, задачах и методах технических наук, основываются на том материале, который изложен в предыдущем разделе.

данными объектами, а с объектами абстрактными, идеализированными и, соответственно, только к ним относится утверждения теории».²

Однако нет исчерпывающего решения вопроса о том, как соотносится мир теоретических и эмпирических объектов. Нет и единообразной терминологии для обозначения этих двух «миров». С точки зрения материалистической теории отражения теория, описывающая абстрактные, идеализированные объекты, отражает в конечном счете объективную реальность. В этом смысле вопрос о соотношении теории и мира эмпирических объектов решен. Между тем еще не изучен в достаточной мере «механизм» формирования теоретических объектов «снизу доверху» и процесс их соотнесения с реальностью «сверху вниз» оказывается крайне трудным. Но различать область объектов теории и область объектов предметно-практической, орудийной, экспериментальной деятельности необходимо и также надо вводить соответствующую терминологию, чтобы не смешивать эти две области объектов.

Разные авторы используют различную терминологию. Например, А. И. Ракитов отличает объекты орудийной деятельности от объективного предмета знания. Та или иная действительность становится объективным предметом знания, если она реконструирована в виде абстрактных объектов.³ Не смешивает объект и предмет знания Г. П. Щедровицкий. Объект существует независимо от знания, он существовал и до его появления. Предмет же представляет собой одну из сторон объекта, выделенную в нем в процессе познавательной деятельности и замещающую объект.⁴ Различая мир теоретических и мир — эмпирических объектов, предметной областью Б. С. Грязнов называет совокупность вещей и отношений, которые существуют независимо от человека, а объектом научного исследования — не сам предметный мир, а свойства и отношения, зафиксированные человеком. Иначе говоря, объект выделяется в процессе познания.⁵

Анализ различий в терминологии может быть весьма простым, так как едва ли не в каждой работе по методологии имеются разные смысловые оттенки даже в том случае, если терминам придается в принципе одинаковое значение. Поэтому достаточно, как мы полагаем, просто зафиксировать в каком

² Грязнов Б. С., Дынин Б. С., Никитин Е. П. Теория и ее объект. М., 1973, с. 43.

³ Ракитов А. И. Курс лекций по логике науки. М., 1971, с. 43—62.

⁴ Щедровицкий Г. П. Проблемы методологии системного исследования. М., 1964, с. 14.

⁵ Грязнов Б. С. Логический анализ понятия «объект научного исследования». — В сб.: Проблемы исследования структуры науки. Новосибирск, 1967, с. 37—38.

значении будут использованы термины «объект» и «предмет» технических наук.

Под объектами технических наук мы будем понимать некоторую область объективной реальности в виде вещей и их взаимоотношений, а именно — эмпирические объекты или объекты орудийной деятельности. Они в совокупности образуют особый класс объектов, обладающих своей спецификой, которую рассмотрим далее.

Под предметом технических наук мы понимаем то содержание в их объектной области, которое выделяется и фиксируется техническими науками в теоретическом описании с помощью знаковых средств. В процессе более или менее обобщенного описания этого содержания характеризуется тем самым и предмет технических наук. В каждом конкретном случае содержание реконструируется с помощью знаковых средств и может быть представлено в форме различного рода абстрактных (идеальных) объектов теории. В результате оказывается возможным различить объектную область, предмет и теоретические объекты технических наук.

Наличие объектной области, предмета и теоретических объектов указывает на сложную «многослойную» структуру технического знания. В этой связи процесс построения теоретического знания предстает многоступенчатой процедурой, включающей в себя ряд последовательных замещений и переходов, подобно тому, как это показал, например, В. С. Степин.⁶ Поэтому и описание предмета технических наук также включает в себя ряд последовательных процедур, связанных с переходом от «слоя к слою». Основными можно считать следующие процедуры: 1) выделение объектной области знания; 2) описание характера познания (познавательных задач), обусловленного особенностями включения элементов объектной области в структуру предметно-практической деятельности субъекта.

Сначала рассмотрим объекты технических наук.

Каковы фрагменты, объективной реальности, материальные образования, которые являются объектами технических наук?

Чаще всего здесь называется техника. Причем, в объем понятия «техника» включаются только устройства, иначе говоря, «вещи и комплексы вещей».⁷ Но известно, что изучение комплекса вещей обязательно ведет к изучению других технических компонентов производства, в частности, технологических процессов. Такое направление движения технического познания еще в начале XX в. отмечал П. К. Энгельмейер: «В технике есть своя наука, технология. Эта наука изучает на действительной

⁶ См.: Степин В. С. К проблеме структуры и генезиса научной теории. — В кн.: Философия. Методология. Наука. М., 1972.

⁷ Современная научно-техническая революция. Историческое исследование. М., 1970, с. 12.

практике все отдельные мероприятия, которыми пользуется работающий человек для выполнения своих работ. Она собирает сведения об этих мероприятиях, рассматривает их, отбирает наиболее целесообразные, очищает их научно и таким путем строит современное техническое искусство».⁸

Возможно в связи с введением технологических процессов в круг объектов технических наук, в настоящее время считается необходимым специально заметить, что наряду с устройствами, технические науки изучают также и технологические процессы. Так Ю. С. Мелешенко соглашается с тем, что «объектом технических наук является сама техника, а если подходить несколько шире, то и технологические процессы».⁹

Иными словами, в качестве объектов технического знания рассматриваются искусственные материальные образования, а точнее, искусственные средства деятельности. Продолжая этот путь, мы считаем необходимым получить более широкое и общее представление об объектах технического знания.

Начальным пунктом будет выявление предметного содержания практической деятельности людей. Всякая предметно-практическая деятельность, направленная на материальное преобразование вещей или внешней среды, вовлекает в свою орбиту комплекс различных объектов и ставит их в определенное отношение друг к другу. Совокупность взаимодействий объектов, осуществляемых в процессе деятельности, подчинена внешней цели: осуществить заданное материальное преобразование. Поэтому в структуре деятельности, подчиненной всякий раз конкретной цели, можно выделить ее предметное содержание, комплекс объектов и их взаимодействий которое назовем объектной структурой практики. В рамках производственной деятельности объектная структура всегда дополняется действиями субъекта. Но и сама по себе она образует нечто целостное. Главным содержанием последнего является процесс взаимодействия вещей, ведущий к желательным преобразованиям. Элементы объектной структуры деятельности рассматриваются как технические, поскольку их форма, функция и внешние связи подчинены конкретной задаче: осуществить технологический процесс, получить тот или иной материальный результат путем изменения формы предметов, их свойств, взаимного расположения и т. п.

