

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Московский государственный университет печати имени Ивана Федорова

И.К. Корнилов

ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО ИСКУССТВА

Монография

Москва
2014

УДК 001.894/.895

ББК 30у

К 67

Рецензенты:

В.Ф. Взятыйшев, доктор технических наук, профессор,
руководитель Исследовательского Центра социальных технологий
в инженерии и образовании;

В.И. Сафьянов, доктор философских наук, профессор,
заведующий кафедрой философии МГУП имени Ивана Федорова

Корнилов И.К.

К 67 Основы инженерного искусства : монография / И.К. Корнилов;
Моск. гос. ун-т печати имени Ивана Федорова. — М. : МГУП
имени Ивана Федорова, 2014. — 372 с.

ISBN 978-5-8122-1274-2

В монографии рассматриваются проблемы взаимосвязи инженерного искусства с социальными, философскими, историческими задачами инженерной деятельности, обсуждаются методологические вопросы системного подхода к инновационной деятельности инженера.

Для преподавателей, аспирантов, магистров, студентов старших курсов технических вузов, а также для слушателей системы постдипломного образования.

УДК 001.894/.895

ББК 30у

ISBN 978-5-8122-1274-2

© Корнилов И.К., 2014

© МГУП

имени Ивана Федорова, 2014

Содержание

Предисловие	6
Введение	8
Глава 1. История инженерного дела	18
1.1. История техники	18
1.1.1. Определение понятия «техника»	18
1.1.2. Особенности процесса развития техники	19
1.1.3. Периоды развития техники	21
1.1.4. Техника и способ производства	24
1.2. История технических изобретений	26
1.2.1. Изобретения при первобытнообщинном способе производства	26
1.2.2. Изобретения при рабовладельческом способе производства	28
1.2.3. Изобретения при феодальном способе производства	31
1.2.4. Изобретения при мануфактурном способе производства	33
1.2.5. Изобретения при капиталистическом способе производства	38
1.2.6. Чудеса света — инженерные решения	42
1.3. Законы и закономерности развития техники	49
1.3.1. Технические объекты и критерии их оценки	49
1.3.2. Группы техники и закономерности их развития	51
1.3.3. Иерархия потребностей	55
1.3.4. Законы развития технических объектов	58
Библиографический список к первой главе	62
Глава 2. Инженерная деятельность	64
2.1. Особенности инженерной деятельности	64
2.1.1. Инженерное дело как искусство	64
2.1.2. Инженерное искусство и красота	68
2.1.3. Принципы гуманизации инженерной деятельности ..	72

2.2. Инновационная инженерная деятельность	76
2.2.1. Основные понятия и определения	76
2.2.2. Роль научно-технического творчества в инновационной деятельности	82
2.2.3. Научно-техническое творчество и инженерная деятельность	88
2.3. Эффективность инженерной деятельности	93
2.3.1. Критерии инженерной и инновационной деятельности	93
2.3.2. Варианты оценки эффективности деятельности	94
2.3.3. Рациональное и иррациональное в инженерной деятельности	99
2.4. Проектирование инженерной деятельности	104
2.4.1. Системный подход и качество	104
2.4.2. Потребительские свойства продукции	111
2.4.3. Оценка качества продукции	115
2.4.4. Структурно-функциональный подход	121
2.5. Инженерная этика	125
Библиографический список ко второй главе	132

Глава 3. Философские вопросы

научно-технической деятельности	139
3.1. Научная деятельность	139
3.2. Процесс научного познания	143
3.3. Специфика научного познания	151
3.4. Научные методы и функции философии в научном познании	153
3.5. Философские основания науки	157
3.6. Философия и наука: общее и различное	161
3.7. Методология науки и структура научного знания	164
3.8. Принципы, методы и средства научного познания	167
3.9. Техническая деятельность и технические науки	171
3.10. Философские проблемы техники	176
3.11. Взаимосвязь технических, естественнонаучных и гуманитарных знаний	180
3.12. Наука и техника	184
Библиографический список к третьей главе	190

Глава 4. Инженерное дело и эстетика	193
4.1. Техническая эстетика и дизайн	193
4.1.1. Техническая эстетика, дизайн, художественное конструирование	193
4.1.2. Инженерное дело и красота	196
4.1.3. Дизайн: основные понятия и определения	200
4.1.4. История дизайна	204
4.2. Инженерное проектирование и техническая эстетика	210
4.2.1. Композиция в технике	210
4.2.2. Связь технической эстетики с проектированием ..	220
4.2.3. Социальные аспекты эстетики и проектирования ..	225
4.3. Социотехнические системы	230
4.3.1. Эргономика как наука	230
4.3.2. Антропометрия	239
4.3.3. Человеческий фактор	243
4.3.4. Возможности человека	251
4.3.5. Распределение функций между человеком и машиной	258
Библиографический список к четвертой главе	263
Глава 5. Инженерное дело в России	266
5.1. Периоды развития инженерного дела в России	266
5.2. Инженерное искусство в России в конце XIX — начале XX века	295
5.3. Инженеры России	301
5.4. Выдающиеся инженеры, ученые, изобретатели России ..	306
Библиографический список к пятой главе	321
Заключение	325
Словарь	332

Предисловие

Монография «Основы инженерного искусства» является продолжением и развитием предыдущих изданий автора: «Инновационная деятельность и инженерное искусство» и «Методологические основы инженерной деятельности», опубликованных соответственно в 1996 и в 1999 годах.

При переходе на двухуровневый вариант обучения (бакалавриат и магистратура) в учебных планах, ориентированных на подготовку магистров по техническим направлениям, появилась группа относительно новых дисциплин, к которым прежде всего следует отнести методологию научного творчества, защиту интеллектуальной собственности, основы научных исследований, техническую эстетику, философию и методологию науки.

Практика преподавания вышеуказанных учебных курсов, а также опыт производственной и научно-исследовательской работы убедительно доказывают не только необходимость введения подобных предметов в систему подготовки магистров, но и настоятельную потребность в осмыслении взаимосвязи рассматриваемого учебного материала с практикой инженерной и научной деятельности.

Подобно тому, как еще в XIX веке сложились блоки учебных дисциплин, связанных с целенаправленной подготовкой специалистов по инженерным специальностям, так и в настоящее время возникает потребность в формировании нового блока учебных предметов, отражающих потребности инновационного развития общества.

Примером может служить традиционный набор следующих взаимосвязанных и взаимообусловленных общеинженерных курсов: черчение, начертательная геометрия, теоретическая механика, теория механизмов и машин, материаловедение, сопротивление материалов. Новым блоком, отражающим уровень развития современной цивилизации и ориентированным на гуманистический путь ее развития, является следующая группа дисциплин:

1. Основы инженерного дела.
2. История науки и техники.
3. Философия науки и техники.
4. Методология научного и технического творчества.
5. Защита интеллектуальной собственности.
6. Техническая эстетика.
7. Основы научных исследований.

Первые две дисциплины следует считать базовыми для преподавания бакалаврам, остальные необходимы для квалифицированной подготовки магистров. При такой организации обучения можно рассчитывать на появление выпускников высших учебных заведений, владеющих основами инженерного искусства и способных к самостоятельной инновационной деятельности.

В данной монографии впервые предпринята попытка объединить материал, необходимый для подготовки вышеуказанных курсов в единый комплекс под названием «Основы инженерного искусства».

Введение

Россия переживает один из критических периодов своей истории. События следуют друг за другом с такой головокружительной быстротой, что за ними трудно следить. Еще труднее понять их необходимость, их пользу для будущего времени. Поэтому нас так легко охватывает злоба и отчаяние. По временам даже кажется, что голова ослабела, что потерялась способность рассуждения. Опускается голова, опускаются руки, и наступает апатия перед жизнью, потерявшею всякую ценность... Не лежит ли на обязанности всякого, кто не потерял веру в человеческий разум, напоминать о нем? (1912)

П.К. Энгельмейер.

В современном высшем и постдипломном образовании российских инженеров назрел ряд таких проблем, которые настоятельно требуют незамедлительного решения. В первую очередь к ним относятся: проблема совершенно конкретных путей гуманизации технического образования и проблема воспитания системного мышления.

Гуманизация образования — это отнюдь не расширение учебных программ высших технических учебных заведений за счет включения в них отдельных гуманитарных дисциплин. Это прежде всего: 1) «очеловечивание» учебного материала на основе принципа: наука — это не просто предметная информация, а развивающаяся система знаний и деятельность по их производству; 2) систематизация материала таким образом, чтобы сами преподаватели пришли к пониманию своих предметных курсов как части единой развивающейся системы знаний. Первое направление предполагает формирование у учащихся познавательной активности, второе направление — это путь системного уплотнения информации.

Цель настоящей монографии — помочь как обучаемым, так и обучающим на практике использовать конкретные формы указан-

ных выше направлений гуманизации при освоении технических знаний. Эта цель потребовала синтеза представлений из таких областей знаний, как философия, социология, системный анализ и технические науки.

Раскрытие взаимосвязей между научно-техническим творчеством и инновационной деятельностью, связанных с интеллектуальными новациями, потребовало обращения к теории познания, т.е., в сущности, к законам диалектики. В то же время процесс творчества всегда связан с инсайтом (озарением), определяющим некое неосознанное проникновение в глубинную суть явлений, поэтому возникла необходимость обращения к вопросу о синтезе рационального и иррационального в творческих и инновационных процессах. Актуальность тематики предлагаемого материала подтверждается тенденциями разработки данных проблем во всех передовых в промышленном отношении странах.

Подготовка монографии «Основы инженерного искусства» вызвана также необходимостью наметить пути решения основополагающих задач, связанных с перестройкой высшего технического образования.

На первое место следует поставить задачу гуманизации образования, которая становится все более актуальной в связи с ускоряющимся ростом научно-технической информации и заполнением учебных программ огромным объемом «готовых знаний», предназначенных лишь для механического запоминания. Существенной является также задача определения и внедрения в учебный процесс методологии научно-технического творчества, во многом определяющей успех инновационной деятельности специалиста.

В начале девяностых годов нашего столетия в России появился запрос общества на специалистов, способных не к рутинному следованию в фарватере устоявшихся социальных и технических канонов, но к активной творческой инновационной деятельности, к адаптации своих профессиональных качеств к условиям работы новой техники и развивающихся в России рыночных отношений. Актуальность поставленной задачи, кроме того, диктуется необходимостью ликвидировать и не допускать впредь существующую ныне значительную невостребованность обществом специалистов, получающих высшее

техническое образование по устаревшим социальным и научно-техническим установкам, что приводило и приводит до сих пор к явной и скрытой безработице, к потере не только работы по специальности, но и смысла жизни целым социальным слоем — инженерами и научно-техническими работниками России.

Конкретно данная ситуация рельефно отражается в системе высшего технического образования, где она особенно обострилась в период так называемой перестройки и затем разгосударствления предприятий. Сегодня стало очевидным, что даже «хороший инженер», наполненный точными техническими знаниями, полученными в вузе, — это всего лишь хороший исполнитель по заданному алгоритму и менее всего творец. Жизнь же требует того, чтобы инженер был и квалифицированным знатоком современного производства, и творцом новых научно-технических проектов, таким, какими были русские инженеры И.П. Бардин, А.В. Винтер, Г.О. Графтио, А.Н. Крылов, М.В. Кирпичев, А.Н. Туполев, В.Г. Шухов и др.

Для решения этой задачи есть только один путь — сформировать инженера-творца, или инженера-новатора, уже в вузе, для чего необходимо мобилизовать все средства, раскрывающие факторы и движущие силы научно-технического творчества. О них как о совершенно конкретных путях формирования инженеров нового типа и сказано в монографии. К этим факторам относятся психологические, философские, экономические, социологические; в монографии они рассмотрены комплексно, системно. Ведущим из них, по нашему мнению, является фактор гуманизации образования.

Социально-философские проблемы инновационной, научно-технической и инженерной деятельности выделились в настоящее время в относительно самостоятельную область гносеологии. Знания о научно-техническом прогрессе, научно-технической революции, научно-техническом творчестве, полученные только в рамках исторических, социологических, философских, психологических, педагогических, экономических и технических наук, не могут полностью раскрыть внутреннюю сущность социально-технических новаций в научно-технических областях деятельности современного общества. Поэтому возникает необходимость не только совершенствования, но и разработки общей концепции дальнейшего развития системы под-

готовки специалистов с высшим техническим образованием и методологии ее управления. Создание новой парадигмы процесса образования становится не только педагогической, технологической или экологической проблемой, но и социально-экономической задачей, от успешного решения которой зависит успех развития всего общества.

Анализ литературы, посвященной инженерной деятельности, свидетельствует о значительном интересе мировой общественности к вопросам, связанным с формированием инженера-новатора. Имеется много работ, в которых исследуются различные аспекты инженерной и инновационной деятельности. К ним относятся прежде всего диссертации и монографии В.В. Алехина, Д.О. Гусева, Э. Крика, Е.З. Мирской, К.С. Пигрова, Л.Г. Титаренко, Г.И. Шеменева, Л.В. Яценко.

Философское осмысление научно-технической деятельности, связанное с этическими, эстетическими и социальными проблемами, представлено в работах Г.Я. Буша, В.Ф. Горбачевского, Б.И. Кудрина и др. Психологические проблемы, в том числе психология научно-технического творчества и инженерной деятельности, широко освещены в трудах М.Г. Ярошевского и его сотрудников, в частности Я.А. Пономарева. Все же ключевым вопросом современные исследователи считают организацию технического образования в вузах. В этом направлении работают такие ученые, как А.Г. Бондаренко, Ю.А. Дмитриева, И.П. Калошина, П.Ф. Кравчук, А.Б. Курлов, А.И. Позднякова, В.П. Старжинский, С.И. Шабалин, В.Ф. Шепетько.

Для выделения этого вопроса в качестве первоочередного имеются весьма серьезные основания. В настоящее время процесс обучения техническим специальностям представляет собой сложное социальное явление, обусловленное множеством различных факторов. Сегодня этот процесс становится объектом внимания не только педагогов, но также и философов, социологов, психологов, историков, экономистов и даже политиков, понимающих прямую зависимость экономического положения государства от выбора верного курса социального управления процессом обучения научных и инженерных кадров.

Философские вопросы обучения инженеров проанализированы в трудах А.С. Кокорева, Е.П. Стародубцева, Е.А. Шаповалова,

М.Л. Шубаса. Социальные аспекты подготовки инженеров в технических вузах России рассмотрены в работах В.Д. Голикова, Б.И. Еремеева, И.А. Ильина, А.С. Кулагина, Е.Е. Кучко, В.А. Мансурова, Л.В. Невской, Р.В. Сухаревой, В.Г. Нестерова. В области психологии представляют интерес исследования С.М. Василейского, И.П. Калошиной, Ю.А. Концегова, Т.В. Кудрявцева. Специфика исторического подхода к инженерной деятельности отражена в работах О.В. Козловской и В.И. Мартинкуса. Экономические проблемы деятельности инженеров достаточно подробно освещены в трудах Е.А. Гусева, И.С. Мангутова, А.С. Павлова.

Признавая необходимость изменения содержания и структуры учебного процесса на основе введения новых гуманитарных дисциплин и спецкурсов, авторы работ, посвященных процессу обучения во вузах, вместе с тем, как правило, заканчивают свои труды еще и выводом о том, что нужна значительная работа по общей переподготовке преподавателей-предметников высшей школы в плане привлечения истории и особенно социологии для формирования творческого потенциала специалиста.

Подобные заключения в общем виде подтверждают и нижеприведенные диссертационные исследования по специальности «Социология духовной жизни»: Спицын Ю.Г. Социальные проблемы военно-инженерного образования в России. Спб., 1994; Тараканов В.И. Проблемы подготовки специалистов в высшей школе и их функционирование в сфере науки. М., 1994; Шепеленко И.П. Социальная адаптация выпускников вузов инженерно-технического профиля. М., 1994; Чернышева Т.Е. Переориентация инженерно-технического образования на потребности производства в условиях перехода России к рыночной экономике. М., 1995.

Однако, несмотря на верные выводы о необходимости гуманизации технического образования, такими работами трудно воспользоваться на практике из-за отсутствия в них конкретных рекомендаций и методик. Это понятно, так как обычно подобные исследования ведут специалисты с базовой гуманитарной подготовкой, малознакомые с особенностями проектирования и управления современной техникой и соответствующими учебными курсами. Если за подобную задачу берутся высококвалифицированные технические специ-

алисты, то они как раз и дают конкретные рекомендации и методики, доведенные до возможностей их реального использования. Однако здесь наблюдается другая крайность. Эти рекомендации в подавляющем большинстве случаев носят узкоспециальный, во многом технократический характер. В них крайне трудно, а подчас и невозможно выявить направленность на гуманизацию инженерного мышления.

Попыткой вырваться из этого круга неопределенности можно считать развитие относительно молодого для истории философии научного направления — «Философия техники». Родоначалники этого направления и их последователи в иерархии приоритетных задач по подготовке специалистов выделяли в качестве основных задачи развития творческого потенциала личности и разработки механизма формирования этого развития в условиях высшей школы. Основоположающими в этом направлении являются публикации европейских ученых конца XIX — начала XX века (см., напр.: Kapp E. *Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Kultur aus neuen Gesichtspunkte*, 1877. Dessauer F. *Philosophie der Technik*. Bonn, 1926. Freyer H. *Philosophie der Technik*. Gottingen, 1927).

Необходимо отметить также, что до настоящего времени процесс и теоретического, и практического осмысления таких категорий, как инженерная деятельность, инженерное мышление, научно-техническое творчество, складывался таким образом, что наибольшее развитие получили психологические и гносеологические аспекты, а целостные, системные, философские и социологические аспекты, по существу, исследованы очень мало и, как правило, носят характер общих рекомендаций, труднодоступных для реального воплощения в социотехническую деятельность инженера. Поэтому закономерно то обстоятельство, что в общественном сознании доминирует представление о научно-технической и инженерной деятельности как об особой духовной деятельности, как бы оторванной от творчества вообще и тем более от искусства. В связи с этим и возникает задача раскрытия инженерной деятельности с помощью конкретно-исторического изучения социально-технических процессов. Такой анализ делает возможным понимание неразрывной связи способа производства и научно-технического творчества, научно-технического творчества и культуры, связи инженерной и инновационной дея-

тельности с искусством, с нравственными ценностями творческой личности.

Анализ подходов к решению этой задачи привел к необходимости в качестве основных для системы высшего технического образования выделить следующие социальные противоречия:

1) социально-производственное противоречие, возникшее в системе образования на уровне «высшее техническое учебное заведение — общество» и заключающееся в том, что, несмотря на обширную и глубокую профессиональную подготовку, значительная часть выпускников вузов в условиях новой системы социально-экономических отношений оказываются неспособной к самостоятельной творческой, инновационной деятельности;

2) социально-личностное противоречие, возникшее в системе образования на уровне «студент (инженер) — высшее техническое учебное заведение» и заключающееся в том, что многие выпускники вузов, обладая значительным запасом не только технических, но и естественнонаучных и гуманитарных знаний, не знают, как их использовать для решения не только социальных, но и технических задач.

Социальные явления, связанные с этими противоречиями, оказывают мощное давление на систему «студент — технический вуз — общество». «Сверху» это давление проявляется в форме недовольства системой образования, выражаемого обществом; «снизу» — в форме недовольства, выражаемого студентами технических вузов. Именно этим проблемам были посвящены различные конференции, прошедшие в конце прошлого века: Проблемы организации и развития инженерной деятельности. Обнинск, 1990; Функционально-стоимостной анализ в интенсификации экономики. М., 1990; Теоретические и методические проблемы обучения взрослых. М., 1994; Высшее образование проблемы и перспективы развития. Киев, 1995; Философия образования. Рязань, 1995; Молодое поколение в науке и творчестве. М., 1996, и др.

Результатом развития и обострения указанных противоречий является резкое падение социального заказа на «производство» специалистов с высшим техническим образованием, так как и отдельным предприятиям и отраслям промышленности, в конечном итоге все-

му обществу такой специалист не нужен. Подтверждением сказанному может служить малый конкурс в технических вузах на инженерные специальности и связанные с этим многочисленные упрощения при приеме абитуриентов на инженерные специальности. Следствием является падение не только престижа, но и качества подготовки инженеров.

Таким образом, основная проблема, на решение которой направлена данная работа, состоит в поиске путей ликвидации существующего ныне несоответствия процесса формирования инженерных кадров потребностям дальнейшего развития общества. Очевидно, что пути решения этой проблемы связаны с системой подготовки инженеров в вузах страны.

Рабочие гипотезы исследования базируются на изучении соответствующих работ по социологии управления, социологии культуры, социологии образования и науки, а также социально-философских исследований по вопросам естествознания и техники, в частности, по истории и теории научно-технического творчества. Специалистам, заинтересованным в более глубоком изучении вышеупомянутых вопросов, можно рекомендовать познакомиться с работами В.Г. Афанасьева, Т.С. Георгиевой, Н.С. Данакина, Л.Я. Дятченко, А.И. Иканова, П.П. Ляха, Ю.А. Крючкова, В.Л. Муратовой, Н.А. Руднева, А.В. Тавлай, Ж.Г. Тощенко, И.С. Турова, И.М. Куваковой, Б.Г. Петрова, Ц.Ц. Чайропова. Что касается истории инженерного дела, органически входящей в историю науки и техники, то она достаточно глубоко проанализирована в трудах сотрудников Института истории естествознания и техники РАН, в частности в журнале «Вопросы истории естествознания и техники».

На основе обобщения множества опубликованных работ и собственных исследований автора выдвигаются следующие положения:

1) правильно организованная система образования в технических вузах может стать средством управления социальным слоем, включающим инженеров и научно-технических работников России;

2) гуманизация технического образования, изучение не только готовых знаний, но конкретных путей производства знаний, т.е. исторического опыта научно-технического творчества, становится в настоящее время ведущим фактором, определяющим качество подго-

товки выпускников технических вузов или переподготовки инженерных и научных кадров.

Убеждение автора в том, что выводы и рекомендации исследования обоснованы и действенны, привело также к осознанию трудности их практической реализации, ибо они связаны с коренной перестройкой учебников и учебного процесса, для осуществления которой потребуются немалое время и новые кадры преподавателей-новаторов. А их не так много и они также обладают известной инерцией. Еще раз подчеркнем, что главным в ближайшем будущем является решение задачи по гуманизации образования, ибо без «очеловечивания» учебного процесса с одной лишь передачей готовых знаний высшая техническая школа навсегда останется системой подготовки не творцов новой техники, а только живых запоминающих устройств.