Материальный результат, достигаемый в процессе функционирования объектной структуры деятельности, может не иметь самодовлеющего значения и не быть конечной целью деятельности.

⁸ Энгельмейер П. К. Философия техники. Вып. 2, СПб., 1912, с. 55—56.

⁹ Мелешенко Ю. С. Техника и закономерности ее развития. Л., 1970, с. 93.

Например, при игре на музыкальном инструменте важно не само по себе извлечение звуков, не материальный результат, который состоит в порождении колебаний воздушной среды, а эффект воздействия на эмоциональное состояние человека, эстетическое воздействие музыки. Преобразование среды (возбуждение колебаний в ней), звуки выступают как носители значения, ибо в свойствах звуков, их последовательности и организации закодировано определенное содержание, доносимое до воспринимающего субъекта. Но, отвлекаясь от конечной цели исполнительского искусства, можно остановиться только на одной стороне дела, на возбуждении колебаний в среде. Указанная задача решается с помощью материальных средств. И в той мере, в какой эта совокупность средств решает задачу возбуждения колебаний в воздушной среде, допустимо говорить о технических средствах извлечения звука, или об объектной структуре деятельности, обеспечивающей решение данной задачи. Конечно, технический язык в малой степени приложим к описанию музыкальных инструментов. Тем не менее музыкальные характеристики инструмента (силу звука, тембр и пр.) можно рассматривать как его технические характеристики. К ним же, впрочем, относится и ряд других показателей, например, число регистров органа и др.

Пример с музыкальным инструментом приведен лишь потому, что он позволяет отделить техническую сторону деятельности от нетехнической. Причем, оказывается, что техническая сторона деятельности и ее предметно-техническое содержание непосредственно связаны только с процессами материальных преобразований. В этой связи и может быть найдено то объектное содержание деятельности, та объектная структура, которая в своем функционировании (при участии субъекта или без него) производит заданное действие. На наш взгляд, именно такая объектная структура и выступает в конечном счете объектом технического знания.

Объектные структуры подобного рода практически могут быть выделены во всех областях деятельности. Поэтому говорят о военной технике, технике письма и пр. Наиболее широко эти структуры развиты и представлены в материальном производстве. Неудивительно, что в определении техники обычно подчеркивается, что техника есть средства «целесообразной (прежде всего трудовой и, особенно — производственной) деятельности людей».¹⁰

Взятое с технической стороны описание объектной структуры деятельности может быть как целостным, системным, так и «по-элементным». В процессе развития человеческой практики объектные структуры деятельности развивались и воспроизводились скорее всего по законам целого. Но само по себе это еще не значит, что на всех ступенях исторического развития всегда существовали средства анализа и описания их как целого. Такие средства характерны лишь для системного подхода, и сложились они только в середине XX в., хотя какие-то попытки рассмотрения технических структур как целого должны были существовать и встречались ранее.

¹⁰ Там же, с. 50.

Однако главным способом описания объектной структуры деятельности было расчленение ее на основные структурные элементы, выделенные по функциональному признаку, т. е. по их месту и роли в ней. Наиболее характерным является вычленение в объектной структуре технологических процессов, устройств различного рода и материалов. Эти структурные элементы и выступают чаще всего как объекты конкретных областей технического знания. Каждая из указанных групп элементов представляет собой комплекс объектов, отличающихся от других функциональными и техническими характеристиками. В практике патентного дела эти группы элементов принято обозначать терминами «способы», «устройства», «вещества».

В любой предметно-практической деятельности всякий раз соединяются три указанных типа элементов, но своим особым образом. Их соединение есть переход к целому, причем этот переход не всегда требует специальных средств системного анализа. Инженерную практику долгое время удовлетворяло описание изобретений, конструкций технических устройств, их конкретных связей в рамках той или иной производственной технологии. Прогресс в технике, как отмечал П. К. Энгельмейер, начинается с изобретения. «Технология впоследствии собирает и описывает то, что дали изобретатели. Технические науки вообще следуют за изобретениями, а не предшествуют им. Это доказывает история техники».¹¹ Исторически технические науки формировались как описание устройств, способов и материалов, а также производства, которое и завершало описание предметной деятельности как целого.¹² В последнем случае производственная деятельность рассматривалась в виде последовательного ряда технологических процессов и операций, а объектная структура производственной деятельности — как совокупность взаимодействующих технических устройств, осуществляющих технологические процессы и операции. Сюда же включалась характеристика деятельности субъекта, его производственных операций.

Принимая во внимание тот факт, что основными объектами научно-технического описания в рамках технического знания являются устройства, способы и вещества, перейдем теперь к рассмотрению особенностей указанных объектов. Главное, что обращает на себя внимание при анализе технических объектов — это их двойственная природа. Двойственность состоит в том, что технические объекты представляют собой синтез «естественного» и «искусственного». Характеристика их как искусственных образований связана с тем, что они — продукты человеческой созидательной деятельности. Участвуя в деятель-

¹¹ Энгельмейер П. К. Творческая личность и среда в области технических изобретений. СПб., 1911, с. 109.

¹² Подробнее см. в предыдущем разделе книги.

ности субъекта, технические объекты функционируют в ней как средства целесообразной деятельности. Выполнять эту функцию они могут потому, что именно человек преобразовывает вещество и энергию природы, придавая им форму и свойства, соответственно заданной функции.

Так, например, для того, чтобы использовать в мирных целях термоядерную энергию, т. е. процесс синтеза ядер в качестве промышленного источника энергии, соответственно заданной функции нужно найти и разработать методы, с помощью которых удастся управлять термоядерными процессами. Это — сжигание смеси дейтерия с еще более тяжелым радиоактивным изотопом водорода — тритием, что даст возможность производить огромное количество электроэнергии при самом небольшом выходе радиоактивных веществ и далее, в перспективе — это, вероятно, сжигание одного дешевого дейтерия, запасы которого практически неисчерпаемы.

Особую специфическую роль выполняют здесь технические науки. Примечательно, что о техническом аспекте задачи говорил выдающийся физик-теоретик современности Макс Борн. Управляемый термоядерный синтез он понимал как «искусственное состояние, которое можно сохранить лишь в результате постоянного использования исключительно тонких технических методов (разрядка наша. — В.Ч. и О.В.) и лишь на основе международного сотрудничества».¹³ Термоядерную энергию Макс Борн сравнивал с безбрежным морем, покоренным разумом человека «посредством исследований, технических средств (разрядка наша. — В.Ч. и О.В.) и организации».¹⁴

В самом деле, проблему управляемого термоядерного синтеза, средоточием которой являются удержание, термоизоляция, нагрев плазмы, исследуют и решают ученые и инженеры многих стран. Зажигание самоподдерживающейся термоядерной реакции предполагается осуществить в соответствующих технических устройствах, представляющих собой единство «естественного» и «искусственного», а именно — в термоядерных установках. Пока это будет так называемый «демонстрационный реактор». Его создание возможно в восьмидесятых годах, после чего планируется перейти к решению задач уже производства электроэнергии в крупных масштабах. Это и есть путь овладения термоядерной энергией, пролагаемый совместными усилиями естественных и технических наук. Вместе с тем, это — путь межгосударственного сотрудничества, основными целями которого являются не только использование научного и технического потенциала различных стран, но и взаимное понимание национальных энергетических программ и соответствующих им перспектив развития.¹⁵

Рассмотренный нами, да и другие подобные примеры показывают, что границы искусственного всегда определяются естественным, т. е. свойствами тел, поставленных субъектом в те или иные взаимоотношения и взаимодействия. Кроме того сама сфера естественного, вовлеченного в человеческую практику, всегда исторически ограничена. Ограничен объем естественного, освоенный субъектом и ставший частью его среды, что накладывает отпечаток на процесс создания искусственных объектов. Создание, скажем, первых простейших орудий труда было результатом полученного в процессе трудовой деятельности эмпи-

¹³ Борн М. Моя жизнь и взгляды. Пер. с англ., М., 1973, с. 97.

¹⁴ Там же.

¹⁵ См., например: Соглашение между СССР и США о сотрудничестве в области энергетики. «Правда», 1974, 29 июня.

рического знакомства человека с веществом и энергией природы, их свойствами. Вычленение отдельных технологических операций и специализированных технологических орудий сопровождалось расширением и углублением знаний о природе. Неизмеримо далеко вперед шагнула и стремительно развивается в условиях научно-технической революции современная техника, которая научно использует не только механические, но и физические, химические, биологические явления и процессы; физико-химические и тому подобные процессы в пограничных областях и, наконец, моделирование с помощью физических процессов логических операций. Но неперемнная и важнейшая особенность технических объектов состоит и будет состоять в том, что под оболочкой «искусственного» в них всегда скрывается естественная природа вещей, объективные свойства и закономерности природы. Эта особенность технических объектов выступает достаточно ярко и является общепризнанной. Все исследователи техники в нашей стране, несмотря на различия предлагаемых ими определений обязательно подчеркивают тот факт, что техника создается путем использования сил и закономерностей природы.¹⁶

Можно утверждать, что технические объекты, включенные в познавательную деятельность субъекта есть особая форма объективной реальности, данная субъекту. Но мы знаем, что явления и процессы природы становятся объектом познания также и через естественнонаучный эксперимент. Значит, природа, ее вещество и энергия включаются в человеческую практику и выступают объектом познания в виде эмпирических объектов естествознания и технических объектов.

Попробуем сопоставить задачи, возникающие при исследовании технического объекта и эмпирических объектов естествознания. Будучи специфическими формами проявления сил природы, обе они — следствие активной целенаправленной деятельности человека. Таков общий момент, связующий технические объекты и объекты естественнонаучного эксперимента. Указанная общность позволяет в том и в другом случае описывать одними и теми же средствами процессы и свойства тел, как в технической сфере, так и в естественнонаучном эксперименте.

Вместе с тем между ними есть и существенное различие. Оно обуславливается различным назначением технических объектов и объектов естественнонаучного эксперимента. В последнем случае ставится цель воспроизвести какой-либо процесс

¹⁶ См., например: Волков Г. Н. Методологические проблемы исследования развития техники. Автореф. дис. на соискание уч. степ. канд. филос. наук. М., 1966; Дряхлов И. И. К вопросу об определении техники и некоторые закономерности ее развития. — Вестник МГУ, 1966, вып. 4, серия 8, Мелешенко Ю. С. Техника и закономерности ее развития. Л., 1970; Шухардин С. В. Опыт определения термина «техника». — Вопросы истории естествознания и техники. 1959, № 8 и др.

для того, чтобы определить закономерную связь физических величин, которыми характеризуются эмпирические объекты. В результате такого исследования открывается, например, закон природы. Описание его в рамках естественнонаучной теории «снимает» (элиминирует) частные особенности ситуации, в которой он проявляется. Все это определяет структуру эксперимента и способ его описания.

Как же обстоит дело с техническими объектами?

Они включены в практическую деятельность как ее материальные средства. Несомненно, что структурные элементы технических объектов взаимодействуют по законам природы, которые вскрываются естествознанием. Однако указанные взаимодействия организованы целенаправленно для обеспечения определенного внешнего эффекта. В производственной деятельности крайне важна организация взаимодействия элементов технического объекта, внешней функции объекта, тех целей и действий, которые достигаются при его применении. Значит, для исследования технического объекта одной характеристики взаимосвязи основных физических величин, выражающих действие закона, мало. Необходимо ввести еще комплекс характеристик, с помощью которых описывались бы как структура (строение) объекта, так и его внешние функции.

Тогда возникает еще один вопрос — возможно ли знание комплекса характеристик только в рамках естественнонаучного знания?

Поскольку оно (естествознание) вообще не ставит перед собой задачи исследования характеристик подобного рода, то, очевидно, невозможно. Формируя свой предмет как исследование «природы самой по себе», естествознание отвлекается от характеристик объектов как средств деятельности, от описания технических функций объектов.