В данном исследовании в качестве основополагающей принята формулировка проблемы, определенная известным социологом В.А. Ядовым как «выражение необходимости в познании социального противоречия». Прежде чем переходить к формулировке проблемы следует дать хотя бы основные сведения об объекте исследования. Согласно классическим трудам в социологии в качестве объекта исследования могут быть выбраны социальный процесс, область социальной действительности, общественное отношение. В нашем случае объектом исследования является социальный процесс — процесс формирования инженерных кадров. Социальным противоречием в данном объекте является несоответствие получаемых знаний, а в конечном счете навыков и умений выпускников технических вузов запросам общества. Предметом исследования является формирование инженерных кадров через систему образования.

Проблемная ситуация в данном случае характеризуется несоответствием функционирования социального объекта (процесса формирования инженерных кадров) потребностям дальнейшего развития общества. Поэтому проблема носит исследовательский характер и связана с необходимостью изучения определенной области социальной жизни (инженеры и студенты технических вузов как определенная общность, профессиональный слой — страта). Цель исследования выступает в качестве возможного построения модели

конечного результата (решения проблемы), выраженного в разработке теоретических и практических средств для разрешения социального противоречия через сам предмет исследования. Для достижения цели должна быть разработана методология гуманизации формирования инженерных кадров через систему образования. Разработка этой методологии является основной задачей, решение которой позволит снять социальное противоречие. Решить основную задачу — значит, развить существующую парадигму образования (закключающуюся в передаче знаний о мире и его законах) до внедрения в практику учебного процесса методологии творческого преобразования окружающего нас мира. Повторим еще раз, что процесс гуманизации в технических вузах в настоящее время идет только через гуманитаризацию образования, т.е. с помощью введения в обучение различных гуманитарных дисциплин, которые должны способствовать подъему общего культурного уровня обучаемых. Мы же говорим об изменении самой технологии обучения, о гуманизации через естественные и технические дисциплины. Поэтому рабочая гипотеза данного исследования формулируется следующим образом: процесс гуманизации технического образования стал в настоящее время ведущим фактором, определяющим качество подготовки выпускника технического вуза или переподготовки инженерных и научных кадров. Отметим также, что формулировки гипотезы и проблемы базируются, во-первых, на специфике самой страты — инженеры и, во-вторых, на особенностях формирования этого социального слоя с помощью образования, которое рассматривается нами как средство управления социальной группой населения — инженерным корпусом России.

Глава 1. История инженерного дела

Бесполезной, даже губительной может оказаться идеальная организация техники, когда разнуздываются экономические стихии, увлекая народы в безумно-истребительные столкновения; и невысказано достигнуть в экономике порядка и стройности, пока общественное сознание, окованное пережитками прошлого, движется в несовместимо-противоречивых соотношениях. Выход — в единой организации вещей, людей и идей, где связываются динамически-гармонично элементы каждого ряда и одновременно все три ряда между собой. (1925)

А. Богданов

1.1. История техники

1.1.1. Определение понятия «техника»

Известно довольно много различных определений и разнообразных толкований понятия «техника». Их содержание варьируется в зависимости от специфики деятельности, которую они определяют, и от области знаний, применительно к которой дается определение. Один из самых распространенных и наиболее общих подходов может быть дан в нижеследующей трактовке [12, 13].

Техника — это совокупность приемов, направленных на достижение какой-либо цели. Или в ином варианте: техника — это совокупность приемов, направленных на борьбу с силами природы и взаимозамещение материи.

Более современный вариант определения выглядит следующим образом: техника — это совокупность навыков, умений, приемов и знаний, позволяющих человечеству использовать запасы сырья и энергии, имеющейся в природе. Достаточно емким и довольно точным является следующее определение: техника — это деятельность,

направленная на удовлетворение потребностей человека, которая ведет к переменам в материальном мире.

К вариантам определений, применяемых, как правило, в условиях реального производства, можно отнести следующие: техника — это все материальные условия, необходимые для того, чтобы процесс производства мог совершиться. Или же: техника — это средства труда, развивающиеся в системе общественного производства.

Существуют также варианты социально-экономических подходов к определению рассматриваемого понятия. Техника — это совокупность средств, позволяющих, исходя из данной ситуации, наиболее удовлетворительным способом достичь намеченной цели; техника — это совокупность действий знающего человека, направленных на господство над природой; техника — это умение, методы которого являются внешними по отношению к цели.

Как видно из анализа вышеприведенных определений, в основе понятия «техника» лежат такие категории, как искусство, мастерство (техне) или владеющий мастерством (техникос).

1.1.2. Особенности процесса развития техники

Если при самом общем рассмотрении процесса развития техники можно сказать, что в основе техники лежит использование законов природы, то при более глубоком анализе можно выделить два источника процесса развития техники:

- 1) использование достижений естествознания;
- 2) социальная основа техники.

Естествознание, направляя и демонстрируя возможные варианты решения технических вопросов, само по себе не определяет ни направления, ни объема, ни темпов их разрешения. Понять направление развития техники можно только исходя из общественных условий, в рамках которых осуществляется развитие техники. Техника же, в отличие от науки, не развивается вне конкретного способа производства. Экономические законы данного общественного строя, определяемые способом производства, помогают понять истоки и направления развития техники. В значительной степени от экономических условий зависит и реализация новаций, изобретений. Зачастую изобретения остаются нереализованными из-за неблагоприятных социально-экономических условий.

Например, русский изобретатель Иван Иванович Ползунов (1728–1766) в 1765 году построил действующую паросиловую установку, но внедрением ее в заводскую практику никто не заинтересовался. В то же время английский изобретатель Джеймс Уатт (1736–1819) сумел с помощью своей паровой машины (патент 1784 г.) осуществить настоящий промышленный переворот, фактически приведший к промышленной революции.

Попутно отметим, что изобрести — значит, творчески работая, создать нечто новое, неизвестное прежде. Или в более академичном и более близком для техники варианте определения: изобретение — это новое и обладающее существенными отличиями техническое решение задачи, дающее положительный эффект.

Обобщая, можно выделить следующие особенности развития техники:

1) техника непосредственно связана с законами естествознания, а экономические явления связаны с законами естествознания через посредство техники;

2) революционные преобразования в технике (промышленные и научно-технические революции) происходят путем накопления элементов нового качества (инновационные процессы);

3) динамика развития техники зависит от общественного (социально-экономического) строя.

При этом цели развития техники можно разделить на две группы:

1) совершенствование техники и производства (научный аспект развития);

2) совершенствование самого производства (производственный аспект развития).

Первая группа целей определяется социальной жизнью, вторая — техническими потребностями производства.

Если к целям развития можно отнести социальные, экономические, эстетические, психологические, политические и другие, то в мотивы развития техники можно включить: страсть к изобретательству, честолюбие, облегчение труда, улучшение материального положения, господство над другими и т.д.

Особо можно отметить роль личности и народов в развитии техники. Значение крупных ученых, изобретателей и инженеров заклю-

чается в том, что они раньше других замечают противоречия, возникающие в производстве, и, опираясь на достижения современной науки и техники, разрабатывают решения, которые наиболее полно и правильно отвечают потребностям производства и открывают перспективы дальнейшего развития науки и техники. Каждый народ в зависимости от конкретно-исторических условий вносит свой вклад в развитие мировой техники [5, 9].

Так, авторами пионерных изобретений в теплотехнике были русский изобретатель Иван Иванович Ползунов (1728–1766), английский изобретатель Джеймс Уатт (1736–1819), французский ученый Сад Карно (1796–1832). Родоначальниками многих достижений в области авиации были: немецкий инженер Отто Лилиенталь (1848–1896), русский изобретатель Александр Федорович Можайский (1825–1890), американские авиаконструкторы и летчики братья Уилбер Райт (1867–1912) и Орвилл Райт (1871–1948).

1.1.3. Периоды развития техники

История техники — наука занимающаяся изучением общих законов развития производительных сил в разные периоды развития человеческого общества. Или более конкретно история техники — это наука, показывающая развитие средств труда в системе общественного производства как в связи с формами и приемами труда, так и особенно в связи с объектом (предметом) труда. С точки зрения естественных наук история техники показывает, как человек все активнее и глубже овладевает законами природы, обеспечивая более глубокое и разностороннее использование и применение вещества и энергии природы. С точки зрения социальной история техники вскрывает общественные движущие силы, общественные условия развития техники и показывает роль отдельных творцов техники.

Мир, окружающий человека, состоит из природы, общества и техники. Применительно к явлениям природы, к явлениям общественной жизни и к техническим явлениям действуют законы диалектики. Диалектика (от греч. *dialektike* — искусство вести беседу, спор) — теория и метод познания действительности в ее развитии и самодвижении, наука о наиболее общих законах развития природы, общества и мышления. Важнейшими категориями диалектики являются:

противоречие, качество и количество, случайность и необходимость, возможность и действительность. Эти категории, а также основные законы диалектики — единство и борьба противоположностей, переход количественных изменений в качественные, отрицание отрицания имеют самое непосредственное отношение к процессам, связанным с развитием изобретательства. При этом в развитии техники можно выделить два вида противоположностей:

- 1) техника и общественные условия ее применения;
- 2) борьба противоположностей в самой технике.

Техника развивается на стыке естествознания и общественной жизни. Законы естествознания (физики, химии, биологии) дают представление о потенциальных возможностях техники. Законы же общественного развития определяют само развитие техники. Для правильного и глубокого понимания процессов развития техники необходимо знать законы развития не только технических (как правило, прикладных) наук, но и фундаментальные законы естественных и общественных (гуманитарных) наук [4, 8].

В качестве примера приведем этапы развития металлообработки (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Этапы развития металлообработки [5]

№ этапа	Вид обработки	Форма обрабатываемой поверхности
1	Обработка металлов резанием	Обработка по точке
2	Обработка протяжкой, прокатом	Обработка по линии
3	Обработка штампом	Обработка по поверхности
4	Обработка по объему	Процесс кристаллизации

История техники вскрывает связь между техникой и наукой, показывает, как под влиянием практических потребностей формируются научные положения и как наука развивает технику. Технику можно рассматривать как совокупность вещей и процессов, объединяемых человеком в искусственно созданные системы, которые обладают элементами и структурой, необходимыми для того, чтобы эти искусственно созданные системы могли функционировать и быть использованы в качестве материальных средств целесообразной

деятельности людей (прежде всего трудовой и особенно производственной). В табл. 1.2 приведены периоды развития техники и их хронология, связанная с развитием европейской цивилизации.

Таблица 1.2

Периоды развития техники [9, 11]

№ периода	Название периода и его содержание	Хронологические рамки периодов
1	Возникновение, развитие и распространение простых орудий труда в условиях первобытно-общинного способа производства	700–600 тыс. до н. э. — 4–3 тыс. до н. э.
2	Возникновение, развитие и распространение сложных орудий труда в условиях рабовладельческого способа производства, приводимых в действие человеком	4–3 тыс. до н. э. — 4–5 вв. н. э.
3	Развитие и распространение сложных орудий труда в условиях феодального способа производства, приводимых в действие силами природы	4–5 вв. н. э.
4	Возникновение предпосылок для создания машинной техники в условиях мануфактурного производства	14–15 вв. — конец XVIII в. — начало XIX в.
5	Распространение рабочих машин на базе парового двигателя в условиях капиталистического способа производства	конец XVII в. — начало XIX в. — 70-е годы XIX в.
6	Распространение системы машин на базе электропривода в условиях монополистического способа производства	70-е годы XIX в. — начало XX в.
7	Возникновение, развитие и распространение автоматов и автоматизированных машинных систем	начало XX в. — 60-е годы XX в.
8	Возникновение, развитие и распространение информационных технологий	60-е годы XX в. — начало XXI в.

1.1.4. Техника и способ производства

Наряду с биологическим отношением, общим у человека со всей живой природой, у него возникает специфический вид материально-го взаимодействия с природой — процесс труда. Уровень развития орудий и средств труда определяет характер этого отношения. Понятие «производство» отражает тот факт, что трудовая деятельность человека носит производительный характер — в процессе труда создаются вещи, способные удовлетворить ту или иную человеческую потребность. Люди, производя необходимые для жизни материальные блага, вместе с тем производят и воспроизводят свои общественные производственные отношения, в которые они вступают в процессе труда. Характер этих отношений определяется не волей и сознанием людей, а достигнутым уровнем и потребностями развития их материальных производительных сил. Поэтому понятие производство выражает и то, что трудовая деятельность носит социальный характер, осуществляется в рамках материальных общественных отношений.

Понятие «способ производства» характеризует исторически конкретное, качественное определение производства. В то же время следует отметить, что во все периоды развития техники шло накопление и прибавление технических средств, многие из которых приняли застывшую форму (лук, весло, парус, ветряная мельница, молоток и т.д.). В этом смысле некоторые способы производства как технологии существуют и в наше время: ручная работа на гончарном круге, перевозка грузов на телеге и т.п.

Способ производства — это исторически определенный способ добывания материальных благ; единство производительных сил и производственных отношений. Способ производства является основой любой общественно-экономической формации. Смена одного способа производства другим происходит революционным путем. В то же время способ производства — материальная основа общественно-экономической формации, определяющая ее особенности, а изменения в способе производства определяют развитие общественно-экономических формаций, переход от одной функции к другой. Развитие способа производства подчиняется всеобщему социологическому закону соответствия производственных отношений характеру и уровню производительных сил [6].

Производительные силы — система субъективных (человек) и вещественных (техника) элементов, осуществляющих «обмен веществ» между обществом и природой в процессе общественного производства. Производительные силы образуют ведущую сторону способа производства. Каждой ступени производительных сил соответствуют определенные производственные отношения. В процессе своего развития производительные силы приходят в противоречие с существующими производственными отношениями. Из стимулирующих форм развития производительных сил эти отношения превращаются в их оковы.

По необходимости приведем определение понятия «труд». Труд — это целесообразная деятельность человека, в процессе которой он при помощи орудий труда воздействует на природу и использует ее в целях создания предметов, необходимых для удовлетворения своих потребностей. Процесс труда включает сам труд, предметы труда и средства труда. В процессе труда люди вступают в производственные отношения.

Производственные отношения — совокупность материальных экономических отношений между людьми в процессе общественного производства и движения общественного продукта от производства до потребителя. Производственно-экономические отношения отличаются от производственно-технических тем, что они выражают отношения людей через их отношения к средствам производства, т.е. отношения собственности. Производственные отношения придают всем общественным явлениям и обществу в целом исторически определенное социальное качество.

Производственные отношения являются социальной формой производительных сил. Производительные силы и производственные отношения вместе составляют две стороны каждого способа производства и связаны друг с другом по закону соответствия производственных отношений характеру и уровню развития производительных сил.

Развиваясь, производительные силы перерастают рамки существующих производственных отношений, и начинают тормозить дальнейшее развитие производства. Нарастает противоречие между производительными силами и производственными отношениями, переходящее в конфликт. Он разрешается в социальной революции,

уничтожающей устаревшие и утверждающей новые производственные отношения, соответствующие развившимся производительным силам. Возникает новый способ производства.

1.2. История технических изобретений

1.2.1. Изобретения при первобытнообщинном способе производства

Первобытнообщинный строй является первой социально-экономической формацией человеческого общества. Основные признаки этой формации — отсутствие как классов, так и самого государства, а также отсутствие эксплуатации.

Изобретения при первобытнообщинном способе производства связаны с возникновением и распространением простых орудий труда. Изобретение орудий труда означало, что предмет, данный природой (камень, палка, кость, раковина), был превращен в орган деятельности человека [3].

Трудовая деятельность по производству орудий труда привела к развитию производительных сил. Сначала в первобытном обществе возникло разделение труда по полу и возрасту; затем произошло общественное разделение труда по двум направлениям: скотоводство и земледелие. Развитие производительных сил привело к противоречию между ними и производственными отношениями. Появилась возможность получения прибавочного продукта, а следовательно, создания индивидуального хозяйства.

В табл. 1.3 показана укрупненная схема основных этапов развития техники первобытнообщинного строя. В качестве комментария о наиболее существенных изобретениях этого периода необходимо упомянуть о возникновении способов добывания огня трением и сверлением, а также о разработке целой группы различных охотничьих самоловных орудий. К таковым можно отнести: петли на птицу и зверя, самострелы, пружинные ловушки. Изобретение узла дало возможность создания силков и лассо. Появились также группы домов (первые поселки) с полом и стенами, обмазанными глиной [3].

На рис. 1.1 показана логика изобретения лука от появления замкнутой конструкции (рис. 1.1, *а*), возможности использования человеческих органов (рис. 1.1, *б*, *в*) до возможности перемещения в пространстве (рис. 1.1, *г*). При последующем развитии техники мы мо-

жем наблюдать трансформацию приведенных на рисунке идей в целую серию изобретений: плоские пружины, мембраны, рессоры, спиральные пружины и т.п. [13].

Таблица 1.3

**Основные этапы развития техники первобытнообщинного
способа производства [3, 4]**

Эпохи	Время	Типы орудий труда	Технологическая обработка	Жилище	Отрасли хозяйства	Этапы строя	Этапы развития техники
Древний палеолит	800 000 до н. э. — 40 000 до н. э.	Ручные рубила. Резцы. Костяные орудия. Остроконечники	Оббивка. Получение пластин. Применение огня	Пещеры	Собирательство	Стадо. Зарождение родового строя	Появление простых орудий труда
Поздний палеолит. Мезолит. Ранний неолит	40 000 до н. э. — 4000 до н. э.	Кремневые резцы. Лук и стрела. Глиняная посуда. Топоры, ножи	Скол. Лепка	Землянки. Постройки из свай	Охота	Матриархат. Родовой строй	Накопление простых орудий труда
Поздний неолит. Энеолит	4000 до н. э. — 3000 до н. э.	Топоры с проушинами. Пилы. Мотыги, серпы. Медное оружие	Шлифование. Сверление. Пиление. Пряжение. Ткачество. Обработка меди ударом	Глинобитные жилища	Скотоводство. Мотыжное земледелие	Патриархат. Расцвет родового строя	Появление сложных орудий труда

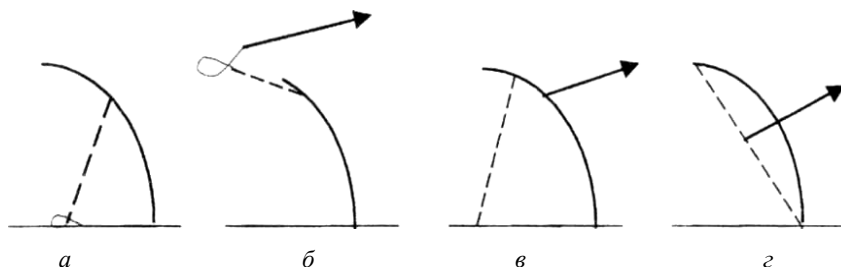


Рис. 1.1. Схема использования сил:

а — древко; *б* — стрела метательная; *в* — ловушка; *г* — лук

Возникла частная собственность и имущество, что начало приводить к разложению первобытнообщинного строя. Таким образом, техника, различные технические изобретения содействовали изменению строя с помощью социальной революции.

1.2.2. Изобретения при рабовладельческом способе производства

Изобретения при рабовладельческом способе производства связаны с развитием и распространением сложных орудий труда. Производственные отношения рабовладельческого строя характеризуются частной собственностью рабовладельцев на средства производства, а также на самого работника — раба. Главный признак рабовладельческого способа производства — эксплуатация раба, выполняющего функцию «живой вещи».

Развитие техники в этот период шло медленно, так как производство основывалось на труде рабов, не заинтересованных в усовершенствовании орудий и процессов труда. Возникшее при рабовладельческом строе разделение труда привело к его специализации и к изменению орудий труда. Например, молоток приобретает такие формы: кузнечная, плотничья, сапожная, каменотесная и др. Специализация труда привела также к изобретениям плуга, мельницы, пресов (для винограда и маслин), штамповке и травлению металлов, пайке, технологии изготовления кислого хлеба. Возникли осознанные попытки замены силы человека силами животных и природными ресурсами (силы воды и ветра). Возник класс купцов, что определило ряд новых направлений развития в технике и производстве:

усовершенствование дорог, создание средств передвижения (колесная повозка, парусный корабль) и тары, предметы роскоши, деньги. Продолжала совершенствоваться и военная техника (железные мечи, железные доспехи, крепостные стены, осадные орудия).

Возникло разделение на труд умственный и физический. Появились «профессиональные» изобретатели — Архимед (ок. 287–212 до н. э.), Герон Александрийский (ок. I в.), и теоретики — Аристотель (384–322 до н. э.), Евклид (III в. до н. э.).

Возникает много изобретений, связанных с производством металлов. Получен первый искусственный сплав из меди и олова — бронза. Начался так называемый бронзовый век (3 тыс. — 1 тыс. до н. э.). Становится возможным массовое производство оружия с помощью отливок из бронзы. Железному веку в Европе (первое тысячелетие до н. э.) предшествовало изобретение железа в Египте (2800 г. до н. э.) и Китае (2357 г. до н. э.). Величайшим изобретением явился сыродутный (с помощью кожаных мехов) процесс получения железа. Первая воздуходувка появилась в Египте примерно в 1580 году до н. э. Поверхностная закалка и сварное железо были известны в Армении около 1400 года до н. э.

В земледелие широко внедряются соха, плуг, железный топор. Возникают различные ирригационные сооружения — плотины, водоподъемные устройства (шадуфы). В качестве водоотливных механизмов могли применяться водочерпальные колеса, а также архимедовы винты. Используемые в них принципы рычага и противовеса и сейчас повсеместно внедрены как в бытовую, так и производственную технику.

Специализация ремесел привела к изобретению гончарного круга; в 4–3 тыс. до н. э. на Древнем Востоке, в VII веке до н. э. в Северном Причерноморье, в IX–X веках н. э. на Средней Руси и в Германии. Были изобретены также веретена и ткацкие станки в основном для переработки льна.