Специальный тип описания объектов — средств деятельности — может возникнуть и возникает в другой сфере знаний, а именно — в сфере инженерно-технического знания. В ходе производственной практики, в процессе использования объектов как средств деятельности приобретают определенный и четкий характер те требования, которые предъявляет то или иное производство к элементам своей объектной структуры. Формируются методы описания ее в целом, а также внутренней организации; приемы оценки способности объекта удовлетворять заданным требованиям; его способности функционирования. Тем самым выделяется совокупность характеристик, описывающих объект как средство деятельности и совокупность понятий, которыми оперирует инженерно-техническое знание. Указанные характеристики мы будем называть техническими характеристиками, техническими свойствами объекта.

Технические свойства весьма различны и «показывают» технический объект с разных сторон.

Например: нагрузочная и регулировочная характеристики электромашинного генератора, его динамические характеристики (быстродействие, колебательность, перерегулирование), коэффициент полезного действия, мощность и пр.; для электронных ламп — анодно-сеточные характеристики, а также такие показатели, как допустимая мощность рассеяния на аноде, предельное анодное напряжение, величина сеточного тока и пр.; для вычислительной машины — быстродействие (число операций в минуту), объем памяти, набор осуществляемых операций и множество других характеристик, описывающих ее как целое, так и отдельные ее узлы. Словом, каждое техническое средство имеет свой специфический набор технических свойств.

Представление о технических свойствах образуется не сразу, а исторически, в процессе практического использования объекта. Из естественнонаучных знаний однозначно оно не выводится. По тому, каков набор технических свойств, удастся судить о способности объекта занимать то или иное место, играть ту или иную роль в системе производства. И наоборот, совокупность каких-либо общих требований к объекту, определяемых способом его использования в производстве, предполагает фиксированный набор соответствующих технических свойств. Очевидно, нет нужды доказывать, что поскольку исторически менялись требования к объекту, да и сами объекты, то также развивались и изменялись знания о технических свойствах объекта.¹⁷ Впрочем, каждый новый технический объект не обязательно обладает качественно новыми техническими свойствами. Он может иметь оптимальный набор свойств или лучшие их количественные вариации (технические характеристики). Новые же свойства, как правило, выявляются при новом способе использования объекта, при новом способе включения его в деятельность.

Как бы то ни было, целесообразные формы вещества и энергии природы в конечном счете получают специфическую характеристику средств деятельности, именно в технических свойствах объектов. В них отражается способность объектов выполнять те или иные технические функции. Не случайно поэтому творческая деятельность ученых, изобретателей и конструкторов направлена на то, чтобы непременно добиться реализации определенных технических свойств.

Если через технические свойства выражается их особая роль в производстве, то само существование этих свойств, в свою очередь, обуславливается наличием физического, химического или другого процесса и той особой формой, в которой он представлен. Из числа возможных и известных выбирается такая форма процесса, которая более всего соответствует требуемым техническим характеристикам объекта. Представим себе, что известен закон, определяющий ход процесса. Тогда появляется возможность сознательной перестройки процесса в таком на-

¹⁷ Примеры подобного рода мы рассматривали, анализируя особенности возникновения и развития технических наук. См.: соответствующий раздел книги.

правлении, чтобы целенаправленно изменить технические свойства. Но процессы, совершающиеся в объекте, описываются с помощью естественных наук. Не вскрывая технических особенностей объекта, естествознание позволяет в полной мере отразить его физическое или химическое и т. п. (естественное) содержание.

Свойства, обнаруживаемые в объекте при исследовании его, скажем, физического содержания, мы назовем естественными свойствами. Понятию «естественные свойства» придается широкий смысл. Оно включает всю совокупность параметров, величин и т. п., вскрывающих физическую природу осуществляемого процесса. Например, для электромашинного генератора это — величины, характеризующие магнитное поле, процессы в электрической цепи, и величины, отражающие связь магнитного и электрического полей. Для электронных ламп — величины, характеризующие процесс прохождения тока в вакууме и пр. Получается, что технический объект в целом может быть представлен двумя типами характеристик. Во-первых, он рассматривается как некий естественный объект, частный случай проявления закона природы, устанавливаемого естественными науками. Во-вторых, техническому объекту дается специфическая характеристика как средству целесообразной деятельности, функционирующему в объектной структуре практики. Вторая характеристика выражает такие свойства технических средств, которые обеспечивают успешный результат деятельности. Напомним, что подобные свойства объекта были названы «техническими» в отличие от «естественных» и знание о последних вырабатывается естественными науками.

Мы уже отмечали, что знания о технических свойствах объекта не могут возникнуть в сфере одних только естественных наук. Они появляются как отражение свойств объектов в процессе трудового оперирования с ними. Между естественными и техническими свойствами объекта имеется не только тесная взаимосвязь, но и соответствие, так как технические свойства объекта есть своеобразное специфическое проявление его механических, физических, химических и др. свойств, естественных процессов, совершающихся при оперировании с объектами. Поскольку естественные свойства объекта лежат в основе технических, то для того, чтобы придать объекту конкретные технические свойства, нужно соответственно применить или изменить его естественные свойства.

Обратимся теперь к предмету технических наук.

Представление о двух типах характеристик технического объекта позволяет раскрыть предмет технических наук, понять, что изучается ими в соответствующем объекте. Причем, сразу же напрашивается мысль, что в содержание предмета технических наук войдет исследование соотношения между естественными и техническими свойствами объекта.

Научно-техническое знание будет синтезировать эти два типа описания, возникающие в рамках инженерно-практического опыта и естественнонаучного исследования.

Если существование технических характеристик является отличительной особенностью соответствующих объектов, то без фиксации этих свойств и их описания техническое знание просто немыслимо. Но будучи научным, оно должно вскрывать и происхождение технических характеристик. Одной из причин, как указывалось выше, являются физические и др. процессы в технических средствах, раскрываемые через естественные свойства, естественнонаучные характеристики. Соотношение этих двух типов характеристик обладает своим специфическим содержанием, выходящим за границы естествознания и исследование его позволяет проложить, образно говоря, мост от естественнонаучных знаний и открытий к техническому их применению, к изобретению.

Через соотношение двух типов характеристик технического объекта выражается соотношение между самими техническими средствами и свойствами тел природы, ее явлениями и процессами. Всякая целесообразная функция объекта в предметной деятельности проистекает из определенной комбинации его естественных свойств. В природных телах набор этих свойств не обусловлен какой-либо целью. Он — результат естественных стихийных процессов, совершающихся в природе. Преобразование естественного объекта в техническое средство достигается такими операциями, которые придают ему, скажем, одни физические, химические и прочие свойства (в необходимой степени) и снимают, либо уменьшают другие. Тем самым создается необходимый набор технических свойств, достаточных для того, чтобы использовать предмет как конкретное средство деятельности. Сопоставляя, таким образом естественный и технический объекты, нетрудно заметить, что последний является одной из возможных форм реализации определенного физического (или другого) процесса, соответствующие свойства которого в требуемой степени обеспечивают его техническое применение.¹⁸

Как выглядит на деле соотношение естественных и технических характеристик технического объекта можно увидеть на любом техническом устройстве. Возьмем для примера электрический генератор с его основными техническими свойствами: характеристикой холостого хода, внешней и нагрузочной характеристикой. Они описывают поведение генератора в различных условиях эксплуатации. Понять сущность этих характеристик

¹⁸ Г. Саймон, например, пишет, что «искусственный мир сосредоточен именно в точках встречи внутреннего и внешнего. Его назначение — в достижении целей за счет приспособливания первого ко второму. Для тех, кто занимается искусственным, настоящая задача состоит в том, чтобы понять, как надо осуществлять это приспособливание средств к внешней среде». См.: Саймон Г. Науки об искусственном. М., 1972, с. 73.

и получить средства изменения их в нужном направлении можно лишь через изучение естественных процессов, происходящих в магнитной цепи машины. Технические характеристики являются производными от происходящих в машине естественных процессов, их «внешним» выражением; получены они путем приспособления электромагнитного процесса, происходящего в устройстве к его внешнему действию, назначению, функции. Не случайно теория электрических машин ставит своей целью изучение физических процессов в электрических машинах: намагничивание железа, индукцию, взаимоиндукцию и т. д.

Точно также и радиотехническому прибору-транзистору «присуще» целое «семейство» коллекторных характеристик, предельная величина коллекторного и базового тока, предельные напряжения, рассеиваемая мощность и т. д. Обоснование этих характеристик достигается познанием на молекулярном уровне внутренних физических процессов, происходящих в транзисторе. Соотношение естественных и технических характеристик имеет для него, как и для любого другого технического объекта, столь же объективный характер, как и законы природы, открываемые естественными науками.

Представление о наличии естественных и технических характеристик объекта и их соотношении не исчерпывает предмета технических наук. Дальнейшее развертывание содержания предмета предполагает исследование вопроса о том, как синтезируется естественнонаучное знание с техническим опытом и техническим описанием объекта. Детальное изучение «механизма» синтеза требует глубокого логико-методологического анализа, который неразрывно связан с исследованием становления научно-технического знания. Мы здесь ограничимся указанием лишь на то, что является основанием синтеза. В онтологическом плане таким основанием выступает сама структура (или строение) технического объекта. В гносеологическом плане — это понятия и характеристики, которыми описывается структура технического объекта.

В самом деле, технические науки заняты изучением взаимосвязи естественных и технических свойств объекта. Но и те и другие выступают свойствами конкретного предмета, конкретной конструктивной формы, реализующей, о веществевающей то или иное явление природы. Изменение конструктивной формы есть, по сути дела, изменение естественных и технических величин, характеризующих объект.

Например, чтобы улучшить работу электронной лампы шли по пути различных конструктивных усовершенствований, которые обеспечивали оптимизацию параметров при изменении физического процесса в ней, и в частности: изменение числа электродов (сеток), изменение конструктивных особенностей сеток (например, шага спирали и взаимных расстояний сеток) и других электродов (подогретый активированный катод, изменения в конструкции анода и пр.). Проследив историю развития этого прибора, можно найти целый ряд последовательных конструктивных усовершенствований,

обеспечивших его прогресс от несовершенного диода до электронных ламп применяемых в высокочастотной радиосвязи и радиолокации.

Аналогичные ситуации существовали и существуют и в других областях техники. Такова одна из тенденций развития техники.

Понятно, что должно существовать какое-то описание конструктивной формы технического устройства. И наше представление о предмете технических наук будет неполным, если оставить в стороне вопрос о том, как описание взаимосвязи естественных и технических свойств соотносится с описанием конструктивной формы устройства; как картина взаимосвязи свойств «накладывается» на конструктивную форму устройства.

Здесь нам придется обратиться к понятию «структура технического объекта». В общем случае понятие «структура» означает совокупность элементов и способ их связи. Любой объект можно изучать в различных аспектах и каждый раз он будет представлен той или иной конкретной структурной моделью. В этом смысле технический объект — не исключение. Он может иметь различные структурные изображения. Поскольку сама структура описывается на разных уровнях общности, то и структурное изображение будет определяться, кроме всего прочего, уровнем описания объекта. Нам важно выделить в этой связи представление о вещественной структуре объекта от всех других возможных структурных описаний. Говоря о ней, мы имеем в виду вещественные элементы, из которых составлен объект и способы связи между ними. Для данного уровня описания структуры объекта могут быть использованы термины «строение» и «конструкция».

Например, техническое устройство, реализующее рабочее пространство двигателя внутреннего сгорания, является структурой, состоящей из цилиндра определенной формы и поршня, плотно скользящего в цилиндре. Триггерная ячейка (элемент электронной вычислительной машины) является структурой, состоящей из транзисторов, конденсаторов, резисторов и диодов и определенного способа их сочленения. В свою очередь транзистор (электронный полупроводниковый прибор) представляет собой структуру, в которую входит корпус, проводящий и полупроводниковый слой, контактные устройства, отводы и т. д.

Вещественная структура технического объекта есть материальная форма его существования. Работа по созданию технического устройства обычно завершается изготовлением и сочленением отдельных вещных элементов. Набор элементов и способы их сочленения определяет в конечном счете эффективность, надежность устройства. Все его технические свойства, характер процессов, конкретная форма их существования также зависят от этой вещественной структуры. Описание структур, технических объектов имеет решающее значение в техническом знании. Начав анализ технического знания с его научно-технического

уровня, мы с необходимостью должны были отделить естественнаучное от специфического описания технического объекта, функционирующего как средство деятельности. Это достигается разделением естественных и технических характеристик объекта.