В строительном деле также происходили серьезные изменения. При раскопках древних городов обнаружены замощенные улицы, водопроводы, канализация. В Древнем Вавилоне существовали три оборонительные стены толщиной до 8 м. Великая китайская стена, сооружение которой было начато в IV–III веках до н. э., имела про-

тяжеленность до 4000 км и высоту до 10 м. Были изобретены арки, своды. Древними греками был изобретен бетон. Так, например, римский Пантеон имел внешний диаметр 43 м, высоту около 22 м, толщину стен около 7 м и литой купол из бетона. В Египте было начато изготовление кирпичей (4000 лет до н. э.). Стали применяться вначале деревянные, а затем и бронзовые гвозди, а также различные блоки для подъема тяжестей.

Инженер Диад руководил осадой Тира (при Александре Македонском) и других городов. Он изобрел и применил разборные осадные башни, бур для сверления стен, тараны для разрушения. При осаде города Родоса (304 г. до н. э.) была построена осадная башня высотой 53 м на 8 колесах. Во время осады г. Сиракузы (213–212 гг. до н. э.) Архимед соорудил в качестве оборонительных механизмов метательные машины, которые могли выбрасывать камни и стрелы весом до 150–200 кг на расстояния до 500–1000 м.

Совершенствовались и средства передвижения. Широко применялись катки для перемещения тяжестей; в 4 тыс. до н. э. в Индии появились повозки с колесами. Колесо со ступицей возникло во 2 тыс. до н. э., затем появились колеса со спицами и металлическими осями. Использовались плоты, управляемые шестами, появились корабли триеры, имеющие три ряда весел, и экипаж, состоящий из 150–200 человек. Грек Литий в 325–320 годы до н. э. совершил путешествие к Полярному кругу и обратно через пролив Гиблартар к Англии и Норвегии.

Потребности производства и естествознания привели к изобретению солнечных (III в. до н. э.) и водяных (Древний Египет) часов. Герон Александрийский написал труд «Об искусстве изготавливать автоматы», в котором даются описания того, как с помощью простых механизмов, использующих грузы, блоки, зубчатые колеса, рычаги, получить автоматическое движение фигур. Он же придумал золипил, или «геронов шар», получающий вращательное движение с помощью пара. Появились химические процессы: приготовление красок, вина, мыла; возникла алхимия, существовавшая с I по XVI век.

Общим заключением для периода рабовладельческого способа производства может быть следующее. Был осуществлен переход от каменных орудий к металлическим, а также к культурному воз-

делыванию растений, была освоена выплавка железа, развивалось строительное дело (образование городов), военная техника, используемая в основном для добычи рабов. Основной двигательной силой были люди и животные.

1.2.3. Изобретения при феодальном способе производства

Феодальные производственные отношения предполагают полную собственность феодала на землю, на средства производства, на крестьян и ремесленников. Следует оговорить, что у крепостного крестьянина, в отличие от рабов, могли быть некоторые средства производства, используемые и для собственных нужд.

При феодальном способе производства произошли серьезные изменения, связанные с отделением города от деревни. В XI веке на Руси было 86 городов, в XII веке прибавилось еще 120, а к началу XIII века насчитывалось уже около 250 городов. Среднее число жителей в русском городе составляло 10–20 тыс. человек, что соответствует 20–30 домам современного микрорайона. В таком крупном для того времени городе, как Лондон, в XIV веке насчитывалось 40 тыс. человек [2].

Происходит процесс объединения ремесленников в цехи. Цехи являются феодальной формой организации ремесла (происхождение слова ремесло — «рукомесло», т.е. орудия, приводимые в действие человеком). В начале XIV века в Париже было более 300 цехов, в которых работало около 5,5 тыс. ремесленников.

Изобретения при феодальном способе производства связаны с процессом распространения сложных орудий труда, приводимых в действие человеком.

Основные изобретения и открытия этого периода: сплав меди и цинка — латунь, горизонтальный ткацкий станок, оконное стекло, производство бумаги, очков, компасов, пороха, автоматических часов. Возникли новые производства, связанные с книгопечатанием, ветряными мельницами, парусными судами, плугом с железным лемехом и ножом, бороной с железными зубьями.

Появление в Европе в середине XIV века доменных печей привело к созданию горных городов, в которых жили ремесленники — горняки, занимавшиеся добычей полезных ископаемых, производ-

ством орудий труда, оружия, украшений, чеканкой монет. Первые положения горного права были выработаны в Чехии. Первый горный закон был введен в 1249 году королем Вацлавом для горного города Иглавы. Разведочные работы часто велись с помощью «волшебной лозы». Ремесленник-горняк брал свежий березовый прут, расщеплял его конец и, держась обеими руками за расщепленные части прута шел по местности. При приближении к полезным ископаемым (руде) прут должен был отклониться вниз. Этот метод использовали в Европе несколько столетий.

Первое упоминание о дымном (черном) порохе — взрывчатой смеси, состоящей из калиевой селитры, серы и древесного угля — относится к 1232 году (Китай). В Западной Европе дымный порох появился в XIV веке и применялся около 500 лет.

Бумага в Европе появилась в XI–XII веках (была изобретена в Китае Чай Лунем во II в.). К основным операциям по производству бумаги относятся: варка бумажной массы, состоящей, например, из бамбука или тряпок, или соломы, промывка и измельчение массы, отливка листов и сушка. Печатание с печатных досок также впервые возникло в Китае в IX веке н. э. Оттиск, изготовленный таким способом, сейчас называется гравюрой. Рельефное изображение на доске покрывается краской, после чего к ней прижимается лист бумаги.

В XI веке китайский кузнец Би-Шэн (Пи-шэн) изготавливал буквы из глины и обжигал их. Таким образом, он был первым в мире применившим подвижные литеры. В XIII веке в Корее вместо глиняных введены бронзовые литеры. Печать с подвижных наборных литер в Европе первым осуществил Иоган Гуттенберг (1400–1468). Он усовершенствовал применение металлических наборных литер. Сначала изготавливалась матрица, в нее заливался свинцовый сплав, и получалась отливка буквы — литера. Их стали располагать в наборных кассах.

Приблизительно в 1440 году были созданы ручные печатные станки с производительностью около 100 оттисков в час. С 1440 по 1500 год было напечатано более 30 тыс. названий книг с тиражом каждой книги около 300 экземпляров. Эти книги получили название инкунабулы. Всего их насчитывается около 40 тыс. названий общим

количеством примерно 500 тыс. экземпляров. На Руси основателем книгопечатания был Иван Федоров (ок. 1510–1583). В 1564 году вместе с помощником Федором Мстиславцем выпустил первую датированную книгу «Апостол».

Очки появились в Европе в XIII веке, в Венеции. В XIV–XV веках активно развивалось стекольно-шлифовальное дело, особенно в Голландии. Вслед за очками были изобретены подзорная труба и микроскоп. Первое упоминание о компасе связано с III веком до н. э. в Китае. В Европе компас появился только в XII–XIII веках.

В области естествознания широко распространились алхимия, астрология, магия, кабалистика чисел. Немецкий химик и врач Иохим Бехер (1635–1682), говоря об этом периоде, писал: «Восемь вещей неустанно стремились найти ученые и любознательные, а именно: философский камень, эликсир долгой жизни, средства размягчения стекла, вечный свет, гиперболу вогнутого стекла, градус долготы, вечное движение, квадратуру круга» (задача древности о построении квадрата равновеликого данному кругу) [13].

Живший в Иране (Средняя Азия) ученый и врач Ибн Сина (Авиценна) (ок. 980–1037) разработал в двадцатые годы XI века «Канон врачебной науки», который служил руководством для медиков в течение пяти веков. Ученый Абу Рейхан Мухаммед ибн Ахмед аль-Бируни (973 — ок. 1050), живший в Хорезме (древнее государство Средней Азии) создал труд «Собрание сведений о познании драгоценных металлов». Он же разработал прибор для определения удельного веса минералов.

Основной вывод о периоде феодального способа производства может быть следующим. Рост техники шел медленно и основывался главным образом на использовании ручных орудий труда.

1.2.4. Изобретения при мануфактурном способе производства

Карл Маркс (1818–1883) писал об этом периоде: «Феодальные отношения перестали соответствовать развившимся производственным силам. Они тормозили производство. Их место заняла свободная конкуренция». Сначала конкурентная борьба шла между ремесленниками. Затем из числа наиболее имущих мастеров вырастали

будущие капиталисты. Начался процесс нового социального расслоения общества. А капиталистический строй требует, во-первых, наличия большого количества неимущих или малоимущих людей, юридически свободных, но лишенных средств производства, а, во-вторых, накопления в немногих руках денежных богатств, необходимых для создания капиталистических предприятий. Шел процесс первоначального накопления капитала, который К. Маркс определил как исторический процесс отделения производителя от средств производства.

Этот начальный период капиталистического производства получил название простой капиталистической кооперации. В ремесленном производстве образуются крупные мастерские. Потребность производственных процессов в большом количестве людей и в большой затрате энергии вызвала необходимость создания машин.

Существуют два пути развития, или две формы развития мануфактур:

- 1) объединение ремесленников разных специальностей — гетерогенная мануфактура (например, каретники и шорники, медники);
- 2) объединение в одной мастерской ремесленников одной специальности (например, производство иголок) [4].

Можно сравнить производительность разных способов производства. Обычный ремесленник мог изготовить около 20 иголок в день. В мануфактуре XVIII века, производящей иголки, 10 рабочих изготавливали 48 тыс. иголок в день [13].

К основным особенностям мануфактур относятся разделение труда, использование простых орудий труда, совершенствование, специализация и дифференциация орудий труда. Например, на железоделательной мануфактуре в Англии (XVIII в.) применялось свыше 500 видов молотков [6].

Основным двигателем в промышленности (в этот период) было водяное колесо. Технические характеристики такого двигателя: мощность до десятков киловатт, скорость от 1 до 10 об/мин, коэффициент полезного действия (КПД) — 0,3–0,5. Сравнение возможностей человека, животного и водяного колеса показано в табл. 1.4.

Таблица 1.4

Сравнение производительности [2]

Источник энергии	Производительность кгм/сек
Человек	5,5–9,6
Животные (осел, бык, лошадь)	11,2–40
Колесо	131–175

С этим историческим периодом связан ряд достижений отечественной техники. Русский механик и изобретатель А.К. Нартов (1694–1756), работавший в Артиллерийском ведомстве, изобрел станки для сверления, оптический прицел и многое другое. Русский изобретатель Иван Петрович Кулибин (1735–1818) создал целый ряд оригинальных механизмов; в частности, часы равные по размеру утиному яйцу и состоящие из 427 деталей, а также крошечный автоматический театр с движущимися фигурками людей и исполнением различных мелодий. Русские мастера отец и сын Моторины в ноябре 1735 года отлили Царь-колокол, установленный в Московском Кремле. Его характеристика: масса — 200 т, высота — 6,3 м, диаметр 6,9 м, толщина стенок от 27 до 40 см. В XV веке появились чугунные ядра, а в XVI веке — колесные лафеты для пушек. Гладкоствольная артиллерия существовала около 500 лет (1350–1850). Русские литейщики в 1586 году отлили Царь-пушку, также установленную в Московском Кремле. Ее калибр — 900 мм, длина ствола 5,5 м, вес ствола 4 т, вес ядра 2 т, вес заряда 480 кг [1, 2].

Шло активное развитие и в других областях. Английский студент В. Ли в 1589 году изобрел вязальный станок. Совершенствовались конструкции часов. Солнечные часы были известны с третьего тысячелетия до н. э. Механические часы башенного типа появились в XIII веке; пружинные переносные часы — в конце XV века. Голландский механик, физик, астроном Христиан Гюйгенс (1629–1695) написал книгу «Маятниковые часы», в которой описано применение упругой спирали и балансира.

Зарождение официального изобретательства связано с установлением привилегий на изобретения. В табл. 1.5 показан хронологический ряд введения соответствующих законодательных актов в различных странах.

Таблица 1.5

Введение привилегий на изобретения [13]

Страна	Год
Англия	1623
США	1787
Франция	1791
Россия	1812
Голландия	1817
Испания	1820
Австрия	1820

В процессе изобретательства авторы сталкивались со многими трудностями и даже открытым противоборством. Так, например, в Голландии законами 1623, 1639, 1648 годов применение и пользование ленточным станком (текстильное производство) было запрещено. Изобретатель подвергся пожизненному заключению. В других странах часто применялись подобные меры. И только в середине XVIII века эти законы были отменены.

Нельзя не упомянуть о наиболее известных ученых и естествоиспытателях этого периода, оказавших громадное влияние на развитие науки и техники.

Прежде всего, это итальянский художник, ученый, инженер Леонардо да Винчи (1452–1519). Его труды связаны с математикой, физикой, механикой, астрономией, геологией, ботаникой, анатомией и физиологией. Он разработал конструктивные схемы парашюта, вертолета, танка, токарных и ткацких станков, печатной машины. Леонардо да Винчи писал: «Железо ржавеет, не находя себе применения, а ум человека, не находя себе применения, чахнет».

Польский астроном Николай Коперник (1473–1543), разработавший гелиоцентрическую систему мира — учение доказывающее, что Земля является одной из планет, вращающихся вокруг Солнца и своей оси. В 1543 году он издал книгу «Об обращении небесных сфер».

Итальянский физик и астроном Галилео Галилей (1564–1642) является основоположником механики. Онм выполнил много работ прак-

тического характера, связанных с изучением простых машин, атмосферного давления, движения в сопротивляющейся среде и др. В 1609–1610 годы он сконструировал первый микроскоп с увеличением до 300 раз.

В области естествознания плодотворно работали многие ученые. Немецкий астроном Иоганн Кеплер (1571–1630) открыл законы движения планет. Английский математик, астроном, физик Исаак Ньютон (1643–1727) сформулировал основные законы классической механики. Немецкий врач и естествоиспытатель Филипп Парацельс (1493–1541) содействовал сближению химии и медицины. Естествоиспытатель Андреас Везалий (1514–1564) написал книгу «О строении человеческого тела». Английский ученый Уильям Гарвей (1578–1657) открыл кровообращение. Итальянский физик и математик Эванджелист Торричелли (1608–1647) изобрел ртутный барометр, открыл явления атмосферного давления и вакуума. Немецкий физик Отто фон Герика (1602–1686) в 1650 году изобрел воздушный насос, создал электрическую машину, а в 1654 году произвел знаменитый опыт с Магдебургскими полушариями. Английский физик Уильям Джилберт (1540–1603) в 1602 году выпустил сочинение «О магните, магнитных телах и о большом магните — Земле». Фактически это первая книга об электричестве. Американский ученый Вениамин Франклин (1706–1790), запуская воздушных змеев во время гроз, получил электрические искры и тем самым доказал, что молния представляет собой электрическое явление (1752). Он же изобрел громоотвод и плоский конденсатор. Первым русским ученым-естествоиспытателем по праву считается Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765). Он заложил основы физической химии, сформулировал принцип сохранения материи и движения, создал ряд оптических приборов и многое другое.

С помощью разделения труда внутри производства мануфактура упростила многие операции, которые свелись к таким простым движениям, что стала возможной замена руки рабочего машиной. Основным двигателем мануфактур становится гидравлическое колесо (водяной гидравлический двигатель). Формируются два социальных класса: капиталисты и рабочие.

1.2.5. Изобретения при капиталистическом способе производства

Главной чертой этого периода является изобретение и распространение в промышленности рабочих машин [1, 2, 3]. Этот процесс определяет основные признаки перехода от мануфактурного производства к машинному. При этом под рабочей машиной понимается главная часть всей машины в целом, которая непосредственно воздействует на предмет труда и целесообразно изменяет его форму. Две другие части машины — двигатель и передаточный механизм — существуют для того, чтобы привести в действие рабочую машину. Главным признаком капиталистической фабрики, отличающей ее от мануфактуры, является употребление кооперации машин. К. Маркс различал два вида кооперации машин:

- 1) простая кооперация (например, ткацкая фабрика включает однородный класс машин);
- 2) кооперация разнородных машин (комплектование производства системой машин).

Промышленная революция данного периода связана с переходом от мануфактурного производства и мануфактурной организации к машинной технике и фабричной системе. Принято разделять процесс промышленной революции на три этапа: появление рабочих машин в текстильном производстве, изобретение универсального теплового двигателя (паровая машина) и создание рабочих машин в машиностроении.

Изобретения первого этапа промышленной революции (рабочие машины в текстильном производстве)

Начало развития производства тканей в Англии непосредственно связано с проведением английскими промышленниками (в 1719 г. через парламент) специального закона, запрещающего ввоз индийских хлопчатобумажных тканей. Хронология изобретений и событий в этой области, часто носивших драматический характер, такова.

В 1733 году английский рабочий Джон Кей (1704–1774) изобрел механический (самолетный) челнок для ткацкой машины. Ткачество стало опережать прядение. Прядильщики не успевали обслуживать ткачей. Английский механик Джеймс Уатт (1736–1819) изобрел пер-

вую рабочую прядильную машину. В 1784 году он взял на нее патент, а в восьмидесятые годы XVIII столетия возник бунт ткачей против машин. Джон Кей вынужден был бежать. Умер он в неизвестности. В 1764 году ткач Джеймс Харгривс (1720–1778) изобретает прядильную машину «Дженни» (патент 1770 г.). В 1767 году прядильщики уничтожили в доме Харгривса все станки. Изобретатель «Дженни» умер в нищете. Однако уже в 1788 году в промышленности работает 20 тысяч машин Харгривса. В 1769 году был взят патент на прядильную машину Ричардом Аркрайтом (1732–1792).

Введение паровых ткацких машин привело к исчезновению целого слоя рабочих, работавших на ручных ткацких станках. Из 860 тысяч ткачей, работавших в Англии в начале XIX века на ручных станках, в 1834 году осталось около 200 тысяч. Многие умерли голодной смертью. В период с 1780 по 1825 год в Англии возникло луддитское движение (его организатором был рабочий Джон Лудд). Рабочие громили фабрики, убивали инженеров и изобретателей. Р. Аркрайт принужден был защищать фабрики от луддитов с оружием в руках. В 1769 году был даже введен закон, каравший смертной казнью выступления против машин.

В начале XIX века отставание ткачества от прядения было преодолено. Потребовалось развитие других отраслей, таких как бельевое, ситцепечатное и красильное производство.

Изобретения второго этапа промышленной революции (изобретение универсального теплового двигателя — паровой машины)

В мануфактурный период повсеместно использовались силы животных, ветра и воды. Но эти источники энергии, кроме преимуществ, имели и ряд недостатков. Животных можно было использовать только на некоторых видах работ; ветер непостоянен и бесконтролен; вода не везде есть и ее наличие зависит от времени года и погоды.

Фабричный способ производства требовал создания мощного двигателя, универсального по техническому применению и находящегося под контролем человека. Такой двигатель должен был освободить промышленность от зависимости от природных источников энергии, т.е. дать возможность концентрировать производство в лю-

бом месте. История (хронология) изобретений пароатмосферной машины приводится ниже.

Древнегреческий ученый и инженер Архимед (ок. 287–212 до н. э.) изобрел паровую машину. Первым применил пар для движения грек Герон Александрийский (I век). Итальянец Леонардо да Винчи оставил описание паровой машины. Французский физик Дени Папен (1647–1714 (1712)) в 1690 году описал пароатмосферный цикл, изобрел паровой котел и предохранительный клапан. Англичанин Т. Сэвери (1650–1715) в 1698 году взял патент на паровой насос, названный им «Друг рудокопов». Насос мог откачивать воду с глубины до 10 м. Англичанин Томас Ньюкомен (1663–1729) создал в 1711 году новую конструкцию насоса. Его мощность достигала 8 лошадиных сил, и он мог качать воду с глубины до 80 м [3].

Интересно, что Ньюкомен не смог получить патента на свой насос, так как патент Сэвери был составлен так, что закрепил за изобретателем любые возможности использования водяного пара. Поэтому Ньюкомен и его помощник вынуждены были войти в контакт с Сэвери.

Русский изобретатель Иван Иванович Ползунов (1729–1766) был первым, предложившим универсальный тепловой двигатель с двумя цилиндрами. Вот что он писал в своей докладной записке от 26 апреля 1763 года: «Дабы сей славы (если силы допустят) Отечеству достигнуть и чтоб то во всенародную пользу, по причине большого познания в употреблении вещей, поныне же весьма знакомых (по примеру наук прочих), в обычай ввести». Однако поддержки Ползунов не получил. Средств у него было мало. В мае 1766 года в возрасте 37 лет он умер от скоротечной чахотки. В августе 1766 года состоялся пуск машины. За 43 дня работы машина принесла прибыли около 12 тыс. рублей. В ноябре 1766 года котел дал течь. Машину оставили и через несколько лет она была забыта [2].

Англичанин Джеймс Уатт (1736–1819) в 1764 году начал работу с пароатмосферной машиной Ньюкомена. Основные его рассуждения сводились к следующему. Для получения сильного разрежения под поршнем нужна полная конденсация пара, т.е. сильное охлаждение цилиндра. Чтобы избежать потерь пара его надо пускать в горячий цилиндр. При существующей конструкции эти два условия выполнить невозможно. В 1769 году им был взят патент на конденсатор. Уатт

был приглашен на должность главного механика в г. Сохо (около Бирмингема в США). На завод в Сохо приходили письма от предпринимателей из различных отраслей промышленности с просьбами изготовить машины не только для откачки воды. Патент на машину двойного действия — универсальный тепловой двигатель — был взят в 1784 году. Главные отличия такой машины заключались в следующем:

1) принцип двойного действия — пар действует то на одну, то на другую сторону поршня;

2) использован золотник — подача пара осуществляется в разные полости цилиндра;

3) применено маховое колесо для выравнивания неравномерности вращательного движения;

4) внедрен параллелограмм Уатта.

Последнее требует пояснения. Уатт для получения вращательного движения не мог применить шатунно-кривошипный механизм, так как на такую передачу был взят патент французом Пикаром. Поэтому в 1781 году им был взят патент на новый способ преобразования качательного движения в непрерывное вращательное.

К. Маркс писал: «...Великий гений Уатта обнаруживается в том, что патент, взятый им в апреле 1784 года, дав описание паровой машины, изображается не как изобретение лишь для особых целей, но как универсальный двигатель крупной промышленности...».

Через 50 лет появился паровой молот, а через 67 лет (1851) на Лондонской промышленной выставке была представлена паровая машина для океанских пароходов [5].

Изобретения третьего этапа промышленной революции (создание рабочих машин в машиностроении)

С течением времени возникло противоречие между ручной техникой изготовления машин и потребностью их производства. В мануфактурном периоде машиностроения как отрасли промышленности не существовало. Революционизирующее значение для машиностроения могли иметь только те изобретения, в результате применения которых инструмент из рук рабочего перешел бы к механизму.

Русский изобретатель Андрей Константинович Нартов (1693–1756) предложил конструкцию токарного станка с суппортом. Анг-

лийский механик Генри Модели (1771–1831) в 1794 году изобрел крестовый суппорт для токарного станка. С введением суппорта станок стал действовать с возможностями, недостижимыми даже для самой искусной человеческой руки. С применением суппорта начинают совершенствоваться и превращаться в машины все металлообрабатывающие станки. Появляются револьверные, шлифовальные, строгальные, фрезерные станки.

В 1807 году Модели получил патент на усовершенствованную паровую машину. В начале XIX века он изобрел дыропробивную машину, сконструировал микрометрический штангенциркуль, названный им «Лордом канцлером». Необыкновенно изобретательный Модели мало хлопотал о получении патентов. Случалось, что ему грозили судебным процессом люди, укравшие его изобретения и оформившие на себя патенты.

Началось повышение точности производства машин. Английский станкостроитель Джозеф Уитворт Витворт (1803–1887) в 1851 году изобрел первую измерительную машину. Измерения с помощью его устройств имели точность до 0,01 и 0,001 мм. Он также ввел калибры и саму идею стандартизации резьбы. Не случайно Англия того времени называлась «мастерской мира».

1.2.6. Чудеса света — инженерные решения [7]

Чудеса света древнего мира

Примерно в 120 году до н. э. греческий поэт Антипатр Сидонский описал семь чудес света. Все они находились в восточном Средиземноморье и составляли следующий перечень:

1. Великая пирамида в Гизе.
2. Висячие сады Вавилона.
3. Храм Артемиды в Эфесе.
4. Статуя Зевса в Олимпии.
5. Мавзолей в Галикарнасе.
6. Колосс Родосский.
7. Александрийский маяк.

Разберем вышеуказанные чудеса древности, приведя для каждого из них соответствующую временную, географическую и технико-экономическую характеристику.

Великая пирамида в Гизе (пирамида Хеопса)

Сооружена для фараона Хуфу в 2580 году до н. э. Место сооружения (Гиза) расположено напротив Каира — столицы Египта. В строительстве, которое длилось 20 лет, участвовало около 100 тыс. человек. Использовано более 2 млн блоков, каждый из которых весил более 2,5 т. Сторона основания пирамиды — 230 м, высота — 147 м. Построена пирамида без применения раствора, наружные блоки представляют собой отполированный белый известняк.

Висячие сады Вавилона

Возведены около 600 года до н. э. для жены Навуходоносора II (605–562 до н. э.) Амитис в районе древнего города Вавилона, располагавшегося на берегу реки Евфрат к югу от Багдада — столицы современного Ирака. Сады представляли собой ряды террас с общей максимальной высотой 40 м и были снабжены системой полива.

Храм Артемиды в Эфесе

Принял решение о постройке храма в честь богини Луны последний царь древнего государства Лидии — Крез (595–546 до н. э.). Местом постройки был выбран город Эфес (в настоящее время территория Турции). Храм был сооружен в 560 году до н. э. и представлял собой около 120 мраморных колонн высотой до 20 м, установленных на платформе-фундаменте длиной 131 м и шириной 79 м.

Статуя Зевса в Олимпии

Граждане города Олимпия, располагавшегося на юго-западе Греции, приняли решение о сооружении в храме Зевса, построенном в 466–456 годах до н. э., статуи Зевса. Статуя высотой 13 м была установлена в 435 г. до н. э. Пластинки из слоновой кости имитировали кожу, золотые листы — одеяние бога. Трон был инкрустирован черным деревом и драгоценными камнями. Впоследствии статуя была перевезена в Константинополь и в 462 году сгорела в Стамбуле.

Мавзолей в Галикарнасе

Мавзолей представлял собой гробницу для царя Мавсола (377 (376)–352 до н. э.) и его жены Артемизии. Место постройки — го-

род Галикарнас (в настоящее время Бодрум) в Турции. Мавзоль возвышался над землей приблизительно на 43 м. Сверху была установлена колесница. Время сооружения — ориентировочно 350 год до н. э.

Колосс Родосский

Решение о сооружении статуи принял народ острова Родос, находящегося в Эгейском море, в честь победы в сражении. Строился Колосс около 11 лет и был закончен приблизительно в 280 году до н. э. Материалом служила бронза, наружная поверхность была покрыта пластинами из бронзы. Статуя была разрушена через 50 лет в результате землетрясения.

Александрийский маяк

Практически это был первый в мире настоящий профессиональный маяк. Он был возведен на острове Фарос в Средиземном море, недалеко от Александрии. Строился маяк около 20 лет и был завершен приблизительно в 280 году до н. э. Общая высота маяка составляла 117 м, внутри был сооружен спиральный пандус для телег с топливом. В хорошую погоду маяк был виден на расстоянии до 50 км. Архитектор Сострат решил увековечить свое имя. Оно было выбито на камне под цементом с именем царя Птоломея Филадельфа. В XIV веке маяк был уничтожен землетрясением.

Чудеса света Средних веков

В список сооружений, отнесенных к чудесам света Средних веков включены уникальные сооружения, выполненные в период с 500 до 1500 год. По аналогии с предыдущим списком вначале приведем их общий перечень, а затем дадим краткую характеристику:

1. Пещера Десяти тысяч Будд.
2. Большое Зимбабве.
3. Ангкор Ват.
4. Крак де Шевалье.
5. Солсберийский собор.
6. Альгамбра.
7. Теночтитлан.

Пещера Десяти тысяч Будд (Ванфоданг)

Культовое сооружение, связанное с китайским буддизмом. Находится на берегу реки Хуанхэ в Восточном Китае. Представляет собой целую серию пещер с общим количеством около 100 тыс. будд. В одной из наибольших, квадратной по форме пещере, находится скульптура сидячего Будды высотой около 17 м. В этой же пещере есть 10 тыс. фигурок будд-барельефов. Время сооружения — 680 год. Сохранилась до настоящего времени.

Большое Зимбабве

Представляет собой крепость в виде эллипса со стеной длиной 250 м и высотой до 10 м. Внутри находится коническая башня высотой 9 м, построенная без раствора. Материалом служила смесь глины и щебня — даги. Построена крепость в Зимбабве (Африка) приблизительно в VIII веке и существовала до XVII века. Была открыта европейцами в 1867 году.

Ангкор Ват

Ангкор Ват — храм Бога Вишну (индуизм) был сооружен в начале XII века в городе Ангкор Том — столице империи кхмеров, на северо-западе Камбоджи. Представлял собой трехэтажное здание с башнями высотой до 60 м. Храм строили около 5 тыс. ремесленников и 50 тыс. рабочих. Город был разрушен в 1431 году и открыт французским миссионером в 1850 году.

Крак де Шевалье

Замок построен около 1142 года для рыцарей-крестоносцев в Сирии на берегу Средиземного моря на высоте 650 м над уровнем моря. Замок имеет две стены с 13 башнями и вмещал гарнизон численностью до 2 тыс. человек с лошадьми и запасом пищи до 5 лет. Тем не менее в 1271 году с помощью хитрости замок был захвачен. Сохранился до настоящего времени.

Солсберийский собор

Расположен в городе Солсбери в южной Англии. Время постройки 1225–1258 годы. Построен из камня на фундаменте толщиной всего

лишь один метр. Ниже расположен природный пласт гравия. Длина собора 144 м, высота в середине 25 м. Высота башни вместе со шпилем составляет 123 м (построена в 1285–1315 гг.). В 1386 году на башне были установлены часы с боем, правда, без циферблата. Сохранился до настоящего времени.

Альгамбра

Крепость-цитадель, построенная маврами-мусульманами для обороны в VIII–IX веках. Находится около города Гранада в Андалусии, на юге Испании. В 1492 году испанские христиане изгнали мусульман из Альгамбры. В XIII–XIV веках крепость была превращена в прекрасный дворец, имеющий 23 башни, 4 ворот. Длина составляет около 1 км, максимальная ширина равна 300 м.

Теночтитлан

Город Теночтитлан — центр империи Ацтеков (индейцев-охотников). Находился в южной части современного города Мехико в Мексике. Был построен в 1415 году и представлял собой самый большой город того времени с числом жителей от 100 тыс. до 500 тыс. человек, каменными домами, храмами и дворцами. В центре города находилась пирамида высотой в 30 м. Теночтитлан был разрушен испанцами в 1521 году.

Чудеса света нашего времени

Во второй половине XX столетия возникло столько грандиозных сооружений на суше и на воде, что описать их даже кратко в рамках данного издания не представляется возможным. Поэтому из всего многообразия искусственных сооружений выбрано по аналогии с предыдущими периодами только семь, наиболее характерных для различных направлений инженерной деятельности:

1. Оперный театр в Сиднее.
2. Туннель под Ла-Маншем.
3. Аэропорт Кансаи.
4. Самолет Конкорд.
5. Асуанская плотина.

6. Небоскреб Сирс-тауэр.
7. Космический центр Кеннеди.

Оперный театр в Сиднее

В 1950 году был объявлен конкурс на проект театра. Строительство длилось с 1959 по 1973 год в Сиднее (Австралия) на берегу залива. Основные размеры театра: длина 185 м, ширина 100 м, максимальная высота 67 м. Отличительной особенностью является выполнение крыши театра в форме гигантских парусов.

Туннель под Ла-Маншем

Самый длинный подводный туннель. Соединяет материк (Франция) с островом (Англия). Первое предложение о постройке туннеля возникло в 1802 году. Туннель был сооружен в 1987–1994 годы. Его длина составляет более 50 км на глубине 45 м ниже дна моря. Туннель разделен на 3 секции. Имеются отдельные секции для железнодорожного и автомобильного транспорта. Переезд по туннелю занимает около 35 минут, при этом максимально допустимая скорость 160 км/час.

Аэропорт Кансан

Первый аэропорт, построенный не на суше. Местом постройки являлась бухта Осака в 5 км от японского острова Хонсю. Искусственный остров под аэропорт строился 5 лет и был завершен в 1994 году. Остров был сооружен на двадцатиметровой глубине. Для засыпки использовались: песок, земля, щебень, укрепленные стальными рамами. Габаритные размеры острова: длина 4 км, ширина 1,25 км. Здание аэропорта длиной 1700 м поддерживается 900 колоннами. Аэропорт соединен с сушей мостом с автомобильной и железной дорогой.

Самолет Конкорд

Сверхзвуковой скоростной транспортный самолет Конкорд строился в Британии (Филтон) и Франции (Тулуза). Первый самолет был построен в 1969 году. В 1997 году на линиях находилось 14 Конкор-

дов (всего было построено 16). Техническая характеристика самолета: длина 62,1 м, размах крыльев 25,5 м, максимальная высота подъема 18 300 м, максимальная скорость в 2 раза больше скорости звука (скорость звука 1225 км/час), объем горючего около 960 тыс. л, посадочных мест 100. Основные маршруты полетов: Лондон — Нью-Йорк, Париж — Нью-Йорк.

Асуанская плотина

Построена на самой длинной реке в мире — Ниле, вблизи Асуана (Египет). Проект принадлежит Германии, строительство осуществлено с помощью Советского Союза в период с 1960 по 1971 год. Длина плотины около 3,6 км, высота 111 м, ширина вверху 40 м, внизу 925 м. После сооружения плотины образовалось озеро Насер, длиной около 50 км.

Небоскреб Сирс-тауэр

Самое высокое здание в мире (до 1998 г.). Построено в Чикаго (США) в 1973 году. Строилось в течение трех лет 2400 рабочими. Общая высота 540 м. В здании имеется 104 скоростных лифта, разделенных по трем зонам подъема. Шесть автоматических машин постоянно моют 16 тыс. окон здания. На высоте 412 м расположена смотровая площадка, с которой открывается вид на расстояние до 80 км.

Космический центр Кеннеди

Космический центр построен на мысе Канаверал (штат Флорида США). В 1969 году был осуществлен запуск человека на Луну. Сборка аппаратов осуществлялась в здании высотой 160 м. Перевоз к пусковой площадке, расположенной в 5 км от этого здания, производился с помощью специального тягача с экипажем в 26 человек.

Х. Эмерсон (1853–1931) в своей книге «Двенадцать принципов производительности», написанной в 1911–1914 годы, отмечает, что те идеи веры, надежды, любви и красоты, которые были заложены в семь чудес света Древнего мира, практически отсутствуют в современном мире. В качестве примера он приводит семь американских сооружений того времени:

1. Панамский канал.
2. Железнодорожные станции в Нью-Йорке.
3. Нью-йоркский канал для судов.
4. Улучшение внутренних водных сообщений.
5. Американский флот.
6. Подземные Нью-Йоркские дороги.
7. Небоскребы с лифтами.

Все эти сооружения «страдают» утилитарным, чисто прагматическим подходом с соответствующим их восприятием и воздействием. С сожалением можно констатировать, что большинство современных инженерных сооружений также можно отнести лишь к чисто коммерческим, бездуховным «достижениям» человечества.

1.3. Законы и закономерности развития техники

1.3.1. Технические объекты и критерии их оценки [11]

В окружающем нас мире можно выделить четыре класса объектов: неживая природа, живая природа, техника, мыслящие существа — люди. Техника является главным средством воздействия человека на неживую и живую природу, а также средством взаимодействия человека с природой. Эти связи и взаимодействия подразделяются на четыре группы систем:

- 1) техника — предмет труда;
- 2) человек — техника;
- 3) техника — природа;
- 4) техника — социум (общество).

Строение, функционирование и развитие техники подчиняются одновременно трем группам законов: законам природы, законам общества и законам (закономерностям) техники. Технические законы являются законами целеосуществления и основываются на реализации потребностей человека. Выделяют две группы законов техники: законы строения и законы развития техники. Для лучшего понимания дальнейшего материала введем ряд определений.

Техносфера — это совокупность всех действующих, бездействующих и утилизированных технических объектов, всех материальных результатов и последствий их деятельности для некоторого простран-

ства. Под техническим объектом (технической системой) будем понимать орудие труда, машину, прибор, оружие, сооружение и т.п. Все, что имеет определенную функцию, будем называть элементом технического объекта. Множество технических объектов, имеющих одинаковую функцию, определим как класс технических объектов, а серийно выпускаемые технические объекты, имеющие одинаковую функцию и конструкцию, обозначим как поколение технических объектов.

При переходе от предыдущего поколения технических объектов к последующему функция технического объекта обычно остается неизменной, но изменяется его конструкция и улучшаются некоторые критерии. Ниже приводятся таблицы с перечнем групп типовых внешних и внутренних критериев объектов (табл. 1.6, 1.7).

Таблица 1.6

Внутренние критерии объекта

№	Группы и подгруппы критериев
1	Функциональные критерии а) производительности: — производительность труда; — надежность; — механизация; — автоматизация; — скорость движения или обработки; — физические параметры; — непрерывность процесса обработки; б) точности: — изготовления; — измерения; — попадания в цель; — управления; в) долговечности
2	Технологические критерии а) трудоемкость изготовления; б) технологические возможности; в) использование материалов; г) время и трудоемкость проектирования; д) время и трудоемкость ремонта
3	Экономические критерии а) затраты материалов; б) затраты энергии; в) затраты на получение информации

№	Группы и подгруппы критериев
4	Антропогенные критерии а) эргономичность; б) красота; в) безопасность; г) экологичность

Таблица 1.7

Внешние критерии объекта

№	Критерии (закономерности) развития
1	Монотонно сокращается отрезок времени между великими изобретениями, вызвавшими техническую революцию (от сотен и десятков тысяч лет в каменном веке до десятков и нескольких лет в настоящее время)
2	Монотонно сокращается отрезок времени от научных открытий до их реализации (от сотен и десятков лет в XVIII–XIX веках до нескольких лет в настоящее время)
3	Монотонно сокращается отрезок времени между двумя серийно производимыми техническими объектами, имеющими одинаковую функцию (от десятков лет в XIX веке до нескольких лет в настоящее время)

1.3.2. Группы техники и закономерности их развития

Ряд специалистов не без основания считает, что существующая в настоящее время классификация патентов по отдельным отраслям техники не позволяет увидеть цельной картины развития системы техника — социум. Должна быть разработана такая классификация (систематика техники), которая позволит учесть законы развития и строения техники. В табл. 1.8 приведена классификация техники по А.И. Половинкину, построенная по признакам удовлетворения различных потребностей человека.

Таблица 1.8

Классификация техники по А.И. Половинкину

№	Группа техники	Подгруппа техники
1	Удовлетворение психофизиологических потребностей человека	1.1. Утоление голода и жажды. 1.2. Поддержание нормальной температуры тела и окружающей среды.

№	Группа техники	Подгруппа техники
		1.3. Обеспечение нормальных условий труда и отдыха. 1.4. Лечение и профилактика. 1.5. Обеспечение безопасности от травм, увечий и т.п.
2	Удовлетворение духовных (культурных) потребностей человека	2.1.Получение, хранение и передача знаний об окружающем мире и человеке. 2.2.Создание красивой окружающей среды с использованием изобразительных, музыкальных и других искусств. 2.3. Обучение и воспитание человека. 2.4.Обеспечение физического развития человека. 2.5.Обеспечение развлечений, отдыха и занимательности досуга
3	Добыча вещества в природе и производство материалов	3.1. Добыча полезных ископаемых. 3.2. Лесозаготовка и первичная деревообработка. 3.3. Производство металлов. 3.4. Производство строительных материалов. 3.5. Производство синтетических материалов
4	Получение, передача, преобразование и использование энергии	4.1. Отопление и обеспечение горячей водой. 4.2. Получение механической энергии. 4.3. Получение электрической энергии. 4.4. Передача, распределение и преобразование электрической энергии. 4.5. Использование электрической энергии
5	Транспортирование вещества	5.1. Наземное транспортирование грузов. 5.2. Транспортирование по воде и в жидкой среде. 5.3. Транспортирование в атмосфере и газовой среде. 5.4. Другие способы транспортирования
6	Получение, хранение и передача информации	6.1. Измерение величин. 6.2. Производство информации. 6.3. Обработка информации. 6.4. Хранение информации. 6.5. Передача информации
7	Защита и (или) поражение людей,	7.1. Ручное оружие. 7.2. Стрелковое оружие.

№	Группа техники	Подгруппа техники
	техники, животных, растений	7.3. Артиллерия и ракетная техника. 7.4. Бронетанковая техника. 7.5. Военно-морская техника. 7.6. Авиация. 7.7. Средства личной защиты. 7.8. Специальные сооружения
8	Производство средств производства	8.1. Изготовление заготовок. 8.2. Изготовление деталей и узлов. 8.3. Монтаж, сборка и наладка технических объектов
9	Здания и сооружения	9.1. Жилые дома. 9.2. Общественные здания. 9.3. Промышленные здания. 9.4. Транспортные здания. 9.5. Склады. 9.6. Специальные сооружения

В качестве примера, демонстрирующего наличие определенных закономерностей развития техники, приведем данные С.А. Семенова о развитии техники в каменном веке (табл. 1.9). Общей закономерностью, присутствующей на всех этапах развития техники, является использование старых орудий наряду с новыми, более совершенными.

Таблица 1.9

Закономерности развития техники каменного века

№	Закономерности развития техники	Примеры действия и проявления закономерностей
1	Рост механической мощности и КПД орудий, расширение источников энергий	Увеличение веса и размеров орудий. Подключение дополнительных источников энергии (мышц ноги, веса туловища и т.д.). Изобретение рукоятки. Использование эффекта рычага. Использование механической энергии животных. Использование энергии водяных потоков и ветра (на воде). Использование жидкостного трения (сани, лыжи), что в несколько раз увеличило КПД использования энергии мышц

№	Закономерности развития техники	Примеры действия и проявления закономерностей
2	Увеличение скорости движения	Легкое копьё (дротик) — $V = 3$ м/с, $L = 35\text{--}40$ м. Стрела из лука — $V = 9$ м/с, $L = 150\text{--}200$ м. Сверление вручную — 70 об/мин. Лучковое сверло — 700 об/мин. Лодка с шестом. Лодка с веслами. Лодка с обтекаемым корпусом. Лодка с парусом. Лодка с несколькими веслами
3	Повышение точности	Повышение точности изготовления оптимальных форм каменных орудий. Точность попадания: копьё, лук. Точность обработки: гончарный круг
4	Автоматизация орудий труда	Изобретение силков, капканов, ловушек, самострелов и т.п.
5	Дифференциация орудий	Число орудий с различными функциями: — поздний палеолит — 30–35; — ранний неолит — 120–140. Дифференциация орудий по размерам
6	Специализация и расширение производства	Поздний палеолит — обработка дерева, камня, кости, шкур. Неолит — использование глины, ткачество, веревки, сети
7	Усложнение орудий	Двухэлементные и многоэлементные орудия
8	Упрощение орудий	Переход от каменных ножей к призматическим пластинам, имеющим готовое лезвие. Замена вкладышевых каменных орудий металлическими из одного-двух элементов. Переход от плетеных построек к срубным из бревен
9	Появление новых материалов	См. п. 6, 8
10	Появление новых технологий	Добывание огня. Использование огня для обработки материалов и веществ. Изготовление керамических изделий. Выплавка бронзы

А.И. Половинкин отмечает также следующую закономерность. Когда возникает ситуация новой реальной потребности, то, как правило, возникают средства ее реализации, т.е. создаются новые пионерные технические объекты. Развитием этой закономерности служит следующая тенденция. Средства реализации новой реальной потребности изобретают независимо и часто одновременно в нескольких местах и странах.

Наглядным примером является изобретение электрической лампы накаливания. В табл. 1.10 приводится список ученых и изобретателей, проводивших опыты с накаливанием электрическим током нитей из различных материалов в стеклянном баллоне с целью получения света.