Но если идти от первоначальных форм знания к становлению его как науки, к использованию научных средств описания объектов, то оказывается, что на всех этапах своего развития техническое знание выступало как описание функционирующих структур. В содержание технического знания непременно входит описание структуры технического объекта, его функционирования и, что, пожалуй, самое важное, фиксация связи функционирования и строения, функции и структуры. Например, известно, что воспроизводство предметной деятельности человека немыслимо без воспроизводства орудий деятельности. Изготавливая орудия, субъект имеет в виду их назначение, функции и придает форму, строение, свойства, соответствующие назначению, функциям орудий. Будучи полифункциональными, первые простейшие орудия труда использовались для различных операций. Технический прогресс и развитие форм предметно-практической деятельности проявились в дифференциации орудий труда, сопровождавшемся одновременно расчленением производственного процесса на ряд специализированных операций. Специализированное орудие имеет ясно обозначенные структурные признаки (например, особенности формы), тесно связанные со спецификой его функционирования, что обеспечивает требуемые функциональные особенности. Фиксация в знании структур с помощью чертежей, человеческой памяти была необходимым условием материального воспроизводства и передачи технического и производственного опыта от поколения к поколению, а также обмена техническим опытом между цивилизациями. Наличие тех или иных структурных особенностей зависит от назначения, функции устройства, и мастер, изготавливавший орудие, должен был представлять себе достаточно ясно, как связаны функциональные и структурные особенности предмета.

История науки и техники показывает, что исследование связи строения и функционирования и есть центральная проблема технического знания, содержанием которого является описание этой связи. Оно-то и образует предмет технических наук или, во всяком случае, ядро технического знания, вокруг которого объединяются все остальные его элементы.

Связь строения и функционирования может быть фиксирована на различных уровнях, с разной степенью проникновения в ее сущность. В простейшем виде указывается, что для обеспечения определенных функций необходимо знать те или иные особенности формы или свойств материалов орудия. Либо наоборот: об их назначении судят по известным особенностям

формы и свойств. Такой способ описания связи строения и функции является внешним, эмпирическим.

Внутренняя необходимая связь указанных сторон объекта обусловлена процессом, совершающимся в техническом объекте. Действие объекта, его функционирование есть одновременно осуществление процесса взаимодействия его элементов. Описывая это взаимодействие научными средствами, вскрывается причинная обусловленность структурных и технических характеристик объекта. Так мы приходим к важному выводу о том, что основные понятия, в рамках которых разворачивается техническое знание, есть категории «структура», «функция», «процесс».

Трудно сказать, какие из названных категорий были генетически первыми. Скорее всего описание технических средств всегда разворачивалось с помощью этих понятий, ибо отражение и воспроизводство объектной структуры практики требовало понимания взаимодействия ее элементов, т. е. процесса, а также описания структурных и функциональных особенностей самих элементов. Например, пользуясь этими категориями, можно дать характеристику любой вычислительной машины. Так, ее структура выражает основной состав (арифметическое и запоминающее устройства, устройства ввода и вывода), а структура команд — логическую схему ЭВМ и методы программирования решаемых задач. Категория «функции» служит математической логике. С помощью категории «процесс» описываются физические явления, происходящие в интегральных схемах; преобразование физических величин в цифровую форму; арифметические операции в машине и пр. Технические знания об ЭВМ, формирующиеся на основе названных категорий и применимые к любой технической системе управления, развиваются в рамках технической кибернетики.

Однако в условиях, когда формы предметной деятельности достаточно устойчивы, а объектная структура деятельности более или менее стабильна, то наиболее важным становится фиксация структурных особенностей технических средств.

Перейдем теперь к рассмотрению исследовательских задач технических наук. Поскольку технические свойства являются основным показателем объекта, то и главная цель технических наук состоит в раскрытии сущности этих свойств. Это значит, что науки должны объяснять и описывать соответствующими средствами необходимый для некоторого устройства комплекс технических свойств, порождаемый естественными причинами и структурными особенностями объекта. Хотя формирование технических наук завершается тогда, когда они, используя аппарат естествознания и математики, обращаются к описанию физических процессов, протекающих в устройствах, тем не менее изучение этих процессов никогда не было в технических науках самоцелью. Оно всегда направлено на выяснение

сущности технических свойств и ограничивается преимущественно данной задачей. Если же возникает необходимость выйти за рамки взаимосвязи технических и естественных свойств и исследовать собственно физическую, химическую природу процесса, то решение задачи такого рода передается естествознанию.

Об определяющей роли технических свойств и структурных признаков в формировании предмета технических наук свидетельствует исторический опыт.

Например, известно, что паровую машину соорудили на базе эмпирических представлений о термодинамическом процессе.¹⁹ Паровые двигатели в начале XIX в. приобретали все возрастающее значение в промышленности, а соответствующей теории не было. «Несмотря на работы всякого рода, предпринятые относительно паровых машин,— писал Сади Карно,— несмотря на удовлетворительное состояние, в которое они теперь приведены, их теория весьма мало подвинута, и попытки их улучшить почти всегда руководились случаем.»²⁰ Применение и распространение в промышленности паровых машин выдвинули ряд требований к их техническим свойствам. Это были технические требования или технические задачи, решение которых преследовало главную цель — создание универсального двигателя с его определяющей характеристикой — «универсальностью по техническому применению». Мог ли им стать двигатель прерывного действия? Нет, потому что такие машины годились, скажем, в качестве насосов и оказывались непригодными для привода разнообразных станков машинного производства. Таким образом, на первое место выдвинулась техническая задача обеспечения непрерывности отдачи работы. Поскольку процесс превращения тепловой энергии в механическую представляет собой принципиально циклический, периодический, т. е. прерывный процесс, ибо рабочее тело теплового двигателя отдает работу периодически, прерывно, то потребовалось (еще одна техническая задача!) в систему включить передаточный механизм. Он воспринимает механическую работу от рабочего тела прерывно, а отдает ее рабочей машине непрерывно. Истории техники известно направление решения задачи о непрерывной работе двигателя и разработка методов получения такой работы.²¹

В процессе развития промышленной революции были выработаны новые технические свойства паровых машин. Речь идет о получении работы в форме однонаправленного, непрерывного и равномерного вращательного движения. Эти свойства еще более конкретизировали вышеупомянутую характеристику «универсальности по техническому применению» двигателя.