Таблица 1.10

Изобретатели электрической лампы

Период	Независимо работавшие ученые и изобретатели
1840–1848 гг.	Грове, Де Модейн, Стэт
1854–1867 гг.	Гобель, Де Шанжи, Адамс
1873–1879 гг.	Ладыгин, Даурихсон, Кон, Булыгин, Яблочков, Фок, Сван, Эдисон

Аналогична ситуация и с таким крупным изобретением, как книгопечатание. Как и многие другие нововведения, оно возникло практически одновременно на различных территориях (табл. 1.11).

Таблица 1.11

Изобретение книгопечатания

Время появления книгопечатания	Страна и автор изобретения книгопечатания
Начало XIV века	Япония (автор неизвестен)
1403–1404 годы	Корея (автор неизвестен)
Конец 1430-х годов	Голландия (Лоренц Костер)
Середина 1440-х годов	Германия (Иоганн Гутенберг)

1.3.3. Иерархия потребностей

Иерархия потребностей человека может быть представлена в форме многоуровневой схемы в следующей последовательности.



В табл. 1.12 показан список основных обобщенных первичных потребностей человека с выделением трех групп потребностей: группа А — вечные потребности, группа В — потребности, роль которых сильно возросла в XX веке, группа С — новые потребности XX века.

В табл. 1.13 на примере частной первичной потребности — обеспечение хлебобулочными изделиями (обобщенная первичная потребность — обеспечение пищей) — показана иерархия потребностей первого, второго и третьего уровней. Анализ приведенных таблиц позволяет понять причины, которые лежат в основе мотивации разработки подавляющего числа изобретений.

Таблица 1.12

Приоритетный список основных обобщенных первичных потребностей

Группа	№	Наименование потребностей
А	1	Обеспечение пищей
А	2	Обеспечение жильем
А	3	Обеспечение одеждой
А	4	Обеспечение оборонной техникой
С	5	Защита от глобального уничтожения человечества
А	6	Защита от преступных нападений
А	7	Защита от природных катастроф
В	8	Защита от искусственных катастроф

Группа	№	Наименование потребностей
А	9	Защита от болезней
В	10	Получение, обработка и передача информации
С	11	Обеспечение пресной водой
В	12	Защита от аварий в промышленности, на транспорте
В	13	Обеспечение досуга людей
В	14	Создание комфортной и красивой окружающей среды
С	15	Обеспечение нормальным воздухом
С	16	Обеспечение нормальных условий сна

Таблица 1.13

Иерархия потребностей «Обеспечение хлебобулочными изделиями»

Вид потребности	Наименование потребности
Частная первичная потребность	Хлебобулочные изделия
Вторичная потребность 1-го уровня	Возделывание земли (тракторы, плуги и т.д.). Посев зерна (тракторы, сеялки). Жатва и обмолот зерна (комбайны, автомашины). Размол зерна (мельницы, транспорт). Выпечка хлеба (печи, транспорт)
Вторичная потребность 2-го уровня	Оборудование для производства тракторов, сеялок, комбайнов, автомашин, мельниц и т.д. (прокатные станы, станки и т.д.). Выплавка металла и производство других материалов (доменные и мартеновские печи и т.д.). Добыча железной и других руд (экскаваторы, тепловозы, вагоны и т.д.). Производство электрической энергии и топлива (теплоэлектростанции, угольные комбайны, буровые вышки и т.д.)
Вторичная потребность 3-го уровня	Оборудование для строительства и изготовления прокатных станов, станков, доменных и мартеновских печей, экскаваторов и угольных комбайнов, тепловозов и вагонов, буровых вышек, теплоэлектростанций и т.д.

1.3.4. Законы развития технических объектов [11]

Приведем примеры различных законов развития технических объектов: закон стадийного развития технических объектов, закон прогрессивной конструктивной эволюции, закон возра-стания разнообразия технических объектов и закон возрастания сложности технических объектов.

В табл. 1.14 показаны стадии развития техники от ручных орудий до автоматизированного производства, а в табл. 1.15 даны примеры технических объектов, реализующих различные фундаментальные функции, к которым относятся: технологическая, энергетическая, функция управления и планирования.

Таблица 1.14

Закон стадийного развития технических объектов

№	Стадии развития техники	Фундаментальные функции
1	Возникновение и развитие ручных орудий	Технологическая
2	Возникновение и развитие машин (промышленная революция)	Технологическая. Энергетическая
3	Возникновение машин-автоматов (научно-техническая революция)	Технологическая. Энергетическая. Управления
4	Автоматизированное производство	Технологическая. Энергетическая. Управления. Планирования

Закон прогрессивной конструктивной эволюции проиллюстрирован на примере развития транспортного колеса (табл. 1.16).

Таблица построена так, чтобы можно было проанализировать каждый этап развития колеса с точки зрения основных недостатков, существующих в конкретный исторический период, и выявить закономерности перехода к более совершенным техническим решениям.

Таблица 1.15

**Примеры технических объектов,
реализующих различное число фундаментальных функций**

Потребность в обработке	Первая стадия ТФ	Вторая стадия ТФ+ЭФ	Третья стадия, ТФ+ЭФ+ФУ	Четвертая стадия ТФ+ЭФ+ФУ+ +ФП
Размалыва- ние зерна	Каменные жернова с ручным приводом	Каменные жернова с приводом от водяного колеса или паровой машины	Мельница с системой автоматизи- рованного управления (САУ)	Мельница с САУ, получающая задания от системы автоматизиро- ванного планирования работ (САПР)
Транспор- тировка грузов по дороге	Тачка или тележка, движимая человеком	Телега, движимая тягловым животным или автомобилем	Автомобиль с САУ	Автомобиль с САУ, получающий задание от бортовой САПР
Получение круглых деталей	Токарный станок с ручным или ножным приводом	Токарный станок с приводом от водяного колеса, паровой машины или электро- двигателя	Токарный станок с числовым программным управлением (ЧПУ)	Станок с ЧПУ, получающий задание от САПР

Условные обозначения:

ТФ — технологическая функция

ЭФ — энергетическая функция

ФУ — функция управления

ФП — функция планирования

САУ — система автоматизированного управления

ЧПУ — числовое программное управление

САПР — система автоматизированного планирования работ

Таблица 1.16

Описание и анализ конструктивной эволюции транспортного колеса

Главный дефект предшествующего поколения	Улучшаемые показатели	Конструктивные изменения	Закономерность перехода
Транспортировка грузов на волокушах и снях требовала больших усилий	Затраты энергии. Коэффициент трения	Круглые катки; 4–6 тыс. до н. э.	Замена трения скольжения трением качения
Необходимость постоянного переноса катков	Скорость движения. Трудоемкость	Упоры у полозьев, которые не дают выкатиться каткам; 4 тыс. до н. э.	Понижение степени свободы между элементами
Возросли затраты энергии из-за трения между катком и полозьями	Затраты энергии	Каток преобразовался в скат; 4 тыс. до н. э.	Разделение на несколько элементов
Высокие затраты энергии из-за трения между осью и полозьями	Коэффициент трения	Смазка (деготь и др.); 6–3 тыс. до н. э.	Использование смазки
При повторях проскальзывание колеса, усилия в оси	Затраты энергии. Надежность	Колесо отделено от оси; 3 тыс. до н. э.	Повышение степени свободы
Высокие затраты энергии на перемещение тяжелых колес	Вес колеса	Колесо из трех элементов: обод, ступица, спицы (или тонкий диск); 2 тыс. до н. э.	Разделение на несколько элементов
Колеса малого диаметра (равного стволу дерева)	Затраты энергии	Сборная конструкция: спицы, втулка, обод (сборный); 2 тыс. до н. э.	Разделение на простые детали
Износ обода	Долговечность обода	Металлический обруч; 1 тыс. до н. э.	Использование износостойких материалов

Главный дефект предшествующего поколения	Улучшаемые показатели	Конструктивные изменения	Закономерность перехода
Износ оси	Долговечность оси	Металлическая ось; 1 тыс. до н. э.	Использование высокопрочных материалов
Затраты энергии на перемещение	Затраты энергии	Подшипники качения между осью и втулкой XX в.	Замена трения скольжения трением качения
Шум и тряска	Уровень шума	Резиновое покрытие на ободе	Использование упругих материалов
Высокий вес колеса	Вес колеса	Натяжение спиц; 1873 г.	Использование предварительного напряженного состояния
Шум и тряска	Динамика движения	Пневматические шины; 1888 г.	Использование упругой пневматической конструкции

Закон возрастания разнообразия технических объектов иллюстрируется с помощью данных табл. 1.17, которые показывают в обобщенном виде рост числа технических объектов и числа деталей в сложных технических объектах от древних времен до наших дней. Дополнением к этим данным может служить табл. 1.18. В ней приведены уровни сложности системы с соответствующими примерами и числом элементов в системах.

Следует также отметить важную тенденцию в развитии техники, а именно, закономерность сохранения старых технических решений, которая может быть сформулирована следующим образом. Новое поколение технических объектов, имеющих более эффективную конструкцию по одному или нескольким показателям, иногда не покрывает полностью всей области применения предыдущего поколения технических объектов, которые сохраняются и воспроизводятся сколь угодно долго при наличии потребности и социально-экономической целесообразности.

Таблица 1.17

Возрастание разнообразия технических объектов

Время	Ориентировочное число технических объектов	Среднее число деталей в сложных технических объектах
100 000 лет назад	5	1
10 000 лет назад	50	10
1 000 лет назад	1 000	100
Настоящее время	50 000	10 000

Таблица 1.18

Сложность систем по Г.Н. Поварову

№	Уровень сложности	Примеры технических объектов и технологии
1	Простые предметы	Одноэлементные орудия каменного века (рубило, дубина и т.д.)
2	Превращающиеся предметы	Использование огня при изготовлении керамической посуды и пищи
3	Сложные предметы	Составные орудия из жестко соединенных деталей, ткани, каменная кладка и т.п.
4	Простые системы	Машины и устройства с числом элементов от 10^1 до 10^3 (капканы, ловушки — каменный век, машины — XV–XIX века)
5	Сложные системы	Технические системы с числом элементов от 10^4 до 10^7 и массовым взаимодействием (автоматические телефонные станции)
6	Превращающиеся системы	Системы, способные к росту, развитию (10^8 – 10^{30})
7	Парадоксальные системы	Системы, способные управлять пространством (10^{30} – 10^{800})

Библиографический список к первой главе

1. *Гумилевский Л.* Русские инженеры / Л. Гумилевский. — М. : Молодая гвардия, 1953. — 435 с.
2. *Данилевский Л.В.* Русская техника / Л.В. Данилевский. — Л. : Лениздат, 1949. — 549 с.
3. *Джеймс П.* Древние изобретения / П. Джеймс, Н. Торн. — Минск : ОСО Попурри, 1997. — 768 с.

4. *Зворыкин А.А.* История техники / А.А. Зворыкин, Н.И. Осьмова, В.И. Чернышев, С.В. Шухардин. — М. : Соцэкгиз, 1962. — 772 с.
5. *Иванов Б.И.* Становление и развитие технических наук / Б.И. Иванов, В.В. Чешев. — Л. : Наука, 1997. — 264 с.
6. *Козлов Б.А.* Возникновение и развитие технических наук: опыт историко-теоретического исследования / Б.А. Козлов. — Л. : Наука, 1987. — 248 с.
7. *Кокс Р.* Семь чудес света / Р. Кокс, М. Нейл. — М. : БММ АО, 1997. — 96 с.
8. *Корнилов И.К.* История великих изобретений : учеб. пособие / И.К. Корнилов. — М. : РГИИС, 2000. — 51 с.
9. *Корнилов И.К.* Основы инженерного дела : учеб. пособие / И.К. Корнилов. — М. : МГУП, 2001. — 108 с.
10. *Мелещенко Ю.С.* Технический прогресс и его закономерности / Ю.С. Мелещенко. — Л. : Лениздат, 1967. — 171 с.
11. *Половинкин А.И.* Законы строения и развития техники : учеб. пособие / А.И. Половинкин. — Волгоград : Волгоградский политехнический ин-т, 1985.
12. *Философия техники: история и современность.* — М. : ИФРАН, 1997. — 282 с.
13. *Шухардин С.В.* Основы истории техники / С.В. Шухардин. — М. : Акад. наук СССР, 1961. — 279 с.
14. *Эсаулов В.Ф.* Диалектика технической мысли / В.Ф. Эсаулов. — Красноярск : Краснояр. ун-т, 1989. — 164 с.

Глава 2. Инженерная деятельность

2.1. Особенности инженерной деятельности

2.1.1. Инженерное дело как искусство

Мало есть профессий, в которых радость творчества, чувство удовлетворения достигнутым успехом получали бы такое яркое проявление, как в ответственной технической работе. В этом чувстве счастья свободной творческой деятельности художник и инженер близко стоят друг к другу. (1924)

Георг фон Ганфштенгель

Рассмотрение инженерной деятельности и вообще деятельности научно-технической не может быть проведено в отрыве от такого понятия, как «инженерное искусство». Определение этого понятия с достаточно подробной аргументацией дано в работе [37, с. 160]. Здесь же мы приведем, хотя бы в кратком виде, взгляд на искусство как на особого рода деятельность, представителей различных наук.

Основополагающей в этом направлении можно считать работу М.Е. Маркова, в которой даются основы функциональной теории искусств [56]. Как справедливо указывает автор «... если сущность объекта есть его функция, то выяснение сущности искусства требует функционального подхода к нему» [56, с. 228]. В его монографии приводится структура процесса общественного познания, в которой предметом анализа является функция осуществления процесса познания каждой личностью, результат которого становится достоянием всех членов общества. В основе структуры лежит процедура перехода от первичного творческого процесса, предполагающего художественное творчество или научное исследование, к продукту творчества, который включает произведения искусства или научный трактат; затем к интерпретирующему творческому процессу, куда входит не только художественное исполнение, но и преподавание и науч-

ная популяризация и, наконец, к заключительному (адресному) процессу с его непосредственным восприятием картин, спектаклей, фильмов, книг, лекций, уроков. В качестве конечного результата данного процесса М.Е. Марков берет «изменение личности и поведения» [56, с. 21].

Рассмотренный выше функциональный подход к анализу искусства, хоть и отличен по форме от используемых в науке и технике, но по сути своей полностью совпадает с ними. Важным является не столько совпадение процедуры анализа, сколько включение в логику процесса познания на уровне искусства всей совокупности научной деятельности. Здесь явно просматриваются черты социологизации научного творчества. Вероятно, первым, подметившим эту характерную черту рассматриваемого процесса, был французский философ и социолог Жан Мари Гюйо (1854–1888). Во введении к его книге «Искусство с социологической точки зрения» Альфред Фулье пишет: «По мнению Гюйо, особенность девятнадцатого века, и преимущественно грядущих веков, по всей вероятности, будет заключаться в создании социальной науки, господствующей над всеми другими науками, которые казались раньше от нее независимыми: религиозной, метафизической, нравственной, наукой о воспитании и, наконец, эстетической» [22, с. 5].

Гюйо, конечно, не мог более чем 100 лет тому назад говорить о социотехнических системах в современном понимании этого термина и анализировать отношения в человеко-машинных системах, обосновывая первичность социального по отношению к техническому. Но он очень точно подметил главную функцию искусства: «Самая важная задача искусства — производить эстетическую эмоцию социального характера» [22, с. 53].

И действительно, технические достижения в не меньшей, а может быть, и в большей степени воздействуют на общество в сравнении с «чистым искусством». Более того, в реальной, бытовой жизни они выступают на первый план, так как все без исключения члены социума вынуждаемы (а, может быть, и принуждаемы) к пользованию различными техническими устройствами.

История развития инженерной деятельности насчитывает не одно тысячелетие. Легенды и предания достаточно убедительно свиде-

тельствуют о том, что и задолго до нашей эры человечество было способно к сооружению таких искусственных и искусных сооружений, которые невозможно выполнить без специальной (инженерной) теоретической работы. Возьмем в качестве примера знаменитые «чудеса света» (подробнее см. 1.2.6). Согласно большинству дошедших до нас исторических источников к семи чудесам света принято относить:

1. Пирамиды в Египте (3–2 тыс. до н. э.). Самую грандиозную — пирамиду Хеопса (выс. 146,6 м), — по утверждению Геродота соорудили 100 000 тыс. человек в течение 20 лет. 2. «Висячие сады Семирамиды» в Вавилоне — террасы (VII в. до н. э.). 3. Храм Артемиды в Эфесе (~550 г. до н. э.). 4. Статую Зевса в Олимпии работы Фидия (~430 г. до н. э.). 5. Галикарнасский мавзолей (сер. IV в. до н. э.). 6. «Колосс Родосский» — статуя бога солнца Гелиоса на о-ве Родос (~292–280 гг. до н. э.). 7. Александрийский маяк (~280 г. до н. э.) [11, с. 243–244].

Никто не будет отрицать, что эти «чудеса» являются произведениями искусства. Тем не менее практически все они являлись не столько чудесными, сколько инженерными творениями. По крайней мере, шесть из вышеперечисленных чудес были прежде всего техническими сооружениями, т.е. требующими от их создателей проектирования и расчета. Поэтому правомерно говорить об инженерном искусстве с самого начала инженерной деятельности. Да и дальнейшие достижения, которыми особенно гордится мировое сообщество, являются в первую очередь инженерными сооружениями: Эйфелева и Останкинская башни, космические корабли и т.д., и т.п.

Любые чудеса, созданные разумом и руками человека, объединяет не только поражающая воображение грандиозность замыслов и величественность исполнения, но и два основных признака, характерных для любой инженерной деятельности: процессы проектирования и расчета. Наличие именно этих признаков и определяет правомерность мнения о том, что подобные деяния невозможны без соответствующей инженерной проработки.

Есть и еще один аспект научно-технической деятельности, который также одним из первых выделил М. Гюйо. В главе «Гений как сила общественности и как создание новой социальной среды» он пишет: «Социолог, замечательный по оригинальности точек зрения и тонкости ума, — Тард, превосходно доказал, что социальный мир и даже весь мир целиком подчиняется двум видам сил: подражанию и нововведению» (Габриель Тард (1843–1904) — французский социолог). И далее: «Индивидуализирование есть задача, которая входит в общие законы нововведения: и все то, что индивидуально, лично, оригинально, гениально, подчиняется тем же законам... Отсюда в частном мире искусства, как и во всем социальном мире, можно рассматривать два класса людей: новаторов и повторителей, то есть гениев и публику...» [22, с. 76].

С учетом сказанного можно смело утверждать, что труды М. Гюйо являются начальной точкой отсчета для современных работ, связанных с новой наукой инноватикой. Примером может служить исследование А.И. Пригожина «Нововведения: стимулы и препятствия», посвященное анализу новаторских и рутинных процессов [71]. Подчеркивая социальность любого вида деятельности, М. Гюйо в предисловии к своей книге пишет: «Высшей задачей девятнадцатого столетия было, по-видимому, стремление выдвинуть социальную сторону человеческого индивидуума и вообще одушевленного существа, на которое было слишком мало обращено внимания эгоистическим материализмом предыдущего столетия» [22, с. 29].

Впрямую касается М. Гюйо и научной деятельности, говоря о научном анализе и художественном синтезе: «Синтезировать, создавать — это всегда дело искусства и в этом отношении созидаящий гений наук всегда связан с искусством; изобретения прикладной механики, химический синтез — есть искусство... истинный гений узнается по тому, что он достаточно широк, чтобы подняться выше реального, и достаточно логичен, чтобы никогда не блуждать в стороне от возможного» [22, с. 56–57].

Этот тезис М. Гюйо замечательным образом выражает смысл и глубинную суть всей методологии научно-технического творчества.

2.1.2. Инженерное искусство и красота

Вопрос о том, какую роль играет искусство в системе подготовки инженера и в его деятельности, поднимался практически всеми крупными деятелями науки и техники. Одним из наиболее известных организаторов и основателей русской инженерной школы является Виктор Львович Кирпичев (1845–1913), работы которого представляют пример междисциплинарного и гуманистического подхода к постановке обучения инженеров.

На торжественном открытии Киевского политехнического института 31 августа 1898 года он сказал: «Политехнический институт есть высшее учебное заведение, назначенное для подготовки инженеров, то есть, как показывает само название, людей гения, способных придумывать и устраивать новое. С понятием о деятельности инженера необходимо соединяется требование творческой способности и созидательной деятельности, умение делать нечто новое. Если кто предполагает только рутинно копировать старину, тому не нужно кончать высшего учебного заведения; его деятельность будет работа ремесленника, а не инженера» [33, с. 6].

Уже в то время, в период становления инженерной деятельности, понималась необходимость синтеза гуманитарных, естественнонаучных и технических знаний. Поэтому не случайно и сам В.Л. Кирпичев, и другие ученые в качестве образца инженера ссылаются на пример Леонардо да Винчи (1452–1519): «На заре эпохи Возрождения мы встречаемся с человеком, на которого нужно смотреть, как на родоначальника инженеров, подготовляющего идеальный тип инженерной профессии. Это Леонардо да Винчи. В нем соединяются ученый, практик и художник, все эти три стороны должны быть развиты в настоящем инженере» [33, с. 11].

И далее в своей речи В.Л. Кирпичев прямо указывает на необходимость обязательного художественного воспитания будущего инженера: «Инженеры обязаны заботиться о красоте своих сооружений, и поэтому они должны получать и художественное образование. Сущность требований к инженеру была хорошо выражена символически при постройке Цюрихской политехнической школы. Там отделение общих наук — университетское — соединяется с отделением прикладных наук — техническим — залой, которая представляет

собой художественный музей. Это указывает состав инженерного образования: нужно начинать с чистой науки и на ней основывать прикладные знания; но в то же время не оставлять без внимания и искусство. Очень ошибаются те, которые думают, что произведения техники по необходимости безобразны и что промышленность становится все более и более несовместимой с искусством» [33, с. 11–12].

Одновременно Л.В. Кирпичев предлагает ввести в обучение такие положения, которые могут составить гуманистическую основу любой человеческой деятельности. Отмечая, что «в технической области фантазия называется изобретением», он говорил: «... многочисленные черты сходства трех разрядов гениальных людей — ученых, поэтов, изобретателей» [32, с. 6]. Закономерным является и то обстоятельство, что, также как и современные разработчики методологии научно-технического творчества [6, с. 20], Л.В. Кирпичев подчеркивает важность и возможность развития фантазии: «Для маленьких детей очень важно в этом отношении чтение волшебных сказок» [32, с. 21].

Итогом предложений в направлении гуманистического подхода к системе образования может служить напутствие Л.В. Кирпичева всем настоящим и будущим поколениям инженеров, работающим на территории России: «Также вредят для развития технического дела всякие шаблоны, устанавливающие образцы, готовые конструкции. Они убивают фантазию, отнимают у нас поле деятельности, порождают мертвенность. Хорошо ли будет, если мы всю Россию покроем одинаковыми постройками: все церкви, станции, мосты — будут одного образца!» [32, с. 22].

Есть и еще один наш российский, чисто национальный аспект рассматриваемого вопроса. Так, например, в старину на Руси строители городов, мостов, плотин — все те, кого мы называем теперь инженерами, назывались «розмыслами». Таким образом, русское название «розмысл» по сути своей предвосхитило то понимание, которое установилось в Европе только в XIX веке [19, с. 7–8]. Именно русские розмыслы олицетворяли то, что в сочетании с их природной сметкой и практическим искусством, скрепленное высокой духовностью и ответственностью применительно к воплощаемым проектам,

может быть обозначено как гуманистический подход к технической работе. Поэтому, подходя к анализу инженерной деятельности, следовало бы прежде всего показать ретроспективу возникновения всех инженерных «чудес» от Древнего мира до наших дней. Однако целью данного исследования является не демонстрация технических достижений человечества, а выяснение тех методологических аспектов инженерной деятельности, которые напрямую связаны с гуманизацией инженерного образования [48].

В связи с вышесказанным полезно сравнить взгляды В.Л. Кирпичева и современных авторов на происхождение инженерной деятельности. Об истоках появления инженерной деятельности как профессии профессор В.Л. Кирпичев сказал в своем выступлении на открытии Съезда деятелей по горному делу, металлургии и машиностроению 17 апреля 1913 года: «Инженерная деятельность сильно выдвинулась вперед, получила гораздо большее значение, чем прежде, и это произошло по двум причинам: первая — наступил период интенсивного подъема промышленности... вторая причина: промышленность изменила свой характер... Автоматы заменили прежних рабов, а инженер играет роль полководца, гения, руководителя толпы рабов» (под толпой рабов имеются в виду машины и механизмы) [84, с. 2, 6].

Истоки инженерной деятельности в современной трактовке подробно проанализированы в трудах В.Г. Горохова и В.М. Розина. Предыстория инженерной деятельности связывается с тем, что «в Средние века еще не существовало инженерной деятельности в современном ее понимании, а скорее была техническая деятельность, органически связанная с ремесленной организацией производства» [17, с. 7].

Происхождение инженерной деятельности и ее специфические особенности с методологической точки зрения заключаются, по мнению тех же авторов, в следующем: «Для инженера всякий объект, относительно которого стоит техническая задача, с одной стороны, выступает как явление природы, подчиняющееся естественным законам, а с другой — как орудие, механизм, машина, сооружение, которое необходимо построить искусственным путем. Сочетание в

инженерной деятельности «естественной» и «искусственной» ориентаций заставляет инженера опираться и на науку, из которой он черпает знания о естественных процессах, и на существующую технику, где он заимствует знания о материалах, конструкциях, их технических свойствах, способах изготовления и т.д. ...Но объектом современной деятельности становятся также связи между человеком и машиной, экономические, организационные и даже социальные связи... Сложная дифференцированная структура современной инженерной деятельности обуславливает необходимость управления ею и организации составляющих ее деятельностей в единое целое» [55, с. 74–81].

Подробный анализ инженерной деятельности дан в работах [15, 16, 40]. Именно в подобных подходах кроется переход от технократической к гуманистической инженерной деятельности, что точно подметил В.Л. Кирпичев: «Устройство приспособлений для сбережения труда, для облегчения, для безопасности его, для гигиеничности труда — вот достойное поприще для занятия деятельных умов, и я думаю, вы согласитесь со мною, что техника представляет собой обширное поле для гуманной и просветительской деятельности» [33, с. 19].

Подтверждают тесную связь инженерной деятельности с гуманитарной и художественной деятельностью попытки сознательного, а часто и интуитивного сохранения искусства применительно к научно-технической деятельности, рассмотренные в различных современных отечественных и зарубежных изданиях [29, 50–52, 93, 98, 106–110].

Так, например, в предисловии к книге Р. Шеннона «Имитационное моделирование систем — искусство и наука» редактор перевода пишет: «Книга посвящена целиком именно той части имитационного эксперимента, которая представляет собой искусство, поскольку такие процессы, как отбор существенных факторов для построения модели, введение упрощающих допущений и принятие правильных решений на основе моделей ограниченной точности, опираются в значительной мере на инженерную интуицию исследователя и практический опыт того или иного руководителя» [98, с. 5–6].

2.1.3. Принципы гуманизации инженерной деятельности

Анализ ранее рассмотренных социально-технических и историко-философских процессов позволяет сделать вывод о том, что новые социальные, экономические и экологические проблемы, возникшие перед человечеством в начале XXI века, требуют переориентации системы подготовки инженеров. В обществе и в системе высшего технического образования возник четко обозначенный запрос на изучение «истории науки и техники», «философии техники», «методологии научного творчества».

Следовательно, назрела необходимость перехода от методов и приемов изобретательского творчества, от постановки чисто инженерных и технических задач к решению социальных и социотехнических задач. А такой переход возможен только с помощью гуманизации образования.

Независимо от конкретной учебной дисциплины или даже целого научного направления будущим инженерам приходится изучать различные законы и теории в рамках каждого учебного курса. Объясняется это тем, что даже в естественных науках, не говоря уже о технических, вряд ли найдется пример, когда одна теория или закон охватывали бы и объясняли всю совокупность явлений в данной области знаний. Поэтому будет справедливым, хоть и категоричным, утверждение о том, что единых, универсальных, подходящих для всех областей знаний законов и теорий нет. Примеров, подтверждающих это утверждение, можно привести сколь угодно много: от общефилософских законов, которых насчитывается целая группа даже в рамках диалектических теорий, до весьма отличных друг от друга теорий происхождения Земли и таких чисто прикладных направлений, как, например теории склеивания.

Все теории и законы базируются на аксиомах, т.е. «исходных положениях научной теории, принимаемых в качестве истинных без логических доказательств и лежащих в основе других положений этой теории» [92, с. 16]. Эти аксиомы и являются той действительной, той фундаментальной основой, теми постулатами — «положениями, суждениями, утверждениями, принимаемыми в рамках какой-либо научной теории за истинное в силу очевидности» [92, с. 517], на осно-

ве которых в дальнейшем строится база знаний каждого конкретного предмета — теоремы, закономерности, зависимости и т.п.

В междисциплинарных исследованиях, особенно при использовании системного подхода, неизбежно возникают требования по разработке более универсальных теорий, так как теории и закономерности, действующие в отдельно взятой предметной области, никогда не могут, даже по определению, «удовлетворить» иную область знаний; тем самым создаются предпосылки для разработки более универсальных теорий. В качестве примеров, иллюстрирующих межпредметные прорывы, могут служить такие науки, как физическая химия, социальная психология и др.

Объединение новых полинаправлений в единые комплексы позволяет выходить на уровень метатеорий, подобных теории ноосферы Владимира Ивановича Вернадского (1863–1945). Он же был одним из создателей антропокосмизма — системы, в которой естественно-историческая природная (космическая в целом) и социально-гуманитарная тенденции развития науки гармонически сливаются в одно целое. Таким образом, В.И. Вернадский соединил в реальную научную парадигму идею гуманизации научных знаний со стороны естественнонаучной картины мира. «Встречной» парадигмой объяснения универсума со стороны знаний научно-художественных и теологических явилась философия всеединства Владимира Сергеевича Соловьева (1853–1900) и его концепция «цельного знания», основанная на интуитивном постижении мира с опорой на нравственные усилия личности.

Незнание или непонимание сложных процессов, которые в значительной мере разъяснили в своих учениях В.И. Вернадский и В.С. Соловьев, привели многочисленную армию деятелей науки и техники к ситуации внутреннего и внешнего разлада, которая, в свою очередь, выливалась, как правило, в технократические, чисто прагматические решения любых проблем. Замечательно сказал об этом противостоянии, процессе внутреннего раздвоения личности, Эдуард Шюрэ — французский писатель, философ, музыковед (1841–1929): «До тех пор пока христианство утверждало христианскую веру в среде европейских народов — еще полуварварских, какими они были в Средние века, — оно было величайшей из нравственных сил, оно

формировало душу современного человека. До тех пор пока экспериментальная наука стремилась восстановить законные права разума и ограждала его безграничную свободу, до тех пор она оставалась величайшей из интеллектуальных сил: она обновила мир, освободила человека от вековых цепей и дала его разуму нерушимые основы. Но с тех пор как церковь, неспособная защитить свои основные догматы от возражений науки, заперлась в них, словно в жилище без окон, противопоставляя разуму веру как неоспоримую абсолютную заповедь; с тех пор как наука, опьяненная своими открытиями в мире физическом, превратившая мир души и ума в абстракцию, сделалась агностической в своих методах и материалистической в своих принципах и в своих целях; с тех пор как философия, сбита с толку и бессильно застрявшая между религией и наукой, готова отречься от своих прав в пользу скептицизма — глубокий разлад появился в душе общества и в душе отдельного человека.

Религия отвечает на запросы сердца — отсюда ее магическая сила; наука — на запросы разума — отсюда ее неодолимая мощь. Но прошло уже много времени с тех пор, как эти две силы перестали понимать друг друга. Религия без доказательств и наука без надежды стоят друг против друга, бессильные победить одна другую.

Отсюда глубокая раздвоенность и скрытая вражда — и не только между государством и церковью, но и внутри самой науки, в лоне всех церквей, а также в глубине совести всех мыслящих людей.

Ибо каковы бы мы ни были, к какой бы философской или социальной школе мы не принадлежали, мы несем в своей душе эти два враждебных мира, с виду непримиримые, хотя они возникли из одинаково присущих человеку никогда не умирающих потребностей: потребности его разума и потребности его сердца» [100, с. 1–2].

Если следовать теориям В.И. Вернадского и В.С. Соловьева, то при таком движении становится неизбежным выход на те испокон века вечные истины, а с точки зрения науки — аксиомы, на которых строятся любые религиозные учения. Аксиомы эти являются ни чем иным, как заповедями, или, говоря современным языком, системой ценностей, той единственной, уникальной и универсальной основой человеческого духовного и материального бытия, которую создало человечество за длительную историю своего развития.

В этих заповедях-основах и находятся источники любого подлинно гуманистического движения. Без соответствующей им ценностной ориентации никакое положительное, личностное человеческое развитие и развитие в целом всего общества, науки и техники невозможно.

Здесь и кроется истинный смысл гуманизации образования, в том числе и, пожалуй, в первую очередь высшего технического образования. Духом гуманизма должны быть проникнуты все учебные предметы и не только гуманитарные, естественнонаучные, но и специальные. Учебники, учебные пособия должны быть очеловечены. Как этого достичь? Не помещать же, в самом деле, религиозные курсы внутри специальных дисциплин! Ну, конечно нет — это и нереально и смешно. Но сами принципы гуманизации необходимо заложить в основу любого учебного предмета, любой учебной дисциплины. Эти принципы и являются той универсальной методологией, с помощью которой можно гуманизировать любое направление инженерной деятельности.

Методологической основой гуманизации должны стать, как следует из анализа процессов развития философии техники и инженерного дела как искусства, принципы историзации, социологизации и упорядочения науки.

Принцип историзации должен базироваться на истории науки и техники, включая историю открытий и изобретений. Принцип социологизации заключается в сравнительном анализе развития научно-технических достижений человечества в соответствии с социальными потребностями общества. Принцип упорядочения или логизации предполагает обоснование развития науки как единой, цельной системы, т.е. «технологизацию» изложения материала в рамках каждого учебного курса.

Итак, под гуманизацией образования должно понимать отнюдь не только одно расширение учебных программ вузов за счет включения в них отдельных гуманитарных дисциплин. Под гуманизацией высшего технического образования мы понимаем, во-первых, очеловечивание всего учебного материала, главным образом, учебников и учебных пособий, которые сегодня почти абсолютно безлики и содержат описание лишь одних готовых знаний, предназначенных для

запоминания, и, во-вторых, логическую систематизацию учебного материала с тем, чтобы преподаваемая наука предстала не как набор знаний, но как логически стройная развивающаяся система. Готовые знания, как говорил Д.И. Менделеев, — еще не наука; оторванные от способов их добывания готовые знания — это «рабство перед изучаемым». Наука — это не готовые знания, а творческая деятельность по производству знаний. Научить же творчеству можно только изучая опыт истории науки и техники. При этом очеловечивание учебного материала предполагает формирование у учащихся познавательной активности, а логическая систематизация — это путь системного уплотнения информации.

Если вышеизложенные принципы будут учтены при построении учебного курса, то инженерная деятельность и на уровне постановки задач, и в ходе их решения, и в процессе внедрения, никогда не будет действовать во вред, а только на пользу и благо всему человечеству.

2.2. Инновационная инженерная деятельность

2.2.1. Основные понятия и определения

Говоря о социально-философских аспектах инновационной и инженерной деятельности, необходимо прежде всего обратиться к общим определениям, на которых базируются дальнейшие рассуждения. Таковыми в первую очередь являются понятия: «деятельность», «инноватика», «инновационный процесс», «творчество», «структура», «нововведение» и некоторые другие.

Понятие «деятельность» можно было бы определить по словарю русского языка. Это занятие, труд, работа. Но данное понятие имеет и глубокий философский смысл, который может быть раскрыт как форма активного отношения к окружающему миру, содержание которой составляет его целесообразное изменение и преобразование. Понятие деятельности включает в себя цель, средство, результат и сам процесс деятельности. В рамках рассматриваемой тематики важно отметить тот вариант классификации деятельности, который подразделяет ее на репродуктивную, т.е. направленную на получение уже известного результата известными средствами, и продуктивную деятельность, или творчество, связанную с выработкой но-

вых целей и соответствующих им средств, либо с достижением известных целей с помощью новых средств. Уже отсюда следует, что понятие «творчество» может быть определено как создание новых по замыслу духовных и материальных ценностей, как деятельность, порождающая нечто качественно новое, никогда ранее не бывшее (см. также работы В.М. Бехтерева, Ю.Б. Борева, А.Г. Горнфельда, А.М. Евлахова и др.).

Понятие «структура» также можно было бы определить по словарю русского языка как «строение, внутреннее устройство». Но строение чего? Какого объекта? Очевидно, что понятие структуры не может быть употреблено, к такому объекту, как куча песка, груда камней. Поэтому понятие структуры употребляется только применительно к системному множеству элементов, а не к суммативному множеству. При этом под системой мы понимаем такое множество элементов или компонентов, которые представляют единую целостность и в котором все элементы так взаимосвязаны, что влияют друг на друга и преобразуют друг друга. Из системы нельзя удалить один или несколько элементов, не изменяя ее качества. Исходя из этого, понятие структуры наиболее кратко может быть определено как «устойчивая упорядоченность качественно неизменной системы». С учетом сказанного можно определить понятие структуры и несколько иначе как «совокупность устойчивых связей объекта, обеспечивающих его целостность и тождественность самому себе, т.е. сохранение основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях».

Родственным для понятия «структура» можно считать понятие «организация». Это устойчивая упорядоченность качественно изменяющейся системы, т.е. процесса. Иная форма определения понятия «организация», имеющая социальную окраску, звучит следующим образом: организация — это объединение людей, совместно реализующих некоторую программу или цель и действующих на основе определенных процедур и правил. Для нас такая форма определения интересна тем, что сопоставима с основными понятиями системного анализа.

Несколько слов о других, менее общих, но не менее важных понятиях, связанных с инновационной деятельностью. Понятие «иннова-

тика» обычно раскрывается как «наука о нововведениях», причем в качестве предмета инноватики рассматривается создание, освоение и распространение разного типа новшеств. Различные авторы в зависимости от направления их специализации приводят весьма разнообразные варианты определений понятий «нововведение», «новшество», «инновационный процесс». Приведем те из них, которые наиболее удачно корреспондируются с решением поставленных в данном исследовании задач. Нововведение может быть определено как целенаправленное изменение, которое вносит в среду внедрения (организацию, поселение, общество и т.д.) новые, относительно стабильные элементы (как материальные, так и социальные). Новшество рассматривается как новый порядок, обычай, метод.

Наиболее удачное определение основного инновационного противоречия, присущего любой системе, приводит А.И. Пригожин: «Если норма как социальный стандарт хранит существующее, то инновационная деятельность, нововведения “сбивают” функционирование системы, меняя существующее» [71]. Он же вводит и «золотое правило» инноватики: система только тогда будет открыта новшествам, когда их освоение станет условием ее сохранения.

С учетом вышесказанного вводятся новые варианты определений, необходимых для смысловой увязки перехода понятий от инновационной к инженерной деятельности. К таким определениям прежде всего относятся:

1) инновационная структура предприятия — взаимосвязь подразделений предприятия, главной функцией которых является обеспечение разработок и внедрения инноваций (нововведений);

2) творческая деятельность — разработка нового, связанного с изменением и развитием данного объекта, а также разработка принципиально новых объектов, включающих ту же или новую функцию;

3) творческая деятельность в инновационной структуре предприятия — функционирование подразделений предприятия, позволяющее получать новые разработки и идеи, обеспечивающие большую эффективность работы организации (предприятия) по заданным критериям.

В этапы инновационного процесса, обуславливающего любую научно-техническую деятельность, может быть включено и движение

по традиционной цепочке от фундаментального открытия к производству: 1) фундаментальные открытия; 2) прикладные исследования; 3) внедрение новой техники в производство.

Безусловно, основным базовым фактором, влияющим на концепцию учебных программ, является социальный статус специалиста: научный работник, проектировщик, студент и т.д. При этом опыт подготовки слушателей к инновационной деятельности показал, что в качестве главного критерия процесса обучения следует признать наличие или отсутствие собственной задачи. Обе ситуации весьма специфичны. Отсутствие конкретной задачи (как правило, это студенты или молодые специалисты) требует от системы обучения выработки у обучаемых искусственной мотивации к решению задач непосредственно в процессе изложения учебного курса. При этом сложность этого положения может быть компенсирована повышенной любознательностью, честолюбием и свойственным молодой аудитории духом соревнования. Наличие конкретной задачи вызывает глубокую заинтересованность аудитории, но в то же время требует индивидуального подхода, так как слушателя, естественно, интересует методика подхода к решению его собственной задачи (аспиранты, изобретатели, проектировщики).

К базовым понятиям данного исследования относятся: «техника», «инженерная деятельность», «инженерное мышление» и «инженерное искусство». Публикаций, в которых используются данные понятия, чрезвычайно много. Их количество исчисляется не десятками, а сотнями работ самых различных направлений. Но все же наиболее глубоко и последовательно данные категории раскрыты в диссертационных исследованиях, связанных с анализом философских и социальных проблем науки и техники.

Понятие «техника» адекватно определяется в диссертации В.И. Белозерцева как общественная материальная система, служащая проводником преобразующей человеческой деятельности, средством познания, использования и подчинения сил, свойств, законов развития природы, человека и общества при удовлетворении естественных и социальных потребностей [10, с. 5]. Интересно заметить в этой связи, что в исследовании Л.Г. Титаренко предложено обобщающее определение технократического сознания. Технократическое

сознание рассматривается как специфическая мировоззренческая ориентация общественного сознания в целом (или отдельных социальных слоев и групп), направленная на абсолютизацию научно-технического фактора в развитии человеческой цивилизации и роли научно-технических специалистов (или их отдельных групп) [86, с. 23].

Уже в этих определениях четко просматриваются две тенденции. Первая из них — это ориентация технической деятельности на удовлетворение социальных потребностей, и вторая — это признание у специалистов, занимающихся технической деятельностью, особого, специфического мировоззрения. Подтверждение этих тенденций мы найдем также и в других публикациях (см. работы В.А. Басанца, М.М. Гуренко, В.Д. Комарова, Л.П. Кривошиной, П. Маркова, И.Г. Ницевич, З.А. Румянцевой).

Если обратиться собственно к понятию «инженерная деятельность», то согласно словарю «Научно-технический прогресс», инженерная деятельность может быть определена как деятельность, направленная на применение научных знаний для создания технических объектов — сооружений, механизмов, устройств, машин и т.д. — и управление процессом их изготовления [64, с. 77].

Такое определение представляется неоправданно суженным. Рассматривая качество инженерной подготовки как социальную проблему, А.Б. Курлов в своей работе определяет инженерную деятельность как созидательно-творческий процесс, целью которого является создание средств, методов и технологий материального преобразования окружающей среды и профессиональная социализация самого субъекта этих преобразований. При этом отмечается, что творческая насыщенность инженерного труда предполагает формирование и развитие соответствующих способностей у субъекта при подготовке к инженерной деятельности. Причем в качестве главной функции системы подготовки инженерных кадров выдвигается развитие способностей к творчеству [49, с. 15].

В.И. Мартинкус, классифицируя инженерную деятельность по интеллектуальным функциям, предлагает следующую рубрикацию видов инженерной деятельности: управленческая (организационная), конструкторская, технологическая, изобретательская, научная [57, с. 84].

Для нас существенным в данной работе является рассмотрение еще и социальной функции инженерной деятельности. В.И. Мартинкус, на наш взгляд, смог наиболее близко подойти к пониманию сути инженерной деятельности, рассматривая «творчество» как подсистему, входящую в более общую философскую систему — «трудовая деятельность» с последующим включением этой системы в надсистему «познание». Связав познание, труд и творчество в одну структуру, автор анализирует изменение мира как результат целенаправленной познавательной, трудовой творческой деятельности. Социальная функция инженерно-творческой деятельности, по его мнению, состоит в развитии духовно-практической активности людей, в изменении границ возможностей в технико-социальных отношениях, в обновлении структуры таких отношений.

В дальнейшем Д.О. Гусев дополнил и развил этот подход. Он дал философско-методологический анализ диалектики становления и развития социальных функций инженерной деятельности. Инженерная деятельность при этом рассматривается как развивающееся социальное явление. В варианте Д.О. Гусева инженерная деятельность представлена как система следующих социальных функций: функции применения естественнонаучных, технических, общественных и гуманитарных знаний для технологической организации и развития материального производства; функции продуцирования технологического знания, т.е. знания о принципах действия и методах создания технических устройств; функции продуцирования технического знания, т.е. знания о том, что собой представляет данное техническое устройство, какие принципы лежат в основе его функционирования [21, с. 6].