Потребовалось повышать экономические показатели машин, что было связано с улучшением важнейшей технической характеристики, названной впоследствии коэффициентом полезного действия. Большое количество эмпирических исследований преследовало цель выявить причины, вызывающие повышенный или пониженный расход угля на единицу мощности. Как известно с исследования и решения частной задачи — повышения экономичности машины Ньюкомена начал свою изобретательскую деятельность Дж. Уатт, поскольку ему как механику университета в Глазго поручили починить действующую модель водоотливной паровой установки.

¹⁹ Об этом см. в предыдущем, а также в следующем разделах книги.

²⁰ Карно С. Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу.— В кн.: Второе начало термодинамики. М.—Л., 1934, с. 19.

²¹ Белькинд Л. Д., Веселовский О. Н., Конфедератов И. Я. и Шнейберг Я. А. История энергетической техники. М.—Л., 1960, с. 122—130.

Со временем задача выявления причин, вызывающих повышенный или пониженный расход топлива на единицу мощности была поставлена в обобщенной форме. А тогда все эти задачи носили больше конструктивно-технический, изобретательский и лишь отчасти научно-исследовательский характер.

Оставались открытыми следующие принципиальные вопросы: существует ли граница, за которой улучшение теплового двигателя невозможно; может ли быть рабочее тело, более выгодное, чем водяной пар, применяемый в качестве онго; иначе говоря, зависит ли работоспособность двигателя от природы рабочего тела? «Часто поднимали вопрос: ограничена или бесконечна движущая сила тепла,— писал С. Карно,— существует ли определенная граница для возможных улучшений, граница, которую природа вещей мешает перешагнуть каким бы то ни было способом, или, напротив, возможны ли бесконечные улучшения»²². С. Карно не только впервые сформулировал вопрос о принципиальных возможностях паровой машины, но и в свете общих физических законов установил общие принципы работы любого теплового двигателя.

Таким образом, в общем виде задача исследования процессов, определяющих технические характеристики тепловых машин, стала достоянием сформировавшейся науки — термодинамики, а применительно к паровому двигателю — специальной теории паровой машины.

Применение регулятора уровня воды в паровом котле (И. И. Ползунов, 1765 г.) и центробежного регулятора скорости паровой машины (Дж. Уатт, 1784 г.) предшествовало и в то время стимулировало возникновение теории регулирования. Вначале технические свойства и структурные признаки устройств регулирования рассматривались в отношении функционирования отдельных механизмов, элементов, а не как системы в целом. Поэтому и сами исследования, их результаты относили к области прикладной механики, занимающейся паровыми машинами. Хотя о новой самостоятельной науке не говорилось, тем не менее, это были первые шаги в данном направлении.

Определяющую роль в формировании предмета новой теории сыграли исследования технических свойств и структурных особенностей системы машина-регулятор, изучение динамики ее работы. Первыми и основополагающими стали работы Дж. К. Максвелла («О регуляторах», 1866 г.) и И. А. Вышнеградского («О регуляторах прямого действия», 1877 г.). В последней рассматривались не только проблемы разработки и наладки регуляторов, но и содержались конкретные практические результаты расчетов. Это была теория центробежных регуляторов.

Характер и значение общей теории регулирования приобретались по мере расширения объектной области исследования. В начале XX в. наряду с традиционной паровой машиной в качестве объекта регулирования стали рассматривать различные машины.²³ И уже в 60-е годы теория автоматического регулирования и управления выступала как «наука, изучающая общие свойства систем автоматического регулирования и управления и занимающаяся разработкой методов анализа и синтеза этих систем».²⁴ Системы автоматического регулирования — сложные многоэлементные замкнутые системы. Одной из структурных особенностей их является наличие отрицательной обратной связи, вследствие которой в системе теряется устойчивость и генерируются автоколебания. Поскольку система должна сохранять устойчивость, то разработка, конструирование (и наладка) системы предполагает исследование общих динамических свойств ее и происходящих в ней процессов, изучение условий устойчивости системы и т. д. Поэтому теория

²² Карно С. Указ. соч., с. 19.

²³ См., например: Есьман И. Г. Регулирование водяных турбин. Известия Слб. Политехнического института, 1905, вып. 3—4; Каган-Шабшай Я. Ф. Регулирование скорости в электродвигателях постоянного тока. М., 1907.

²⁴ Физический энциклопедический словарь. Т. 4, М., 1965, с. 388—389; т. 5, М., 1966, с. 255, 258.

автоматического регулирования и управления непосредственно связана с теорией устойчивости движения, теорией колебаний и использует их идеи и методы. Расширение объектной области автоматического регулирования привело к тому, что создавались системы, описание которых обычными дифференциальными уравнениями полных производных оказывалось невозможным, возникали задачи, выходящие за рамки линейных и нелинейных задач. Появились цифровые системы и соответственно теория цифровых систем автоматического регулирования. А в конечном счете расширение данной объектной области вызывается прогрессом многооперационных производств, растущими распределенными системами (заводы с непрерывной технологией, нефтепроводы и т. п.). Развитие фундаментальных исследований в области механики машин и теории управления в связи с созданием автоматических систем машин названо одной из важных научных проблем, решение которой имеет определяющее значение для прогресса машиностроения в условиях научно-технической революции.²⁵

Такой путь формирования предмета технической науки, какой мы только что рассмотрели, не является, разумеется, единственным. Новые условия, в которых происходит научно-технический прогресс, порождает и новые пути формирования теорий, описывающих те или иные устройства. Когда, в частности, уже сложились технические науки и выявились общие представления о технических свойствах, соответствующие определенному классу объектов, даже создание нового технического объекта не вносит существенных изменений в эти представления. Вообще говоря, к моменту создания объекта уже существуют исходные установочные данные для построения его теории (совокупность типовых технических свойств), а также средства построения теории. Эмпирические исследования проводятся в том случае, если нужно установить точные количественные характеристики объекта. Но независимо от условий формирования технической теории отправным моментом ее построения всегда является исследование технических свойств. В результате в теорию технического объекта входят два типа его характеристик. Это, прежде всего, его технические характеристики, а затем характеристики механических, физических и других процессов, протекающих в устройстве. Значит, целевая установка технических наук предполагает исследование естественных процессов, детерминирующих технические свойства только в той мере, в какой они определяют технические свойства и их взаимосвязь.