В.В. Алехин подошел к рассмотрению инженерной деятельности через анализ особенностей инженерно-технического труда, в содержание которого он включает: научно-познавательный труд инженера, инженерно-технологический труд, инженерно-конструкторскую трудовую деятельность, инженерно-эксплуатационный и инженерно-организационный труд [3, с. 11].

Попытку обобщения подобных исследований предпринял А.И. Ракитов. Он приходит к выводу, что инженерное мышление по своей природе является системным и деятельностным. Вводя раз-

деление видов познания на научное, техническое, инженерное и обыденное, А.И. Ракитов в качестве предмета инженерного познания рассматривает процесс создания артефактов и непосредственную деятельность по управлению ими. Целью, на которую должно быть направлено инженерное мышление, он считает создание эффективных средств деятельности и условий жизнедеятельности человека, создание искусственной среды обитания [75, с. 90–98].

Ведущим в данной монографии является понятие «инженерное искусство». Собственно история и логика развития этого понятия будут даны ниже, в последующих разделах. Здесь же заметим, что, несмотря на давние традиции по использованию понятия «инженерное искусство», найти его конкретное и четкое определение в публикациях не удалось, несмотря на тщательный библиографический поиск. Большинство трудов, посвященных изучению подобной тематики или использующих это понятие, в лучшем случае ограничиваются эклектично-описательным вариантом изложения его смыслового содержания.

Предлагается следующее определение. Инженерное искусство — это целесообразная деятельность, направленная на изучение, создание и управление искусственными объектами, результатом которой является оригинальное решение высокого функционально-эстетического уровня [37, с. 160]. В этом определении нашли отражение категории философии, социологии, экономики, инженерной психологии, истории техники, технической эстетики, эргономики. В самом деле, целесообразность базируется на знании законов развития техники, основывается на системном подходе к проблеме. Оригинальность включает логико-интуитивный способ мышления, формирующийся с помощью различных методов и приемов научно-технического творчества. Функционально-эстетический уровень — это результат оптимизации решений, воплощение в объекте деятельности принципов дизайна и экономических наук с помощью профессиональных знаний инженера.

2.2.2. Роль научно-технического творчества в инновационной деятельности

Включение научно-технического творчества (НТТ) в инновационную деятельность в качестве одного из основных структурных элементов не вызывает сомнений. Однако роль и место НТТ в инно-

вационной деятельности определены недостаточно четко. Кроме того, чрезвычайно важно для понимания истоков возникновения и процесса развития НТТ рассмотреть «корневую систему» подобных процессов. Ниже сделана попытка ввести новую понятийную категорию, определяющую необходимость привлечения аппарата НТТ и степень его использования.

Процессам разработки и исследования нового посвящено громадное количество статей, большое число книжных изданий и диссертаций. Классификация подобных работ связана с рассмотрением различных сторон инновационной деятельности: психологической, социальной, педагогической, научной, технической, исторической, философской и даже фантастической [65].

Для нас важно то обстоятельство, что независимо от конкретной темы всем авторам прямо или косвенно приходится касаться различных сторон деятельности, связанной с процессом НТТ. И это не случайно. Без определения цели, средств ее достижения и особенностей исполнителя говорить о НТТ просто бессмысленно. Так как одной из основных целей данной работы является установление взаимосвязей между социальными и техническими аспектами НТТ, а в качестве результата предполагается разработка методического материала по учебной дисциплине «Научно-техническое творчество», то в первую очередь необходимо определить основание НТТ.

История изобретений и открытий, которая напрямую связана с инженерной деятельностью, в сущности, является историей техники как основного компонента общественного производства или историей социально-технического развития человечества. Мы уже говорили о роли и месте инженера в инновационной деятельности. То, что НТТ естественным образом входит в инженерное дело, очевидно. Но что первично, что вторично и что является источником, определяющим направление развития НТТ, а следовательно, и инженерной деятельности как вида трудовой деятельности, остается до настоящего времени недостаточно ясным.

Если рассмотреть последовательность развития представлений о мире с точки зрения технократического подхода, то мы придем к следующей цепочке [9]: первобытная мифология — искусство — философия — естествознание — точные науки — техника. Если пред-

ставить в качестве основы инновационных процессов мыслительную деятельность, связанную с вышеуказанными категориями, то получим цепочку процесса деятельности: мышление в образах — вступление в научное мышление — мышление в понятиях — практическое преобразование мира. В то же время любые социальные изменения обусловлены общим типом культуры — духом эпохи.

Очевидно, что практическое преобразование материальной культуры человечества базируется на технике и технологии. Что является основанием, мотивом, движущей силой развития техники и технологии? Это два источника: социальный и научно-технический. Понимать данный тезис необходимо следующим образом. Социальный фактор определяется потребностями общественного производства; научно-технический фактор — потенциальными возможностями, связанными с уровнем развития науки и техники. Как принято говорить, это внутренняя логика развития науки. Оба этих источника, соединяясь, образуют некое единое общее основание для развития техники, которая, в свою очередь, является инструментом человечества для практического преобразования мира.

В работах по истории науки и техники, так же как и в философских и социологических работах, внешние и внутренние факторы развития науки и техники рассматриваются, как правило, в известном противопоставлении. При этом некоторые исследователи считают внешние факторы ведущими, а внутренние — подчиненными, второстепенными или даже вообще не играющими существенной роли.

Это направление социологии науки получило название экстернализма. В противоположность ему возникло направление, названное интернализм. Исследователи, поддерживающие это направление, выдвигают на первый план факторы внутренней логики развития науки. Экстерналистские и интерналистские позиции ученых разных специальностей (социологов, экономистов, историков науки) достаточно, подробно рассмотрены в очерке С.Р. Микулинского «Методологические вопросы историко-научного исследования» [59, с. 29–30]. Хотя в настоящее время, по существу, уже нет крайних экстерналистов и интерналистов, противопоставление внешних и внутренних факторов развития науки сохранилось.

Для нас же этот вопрос важен тем, что в аспекте проблематики научно-технического творчества, рассматриваемой в настоящей работе, появляется насущная необходимость изучать не только взаимосвязи между внешними и внутренними факторами, но и их глубокую интеграцию в нечто единое, синтетическое. Появляется необходимость говорить об интегративном факторе. Дело в том, что в отличие от научного творчества, результатом которого является фундаментальная наука, научно-техническое творчество приводит к интегративным результатам, к органическому единению научного открытия и его технического воплощения. Внешние и внутренние факторы процесса НТТ неотделимы друг от друга. Они не могут действовать обособленно даже на очень коротком отрезке времени, так как реализуются на строго определенных и современных дискретных уровнях развития и науки, и техники, и производства. Примером может служить появление производства синтетического каучука (СК).

Несмотря на рождение этой идеи еще в XIX веке, само производство СК не могло возникнуть ни ранее, ни позднее 1920–1930-х годов. Именно к этому времени появился поэтапный социальный заказ на СК со стороны авто- и авиастроения, которые до того из-за малых масштабов этих отраслей промышленности обходились природным каучуком. К этому моменту химия только-только открыла способы полимеризации мономеров СК. И, наконец, к этому же времени в промышленности только что были созданы технические предпосылки производства мономерного сырья СК из спирта и нефтяных углеводородов. Если бы не было этих предпосылок, не было бы и самой новации — СК, несмотря на наличие социального заказа и решения с помощью химии научной проблемы.

Теоретические предпосылки нового в науке также появляются в результате не только требований производства (действия социального заказа), но и того, что уже достигнуто в производстве, и это может служить условием постановки новых экспериментов (действия социального обеспечения), т.е. производство (как внешний фактор развития науки) и стимулирует появление нового (социальный заказ), и выступает в качестве лимитирующего фактора (социальные ограничения) или создающего технические условия (социальное обеспечение). История науки знает немало примеров преждевременных

открытий, не принятых ни наукой, ни производством ввиду того, что они появились или в стороне от магистрального пути развития науки и техники, или не на том уровне научно-технического прогресса.

Все это и заставляет говорить не столько о внешних и внутренних факторах развития науки и техники, сколько о едином интегративном факторе. При использовании проблемного подхода как в процессе обучения, так и в процессе решения творческих задач, мы часто сталкиваемся с неоднозначностью трактовки процедуры его осуществления. В самом деле, для успешного разрешения любой проблемы необходимы как универсальные, так и специальные знания (этот вопрос рассмотрен в п. 2.3.1. Вводя два уровня анализа проблемы — горизонтальный и вертикальный — мы получим наглядное представление о необходимости сочетания обоих уровней. При этом допустима множественность решений. Каждое из них можно обозначить точкой, положение которой в прямоугольной системе координат определяется соотношением между степенями специализации и универсальности применяемого к решению проблемы подхода.

Здесь просматривается аналогия с тем, как обычно представляется поиск необходимой информации. Этот прием часто используют при планировании затрат времени аспирантов и научных работников. По оси абсцисс отложено время, по оси ординат — количество информации. С течением времени аспирант, выбрав необходимые сведения для проведения конкретных исследований, сосредотачивает свои усилия в достаточно узком диапазоне.

Связать между собой специальные и универсальные знания могут приемы и методы НТТ. Для обзора всего поля поиска полезно использовать мозговой штурм, синектику, морфологический анализ, а для углубления в проблему — ФСА, АРИЗ (ТРИЗ) [39]. В то же время выбор поля поиска в значительной степени определяется социальным заказом, а путь поиска — алгоритмами методов НТТ.

Анализ различных факторов позволяет подразделить всю деятельность, связанную с инженерным делом в области НТТ, на два вида: социально-техническую и учебно-методологическую. Необходимость такого разделения связана с тем, что и методолог НТТ, помогающий найти решение, и ЛПР (лицо, принимающее решение) вынуждены перед разработкой практических рекомендаций или прогнозом

направления развития пройти этап работы, целью которого является определение задачи, связанное с разъяснением социально-технических аспектов проблемы. Эта деятельность естественным образом вплетается в системный анализ, следуя за подготовительным этапом, основным содержанием которого является выяснение ситуации с последующим формулированием проблемы (табл. 2.1).

Что касается учебно-методологической деятельности, то ее также можно подразделить на подготовительный и основной этапы. Обучение методам НТТ связано с овладением знаниями об оптимальных вариантах решения задач; самостоятельная работа методолога включает подбор приемов и методов НТТ для конкретной социально-технической задачи.

Таблица 2.1

Этапы и виды деятельности при использовании НТТ

Вид деятельности	Первый этап подготовительный		Второй этап основной		Третий этап заключительный
	Выяснение ситуации		Работа методолога		Практическая деятельность
	Цель	Функция	Цель	Функция	
Социально-техническая	Поддержка практической деятельности	Формулировка проблемы	Определение задачи	Выяснение социально-технических аспектов проблемы	Прогноз направления развития
Учебно-методическая	Обучение методам НТТ	Обучение процессу решения	Решение задачи	Подбор приемов и методов НТТ	Практические рекомендации

Следует обратить внимание на то, что введение социальных факторов может носить условный характер. Однако подобно другим методическим приемам использование этих факторов позволяет прояснить и сформулировать содержание таких понятий, как «инноватика», «инженерное дело», «НТТ». Так же как в математике приемы типа приведения дробей к общему знаменателю, искусственного введения системы уравнений с соответствующим количеством неизвестных помогают решить задачу, так и социальные факторы могут

помочь неясное сделать четким, спорное — разрешить, а непонятное — объяснить.

Вызывая процесс НТТ, социальные факторы, взаимодействуя между собой, не только формируют граничные условия инженерных задач, перевоплощаясь в инновационную деятельность, но в конечном счете могут определять как направление развития, так и способы осуществления инноватики.

Следующее основное свойство социальных факторов заключается в их двойственной роли. Эти факторы являются одновременно и источником, и двигателем НТТ. Развитие социальных факторов — это и рост требований к развитию производства, и обострение требований внутренней логики развития науки и техники. Образно говоря, процессы, происходящие в НТТ, в инженерном деле, в инноватике, являются производными от социальных факторов. Сопоставление процесса развития социума с концепцией структурно-функционального подхода дает возможность раскрыть внутренний смысл переходов в многоуровневой модели «элементы — подсистема — система — надсистема». Примером является переход от эволюционной фазы развития науки и техники к научно-технической революции. Таким образом, хотя введение социальных факторов и является искусственным приемом, оно помогает разъяснить взаимосвязь реальных факторов, действующих в НТТ и инноватике.

2.2.3. Научно-техническое творчество и инженерная деятельность

Системный подход к деятельности, связанной с НТТ, нашел отражение в работах авторов из разных стран. В качестве характерных можно привести следующие примеры монографий: Польша — Дитрих Я. «Проектирование и конструирование: системный подход» [25]; Германия — Хубка В. «Теория технических систем» [94]; Англия — Джонс Дж. «Инженерное и художественное проектирование» [24].

Дидактически удачным является вариант системного подхода к изложению материала с использованием графических классификаций — координаты существования техники приведены в работе [95] по В.Э.Штейнбергу. Развивая это направление, можно цепочки интересующих нас сфер деятельности представить в пространстве с помощью единой структуры: наука — техника — технология. Также

следует согласиться с А.С. Цеснеком, что, развивая подобные структуры, можно перейти к построению матриц по дифференцированным признакам, соответствующим конкретной практической задаче. И, действительно, подобные матрицы содержат существенный эвристический потенциал, который позволяет повысить эффективность инженерной деятельности.

Однако никакие педологические разработки не могут быть успешно реализованы без перестройки самого процесса обучения.

Мысли о необходимости изменения системы подготовки учащихся волновали не только педагогов, но и людей искусства. Приведем несколько цитат. Ф. Шиллер: «Общество делает должность мерилом человека... оно чтит в одном из своих граждан лишь память, в другом лишь рассудок, способный к счету, в третьем лишь механическую ловкость... Удивительно ли, что все другие способности запускаются ради того, чтобы воспитать единственно ту способность, которая дает почести и награды?»; Антуан де Сент-Экзюпери: «Теоретик верит в логику. Ему кажется, будто он презирует мечту, интуицию и поэзию. Он не замечает, что они, эти три феи, просто переоделись, чтобы обольстить его, как влюбчивого мальчишку. Он не знает, что как раз этим феям обязан он своими замечательными находками. Они являются ему под именами “рабочих гипотез”, “произвольных допущений”, “аналогий”, а может ли теоретик подозревать, что, слушая их, он изменяет “суровой логике” и внемлет напевам муз»; А.П. Чехов: «Я подумал, что чутье художника стоит иногда мозгов ученого, что то и другое имеют одни цели, одну природу, и что, быть может, со временем, при совершенстве методов, им суждено слиться вместе в гигантскую, чудовищную силу...»

Подвести итог этим высказываниям можно с помощью тезиса, высказанного Г.Н. Волковым: «Интуитивно прозреваемый образ целого может развернуться в теоретическое целое, когда он строится в соответствии с эстетическим и философским представлением о мире, когда он воссоздается не произвольно, а по определенным законам, выражающим внутреннюю сущность этого целого, его гармонию, его природу, структуру, его соответствие всей совокупности опыта и экспериментальных данных» [12].

Особенно актуальны эти идеи для преподавателей, занимающихся подготовкой специалистов в различных областях науки и техники.

Не случайно практически во всех странах мира обеспокоены кризисом образования. Явление это всеобщее. Поэтому в ряде статей сборника «Философия образования для XXI века» закономерно ставится вопрос о том, что прежде чем переходить к кампаниям по «гуманизации, технократизации или онаучиванию», необходимо выработать парадигму образования — общий знаменатель. Предлагается новое научное направление — философия образования. Под этим термином понимается «определенная система представлений о мире и месте человека в нем, из которой далее можно выделить цели образования, его содержательную структуру, основные организационные принципы, взаимоотношения учителя и ученика и т.д.» [90].

Сопоставляя вышесказанное с деятельностью ученого, можно провести следующую аналогию. Ставя эксперимент, мы принимаем рабочие гипотезы. Получив результаты эксперимента, мы обрабатываем их и представляем с учетом определенных допущений, делая выводы. На всех этапах этой деятельности, независимо от их последовательности, участвуют и художественный, и логический, и философский уровни мышления (рис. 2.1).

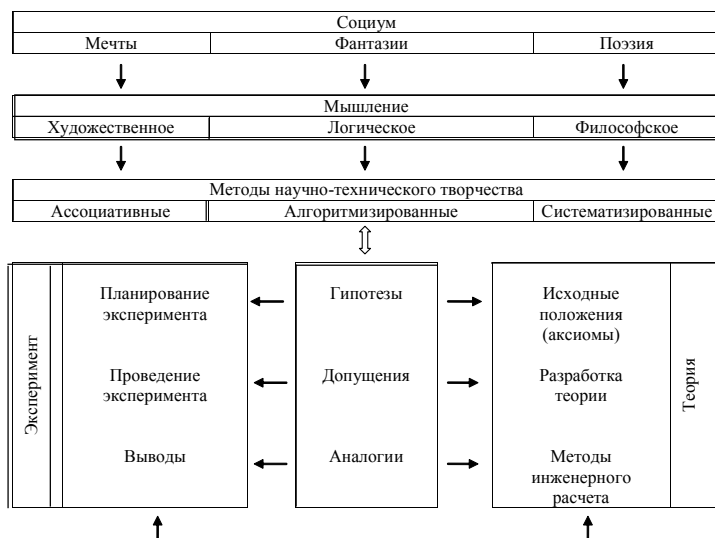


Рис. 2.1. Взаимосвязь научно-технического творчества и инновационной деятельности

В НТТ используются ассоциативные, алгоритмизированные и систематизированные приемы и методы, являющиеся, по сути дела, производными различных видов мышления. Социум и природа определяют появление и развитие инновационных процессов. Используя методологию НТТ, они не только систематизируют имеющиеся знания, помогая оптимизировать проведение эксперимента и сориентироваться в теоретической работе, но и развивают интеллектуальные способности человека. При этом следует учитывать, что использование социально-технического подхода к решению задач связано с некоторой пропедевтической подготовкой.

Во-первых, процесс обучения должен быть направлен на воспитание универсальных свойств личности, в том числе ориентацию на образное мышление. Искусство, по выражению Бальзака, является «концентрированной природой». Здесь образ непосредственно возбуждается от образа, ассоциация от ассоциации, минуя длинные логические переходы и рассудочные упорядочения. Если рассудок педантично взбирается по бесконечной лестнице понятий и категорий, то образное мышление сразу схватывает существо проблемы, все богатство конкретного [12]. Поэтому «инструментом» образного мышления можно считать интуицию.

Во-вторых, следует сформировать у обучаемого навыки проведения анализа (как структурного, так и функционального) и синтеза. В этом случае не обойтись без освоения философско-методологических категорий и аппарата формальной логики.

Обобщим сказанное в форме принципов инженерной деятельности, которые должны быть заложены в процесс НТТ:

1. Выявление социальной проблемы как стимула НТТ. Удачным приемом является «поиск» проблемы между противоположными мнениями.

2. Выявление научно-технических возможностей. Здесь уместно использовать всю мощь аппарата прогнозирования, связанного с информационными технологиями. Наиболее удачной из имеющейся отечественной литературы по данному вопросу является монография Г.Р. Громова [18].

3. Использование социальных факторов и эвристических приемов в качестве источника НТТ.

Процессы обучения НТТ (деятельность преподавателя-методолога) и использования НТТ (деятельность инноватора: ученого, инженера, менеджера) неразрывно связаны с вопросами о том, что такое НТТ и как преподавать курс НТТ. С формальной точки зрения это два различных вопроса. Ответам на них посвящена большая часть литературы по НТТ. Мы же попытались с помощью данной работы ответить на вопрос: каким должно быть основание, фундамент, на котором строится здание инженерного искусства? И в этом случае процесс познания НТТ (формирование инженерного мышления) и процесс самого НТТ (как основополагающего в инженерной деятельности) составляют единое, гармоничное по своей природе, целое.

Без такого подхода большой арсенал имеющихся приемов и методов НТТ представляет собой просто красивую палитру, из которой можно выбрать тот или иной цвет, или, основываясь на случайной информации о НТТ, или, ориентируясь на тот (всегда ограниченный в силу объективных причин) объем знаний, который успел дать преподаватель за время занятий.

Чтобы уйти от обычного построения учебного курса, являющегося традиционным при преподавании отдельных технических дисциплин, требуется кардинальное переосмысление восприятия НТТ. Здесь мы сталкиваемся с ситуацией, которая специфична для России, и часто не учитывается как отечественными, так и зарубежными специалистами.

До недавнего времени у нас совершенно не принимались во внимание иррациональные факторы. Даже представители таких наук, как философия и психология, вынуждены были в своих публикациях (в лучшем случае) обходить молчанием вопросы трансцендентного, мистического и т.п. Что же говорить об инженерном искусстве? Те основополагающие работы по творчеству, которые были опубликованы именно в России (период 1900–1930 гг.), по сути дела, просто забыты [102, 103], так как при подготовке инженеров уже не одно десятилетие держится жесткий курс на узкую профессионализацию.

Основываясь на вышесказанном, автор считает необходимым (при подготовке к инновационной деятельности) введение специальных тем в учебный материал для объяснения таких понятий, как «вера», «интуиция», «знание» и их взаимосвязи. Только в этом случае мы

можем рассчитывать на формирование инженерного корпуса России, уровень которого будет определяться не только умением копировать зарубежные разработки, а очень емкой и исконно русской квалификационной характеристикой — «инженер от Бога».

2.3. Эффективность инженерной деятельности

...Лица, работающие на поприще изобретений и открытий способствуют развитию культуры... культура — это улучшение экономического коэффициента преобразования жизни (1909)

В. Оствальд

2.3.1. Критерии инженерной и инновационной деятельности

Попытки качественно и количественно оценить различные виды человеческой деятельности предпринимались неоднократно. Не случайно возникали целые подразделения типа лабораторий и институтов НОТ (научной организации труда), в которых разрабатывались и затем применялись на практике различные критерии эффективности труда [80]. Разделение процессов трудовой деятельности на умственные и физические привело к разработке целого комплекса соответствующих показателей. Однако, если с оценкой физического труда дело обстояло достаточно ясно, то при оценке умственного труда всегда возникали специфические сложности. Поэтому, несмотря на действительное практическое внедрение разнообразных методик и норм, жизнь с течением времени сама «хоронила» различные предложения по оценке эффективности умственного труда. Так, например, обстояло дело с нормированием деятельности одного из самых крупных инженерных подразделений — конструкторского. Оценка по количеству форматок, сданных конструктором, конечно, могла бы быть критерием производительности труда, но как быть с качеством того, что начерчено на листе ватмана? Речь ведь идет не о количестве ошибок в размерных цепях, хотя это тоже имеет значение. Речь идет об уровне конструкторской проработки. Здесь весьма уместна аналогия с оплатой труда писателя за авторский лист. Будь он хоть трижды Лев Толстой или, наоборот, жалкий компилятор, при выше-

указанном подходе они получают одинаковое материальное вознаграждение.