На протяжении научного исследования технического объекта «центр тяжести» задачи может перемещаться либо к техническим свойствам, либо к естественным процессам. Если, например, для производства готовится новая машина, оборудование или в новых условиях используются уже эксплуатирующиеся виды техники, то в том и другом случае необходимо знать характеристики поведения объекта в процессе выполнения его

²⁵ Научные исследования и прогресс машиностроения.— Вестник Академии наук СССР, 1974, № 6; с. 50, 53, 55.

назначения. Тогда новые технические характеристики соотносятся с уже известными и задача технических наук на этом этапе заключается в выработке понятий, которые дадут описание новых характеристик и позволяет соотнести их с естественными свойствами объекта.

В других ситуациях задача состоит в изучении естественных процессов в технических устройствах. При решении ее технические науки, не создавая каких-либо принципиально новых средств исследования, заимствуют их у естественных наук. Ученый, инженер опирается на естественнонаучные теории этих процессов и применяет аппарат естественных, математических и кибернетических наук в любом случае, когда необходимо исследовать внутренние процессы, определяющие поведение технического объекта. Главная трудность таких исследований заключается обычно в том, чтобы установить класс явлений, к которым относится неизвестный еще, но идущий в устройстве процесс и, следовательно, детерминирующий технические характеристики объекта. Когда же природа явлений в принципе установлена, то исследовательская задача решается с помощью данных соответствующих естественных наук.

Не исключено, что в исследовании такого рода будет обнаружено что-то новое и неизвестное ранее. Тогда задача перерастает границы собственно технического исследования и становится соответствующей задачей естественных наук.

Подобная ситуация сложилась, например, в недалеком прошлом в одной из новых областей техники — пневмогидроавтоматике. На основе использования явления прилипания струн к стенке канала, происходящего при фиксированных условиях, создаются различные пневматические приборы, выполняющие логические функции. Само явление к моменту его применения рассматривалось лишь в «феноменологическом» плане, т. е. был представлен ход процесса и внешние условия его протекания. Этого оказалось достаточно, чтобы применить явление в технике, несмотря на то, что имеются трудности для понимания и объяснения его природы. Изучением сущности указанного явления занимаются гидро- и аэродинамика. Вероятно, более глубокое познание природы данного явления откроет новые практические возможности для развития приборов.

Наличие специфического по своему характеру предмета технических наук позволяет утверждать, что технические науки имеют свой статус самостоятельности. В отличие от предмета естественных наук они дают развернутое описание технических свойств объектов, его структуры и тех естественных процессов, которые детерминируют эти свойства. Тем самым выделяются и сопоставляются внешние и внутренние характеристики определенного технического устройства. Своеобразие целевой установки технических наук и особенности их предмета порождают соответствующие логические и экспериментальные методы и средства исследования. Естественнонаучные знания выступают в этом случае как одно из средств, используемых техническими науками при решении своих задач.

Таков, на наш взгляд, принципиальный подход к решению вопроса о предмете технических наук, согласно представлению о том, что есть существенное различие между естественными и техническими науками. Особенность предмета технических наук связана с тем, что они имеют дело не просто с веществом и процессами природы, а со «второй природой», которую, по выражению А. М. Горького, создают люди. Еще Ф. Энгельс подчеркивал различие, например, между «разрушительной силой электричества в грозовой молнии и укрощенным электричеством в телеграфном аппарате и дуговой лампе . . . , между пожаром и огнем, действующим на службе человека».²⁶ Это различие не в физических и химических законах, действующих в стихийных природных процессах и в технических системах. Различие заключается в социальной обусловленности действия «сил природы» в технической сфере. Социально опосредованное действие природы, представленное в виде создаваемых человеком структур, обладает существенными особенностями. Нам представляется, что эти особенности учитываются через особую группу величин, называемых техническими характеристиками, взаимосвязь которых с «физическим содержанием» устройства и его структурой составляет «поле» деятельности технических наук.

Такое понимание предмета технических наук, очевидно, справедливо для всех специальных технических дисциплин, а также и для общетеоретического описания технических объектов. Оно соответствует также сложившемуся в науке представлению о целевой направленности технических наук. Например, Б. М. Кедров пишет: «Если естествознание открывает и изучает то, что может быть использовано практически (различные виды материи и формы ее движения, различные силы природы и их законы), то техника и технические дисциплины решают задачу — как именно эти законы могут быть применены и использованы в интересах человека».²⁷ В этом смысле технические знания следуют за естествознанием и черпают из него информацию о том, что происходит в природе.

Такова основа и для решения различных производственных задач, входящих в круг интересов технических наук. Изучая различные технические устройства и технологические процессы, они дают средства для проектно-конструкторской и технологической разработки различных искусственных систем, их нормального функционирования и развития.

²⁶ Маркс и Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 291.

²⁷ Кедров Б. М. Предмет и взаимосвязь естественных наук. М., 1967, с. 15.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
I. Исследование специфики технических наук. Исходные принципы и задачи. <i>О. М. Волосевич</i>	7
II. Особенности возникновения и развития технических наук. <i>Б. И. Иванов, О. М. Волосевич, В. В. Чешев</i>	48
III. Предмет и методы технических наук	112
1. Предмет и задачи технических наук. <i>В. В. Чешев, О. М. Волосевич</i>	—
2. Взаимосвязи, устанавливаемые техническими науками. <i>В. В. Чешев</i>	133
3. Идеальные объекты технических наук. <i>В. В. Чешев</i>	142
4. О методах технических наук. <i>В. И. Кобзарь, В. В. Чешев</i>	147
IV. Технические науки в системе научных знаний	163
1. Технические науки и естествознание. <i>О. М. Волосевич, В. В. Чешев</i>	—
2. Технические и общественные науки. <i>И. Г. Васильев</i>	204
V. Проблема классификации технических наук. <i>О. М. Волосевич, В. И. Кобзарь, В. В. Чешев</i>	225
VI. Основные закономерности развития технических наук. <i>Б. И. Иванов</i>	259
VII. Современный техницизм и технические науки. <i>Ю. Н. Абабков</i>	288
Литература	326