Ниже будут рассмотрены различные варианты критериев, начиная с оценки производительности технических устройств и заканчивая попыткой сформировать критерий эффективности инновационной деятельности. Для нас представляется чрезвычайно важным то положение, что независимо от вида умственного труда, в том числе и в процессе научно-технического творчества (НТТ), преподаватель и студент должны проникнуться пониманием дуалистической — рационально-иррациональной природы такого рода деятельности. Поэтому в представленном материале вначале дается краткий ретроспективный обзор оценок различной деятельности, а затем раскрывается роль рационального и иррационального в НТТ.

2.3.2. Варианты оценки эффективности деятельности

Первым вариантом оценки эффективности труда, нашедшим наибольшее применение, стал коэффициент полезного действия (КПД), определяемый как безразмерная величина, показывающая «какая часть суммарной подводимой энергии W полезно ($W_{\text{полез}}$) используется в рассматриваемом устройстве» [70].

$$\eta = \frac{W_{\text{полез}}}{W}. \quad (2.1)$$

КПД является чисто техническим показателем. По аналогии с ним в экономике используют показатель рентабельности производства. Например, если взять показатель уровня рентабельности к текущим затратам, то он определяется как «отношение прибыли к себестоимости товарной или реализованной продукции» [70]. Или в более общем виде «рентабельность P определяется как процентное отношение суммы прибыли к полной себестоимости реализованной продукции».

$$P = \frac{O - C_p}{C_p} \cdot 100 = \frac{W_p}{C_p} \cdot 100, \quad (2.2)$$

где O — объем реализуемой продукции в оптовых ценах предприятия; C_p — полная себестоимость реализуемой продукции; W_p — прибыль от реализации продукции [101].

Экономических показателей, подобных (по своей структуре) рентабельности, целая группа: фондоотдача, коэффициент оборачиваемости и т.д.

Нельзя не упомянуть также о весьма распространенном способе оценки индивида по коэффициенту интеллектуальности. Один из вариантов его определения выглядит следующим образом [74].

$$IQ = \frac{УВ}{ИВ} \cdot 100 (\%), \quad (2.3)$$

где IQ — коэффициент интеллектуальности; $УВ$ — умственный возраст; $ИВ$ — истинный возраст.

Легко увидеть, что все варианты такого рода оценок условно можно отнести к «коэффициенту полезного действия человека», рассматриваемого как интеллектуальная система.

Интересен переход от чисто экономических показателей к показателям, учитывающим мотивацию работника — его заинтересованность. Л. Жданов предложил для этого следующую формулу [80]:

$$Б = X(KP), \quad (2.4)$$

где X — поправочный коэффициент условий труда; KP — количество работы; $Б$ — материальное благосостояние работника.

При этом количество работы, по мнению автора формулы, зависит от интенсивности труда, продолжительности работы, квалификации работника, совершенства техники и организации дела. Вводится также понятие коэффициента производительности, дающего возможность сравнивать результаты работы:

$$КП = \frac{НД}{НТ} \cdot 100, \quad (2.5)$$

где $КП$ — коэффициент производительности; $НД$ — число действительно сделанных единиц работ; $НТ$ — теоретическое число единиц работ, которое можно сделать за то же время.

Наиболее обобщенным вариантом определения эффективности деятельности можно признать вариант, предложенный В. Гаспарским [14]. Введя определение праксеологии как науки об эффективности действий, автор предлагает оценивать эффективность по качеству результата:

$$\sigma = \frac{W}{C}, \quad (2.6)$$

где σ — качество результата; W — результат (положительно оцениваемый эффект); C — цель (максимально возможный эффект).

Графически качество результата предлагается оценивать с помощью обычной линейной зависимости.

Признавая безусловную полезность такого подхода, следует учитывать, что от общих рассуждений о выработке рациональных и эффективных действий до возможности их применения в конкретной ситуации пока еще весьма далеко. Существует целый ряд исследований, посвященных необходимости представления единой зависимостью как результатов экономических расчетов — отношения типа (2.1) и (2.2), так и общих методологических подходов — отношения типа (2.6). В частности, В. Хубка в своей монографии «Теория технических систем» дает следующее определение экономической эффективности: «Соотношение полезный эффект/эксплуатационные расходы называется экономической эффективностью» [94]. Это определение наиболее близко подходит к терминам, используемым в функционально-стоимостном анализе (ФСА). Заметим, что ФСА — один из немногих методов, нашедших международное признание и действенное практическое применение в различных областях деятельности [82]. В основе метода ФСА лежит сочетание чисто экономического расчета (например, себестоимости изготовления продукции) и определения потребительских свойств (как правило, с помощью расчета уровня качества продукции через выполняемые ею функции). Отношение указанных критериев может быть записано в символьной форме следующим образом:

$$\Xi = \frac{\text{УПС}}{3}, \quad (2.7)$$

где Ξ — эффективность производства; УПС — уровень потребительских свойств; 3 — затраты.

Анализируя и обобщая понятия, включенные в зависимости (2.1)–(2.7), можно прийти к выводу об идентичности указанных выражений, содержащих, по сути дела, независимо от формы записи категории «части» и «целого» в различной интерпретации. Исполь-

зуя понятие целостности как одного из основных компонентов системного подхода, Д. Мичи и Р. Джонсон ввели в своей работе обобщенный вариант оценки эффективности деятельности [62]. Предлагается оценивать возможности человека по управлению окружающим миром с помощью зависимости, представляющей собой дробь, в числителе которой — мощность средств познания и управления, в знаменателе — сложность среды, в которой применяются эти средства.

$$CY = \frac{P}{C}, \quad (2.8)$$

где CY — степень управления; P — познание; C — сложность.

И здесь, так же как и в зависимости (2.7), положительным критерием оценки является опережающий рост числителя по сравнению со знаменателем. Иначе, сложность окружающего мира вообще исключит возможность его понимания.

Вероятно, можно было бы продолжить представленный ряд зависимостей, но, на наш взгляд, основные способы и подходы к оценке эффективности деятельности уже освещены. В табл. 2.2 показаны целевая функция эффективности и соответствующие понятия, рассмотренные в предыдущих разделах. В зависимости от оцениваемого объекта можно выделить этапы развития и обобщения целевой функции (рис. 2.2).

Таблица 2.2

Параметры оценки целевой функции

№	Целевая функция	Отношение параметров	Оцениваемый объект
1	Степень интеллектуальности	$\frac{\text{Умственный возраст}}{\text{Истинный возраст}}$	Человек как система
2	Степень гармонии (Я — концепция)	Научное + Интуитивное	Индивид
3	Степень полезности	$\frac{\text{Используемая энергия}}{\text{Подводимая энергия}}$	Техническая система
4	Степень рентабельности	$\frac{\text{Прибыль}}{\text{Себестоимость}}$	Экономическая система

№	Целевая функция	Отношение параметров	Оцениваемый объект
5	Степень достижения результата	$\frac{\text{Результат}}{\text{Цель}}$	Социотехническая система
6	Степень эффективности	$\frac{\text{Качество}}{\text{Затраты}}$	Технико-экономическая система
7	Степень управления	$\frac{\text{Познание}}{\text{Сложность}}$	Социотехнико-экономическая система



Рис. 2.2. Этапы развития целевой функции

2.3.3. Рациональное и иррациональное в инженерной деятельности

Рассмотрение вариантов оценки эффективности деятельности неизбежно связано с использованием группы понятий, смысловое содержание которых определяет не только выбор критерия эффективности, но и устанавливает уровень, возможности и характер самого процесса деятельности, в частности научно-технического творчества.

Обратившись в этой связи к таким понятиям, как «мышление», «познание», «творчество», можно прийти к выводу о том, что в процессе научно-технического творчества работают, функционируют понятия, взаимосвязанные в две смысловые «цепочки» (рис. 2.3).

Рассматривая эти цепочки, можно отчетливо видеть, что фактически обе они содержат в качестве неперенных составляющих два элемента, отражающих рациональное и иррациональное начала в процессе познания. Поэтому внутри каждой цепочки можно выделить свои основные линии связей, определяющие продуктивный (творческий) или репродуктивный (рутинный) вид деятельности.

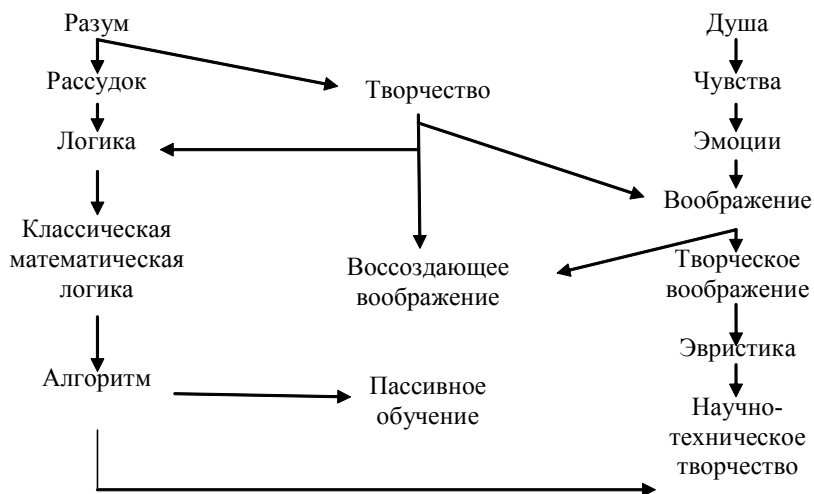


Рис. 2.3. Две «цепочки» понятий

Использование классической математической логики приводит к возможности алгоритмизированного решения задач; использование творческого воображения — к разработке эвристик. Вводя соотношение логичного (алгоритм) и алогичного (фантазия), можно попытаться выяснить, к какому классу задач относится конкретная предметная деятельность.

И здесь нельзя обойтись без упоминания о соотношении между двумя процедурами научного творчества: наблюдением фактов и верой. Даже такой крупнейший ученый, враг позитивизма и спиритуализма, как Д.И. Менделеев, признавал роль веры, интуиции и озарения в познании природных и социальных явлений в изучении материальных веществ. Особенно значительной эта роль, по мнению Менделеева, бывает на стадии обобщения фактов, выдвижения гипотез, теорий и научных прогнозов [Менделеев Д.М. Собр. соч. Т. 24. С. 195–457]. Менделеев вообще не отрицал роли «религиозного умонстроения» в постижении тайн природы, придерживаясь скорее рационалистического отношения к религии, чем противопоставляя религию науке. Преследование религиозных верований он уподоблял сжиганию за колдовство [Там же. С. 196].

Под наукой здесь будет пониматься пока лишь научное значение или совокупность знаний о фактах и законах приведенных в систему, где эти факты и законы связаны между собой определенными отношениями и взаимно обуславливают друг друга [12]. Иными словами, научное знание является по определению таким, которое может быть доказано с помощью формальной логики. Подходя с осторожностью к определению понятия «религия», можно констатировать, что в любом определении [66, 79, 81] ключевым является понятие веры. При этом нельзя согласиться с определением веры как антипода знания [79]. Думается, с полным основанием теология может быть определена не только как форма общественного сознания [79], но и как одна из форм абстрактно-интуитивного знания.

Если, учитывая вышеприведенные соображения, ввести в качестве степени разумного (логического) Р, а в качестве степени духовного И (иррациональное), то степень гармонии (СГ) в познании человеком окружающего мира равна:

$$СГ = Р + И. \quad (2.9)$$

В сущности, выражение (2.9) подтверждает смысловое содержание понятия «совесть», которое «проявляется как в форме рационального осознания нравственного значения совершаемых действий, так и в форме эмоциональных переживаний» [72].

Содержание рационального и иррационального более наглядно можно проследить, если представить объемную фигуру, составленную из двух плоскостей Р и И. Угол разворота этих плоскостей и цельность окружностей могут помочь определить степень гармоничного развития человека. Неполнота заполнения получаемой шарообразной структуры аналогична форме ауры человека, когда провалы и пустоты свидетельствуют о нездоровье организма.

Попытаемся ввести соотношение между рациональным и иррациональным для определения степени инновационности:

$$СИ = \frac{И}{Р}, \quad (2.10)$$

где СИ — степень инновационности; И — иррациональное; Р — рациональное.

Конечно, к данному отношению следует относиться с определенной долей условности, рассматривая его составляющие как параметры нечетких, расплывчатых множеств. В то же время с его помощью легче разобраться в особенностях инновационной деятельности.

Так, в случае использования законов только формальной логики имеем дело с ординарным мышлением ($И = 0$ и $СИ = 0$). Если в мышлении задействовано только воображение, не опирающееся на знания (законы), то возникает случай чистой фантазии (утопии) (см. рис. 2.4).

Развивая рис. 2.4, можно выделить зоны изобретений, связанных с разработкой устройств, способов и принципиально новых технологий (рис. 2.5). Возвращаясь к табл. 2.2, в частности к целевой функции № 5 — степень достижения результата и № 6 — степень эффективности, введем понятие эффективности инновационной деятельности (ЭИД), определяемое как отношение степени инновационности (СИ) к затратам, вложенным в инновационный процесс (ЗИ):

$$ЭИД = \frac{СИ}{ЗИ}. \quad (2.11)$$

Анализируя оценки эффективности деятельности и учитывая влияние как на результат, так и на процесс деятельности рационального и иррационального, подведем итог возможного использования вышеприведенных рассуждений в конкретной, в частности инженерной деятельности.

Как указывает А.В. Кудрявцев в своей работе «Методы интуитивного поиска технических решений» [46], в зависимости от типа задач может быть выбрана различная стратегия поиска решения. При этом выбор той или иной стратегии, а следовательно, и соответствующего метода решения зависит в первую очередь от количества имеющейся информации. При небольшом количестве информации используется стратегия интуитивного поиска, при полной ясности хода решения — строгий расчет.

Специалист в данной предметной области, ставя перед собой конкретную задачу и понимая степень инновационности проблемы, которую необходимо решить (см. выражение (2.10)), может заранее определить зону и характер будущей деятельности (рис. 2.4–2.6).



Рис. 2.4. Зоны степени инновационности



Рис. 2.5. Зоны уровней разработок



Рис. 2.6. Определение зоны деятельности

Луч степени инновационности (рис. 2.6) показывает направление деятельности и помогает выбрать соответствующую стратегию и методическое обеспечение как инструментарий для решения данной задачи. Понимая уровень задачи, инженер сможет сориентироваться и в выборе критериев оценки эффективности деятельности. Используя соответствующие критерии, проще выбрать методы их расчета, перейдя затем к самому процессу решения.

2.4. Проектирование инженерной деятельности

2.4.1. Системный подход и качество

Использовать в научно-исследовательской работе и педагогической практике системный анализ одновременно и просто, и сложно. Попытки научить системному мышлению, хотя бы на уровне системного подхода, связаны с двумя противоположными по восприятию фазами. Вначале у подавляющего большинства слушателей возникает искренний интерес к методам, используемым в системном анализе. Четкое формулирование проблемы, структурный и функциональный анализ, научные приемы мышления — все это импонирует обучаемым. В то же время в системе высшего образования, а если говорить конкретнее, то в учебниках, предназначенных для высшей школы, как правило, отсутствует анализ проблем по предметным областям. Еще реже встречается генезисно-функциональный анализ. Поэтому любая информация по системному подходу буквально «прочищает мозги» специалиста, зашлакованные массой справочно-предметных источников. Восхищение вызывают и удачно решенные практические задачи, разбираемые вместе с преподавателем на занятиях. Оживленно и радостно обсуждают слушатели возможности, которые открываются благодаря использованию системного мышления.

Но после процесса обучения (1 фаза) наступает процесс самостоятельных попыток формулирования проблем и решения задач (2 фаза). И здесь специалист (инженер-технолог, инженер-механик, инженер-программист, инженер-экономист и т.д.) наталкивается на препятствия, преодолеть которые большинству не под силу. Аллегорически ситуация может быть представлена следующим образом.

Студент, получивший диплом о высшем образовании, знакомится с системным анализом. В зависимости от места и времени обучения возможны три варианта получения знаний о системном анализе: а) во время учебы в вузе; б) в процессе повышения квалификации; в) самостоятельное изучение. Но при первой же реальной задаче возникают два весьма существенных препятствия: 1) стена непонимания, сложенная из отдельных кирпичей, наполненных разрозненной информацией по различным предметам и сцементированных психологией традиционного мышления; 2) отсутствие ясных и действительно «работающих» инструментов, с помощью которых можно эту стену преодолеть.

Первое препятствие связано с тем, что специалист не знает, как практически увязать имеющуюся у него «базу данных» с принципами системного подхода; второе препятствие является по существу следствием первого. Поэтому мы и назвали эти препятствия стеной непонимания или неумения, так как для того чтобы использовать предметные знания, надо знать, как преодолеть эту стену и с помощью каких инструментов.

По этим причинам возникают проблемы: каким образом следует учить инженера, на каком этапе обучения может появиться умение преодолевать препятствия, нужно ли перестраивать существующие курсы или вводить совершенно новые, какие рекомендации необходимы инженеру-исследователю, а какие — инженеру-производителю?

Нельзя не упомянуть о многочисленных публикациях, посвященных указанным проблемам.

Труд инженера рассмотрен с самых различных позиций: философской [91, 97, 104], исторической [20, 36, 53], технической [43, 69], экономической [30, 67, 77], социальной [31, 44, 45], творческой [23, 68]. Этот список можно существенно расширить. Но остается реальным тот факт, что, несмотря на обилие материала, с разных сторон освещающего вышеуказанные проблемы, работать с ним по конкретной задаче весьма трудно. Каждому специалисту приходится заново переосмысливать и подгонять под свои проблемы имеющиеся методические материалы [7, 31, 54, 61]. Поэтому одной из самых актуальных задач становится разработка не только технологии инженерного мышления, но и инструментов для такой технологии.

Своеобразие стиля инженерного мышления определяется сутью инженерного подхода к решению научно-производственных задач. Нельзя разработать универсальные решения, подходящие для всех технических задач, но можно дать основные принципы методологии решения. На чем базируются эти принципы? К какой бы деятельности не готовился инженер и какой бы деятельностью он не занимался на практике, она всегда связана с производством продукции или подготовкой к этому. С чего следует начать эту деятельность? Конечно, с оценки цели, т.е. с оценки социально-технической потребности. Именно в результате такой деятельности инженер, выступающий в роли субъекта, сможет изучить и использовать принципы инженерного мышления по отношению к производству продукции, являющейся в данном случае объектом деятельности. Поэтому автор предлагает методику системного подхода к оценке потребительских свойств продукции, основанную на наиболее удачных, с его точки зрения, разработках отечественных и зарубежных авторов.

Говоря о конкретных задачах, стоящих перед лицом, принимающим инновационные решения, в качестве основной и даже основополагающей следует признать оценку качества готовой продукции, ставшей результатом его инновационных усилий. Ведь, в конце концов, вся совокупность средств и методов, наработанная человечеством за свою историю и обозначенная такими ключевыми понятиями, как наука, техника и технология, сводится к удовлетворению различных потребностей людей. Не останавливаясь на степени действительной необходимости реализации этих потребностей, рассмотрим техническую сторону данного вопроса.

Обычно при оценке качества речь идет об эксплуатационных характеристиках или потребительских свойствах продукции. Прежде чем переходить к анализу методов их оценки попробуем выявить взаимосвязь таких понятий, как «качество» и «системный подход».

Как уже говорилось, попыток использовать системный анализ или системный подход для решения самых различных задач весьма много. Существует и общеметодологическая литература типа учебников для вузов [68] и общетехническая, предназначенная для самообразования инженеров [25, 94], и учебные пособия, реализующие системный подход и системный анализ применительно к конкретной за-

даче [7, 83]. Уровень изложения и объем информации в подобных изданиях существенно отличаются. И это понятно. Ведь они имеют различное целевое назначение: от чисто информационных сообщений о системном анализе в газетном или журнальном очерке [26, 34] до подробного анализа с учетом специфики работы предприятия по определенному направлению [63]. Наша цель сводится к тому, чтобы увидеть место и роль такого понятия, как «качество», и в самом системном анализе, и при оценке потребительских свойств.

Своеобразным инструментом формирования такого видения являются законы диалектики. Основы цепочки связей между понятиями системный подход — системный анализ — качество уже заложены в определениях (см. словарь-приложение). В самом деле, одним из основных этапов системного анализа является рассмотрение элементарного состава, структуры или организации объекта, т.е. его качества. В свою очередь, качество и количество, состав и структура относятся к философским категориям, диалектическое единство между которыми устанавливается с помощью категории «мера». Таким образом, если говорить о системном подходе применительно к нашей задаче, то, по сути дела, речь идет о «философии инженерного дела», «философии техники», в конечном счете, об инженерном искусстве. Не претендуя на разработку новой концепции, попробуем внимательно проанализировать известные философские категории применительно к поставленной задаче. Общепринято, что закон единства и борьбы противоположностей вскрывает источник развития, закон перехода количественных изменений в качественные — механизм развития, а закон отрицания отрицания выражает развитие в его направлении, форме и результате [92]. В сущности, здесь прослеживается достаточно четкая связь с инновационными процессами и кругом понятий, включенных в них: нововведение, новшество и т.п. (подробнее об инновационной деятельности предприятия можно прочитать в книге А.И. Пригожина [71] и в учебном пособии автора [38] в разделе «Взаимосвязь учебных дисциплин»).

Эта связь еще более очевидна при использовании таких категорий, как мера и норма. В самом деле, исходя из известных положений о взаимосвязи диалектических законов, можно применительно к инженерному делу воспользоваться следующей графической мета-

форой: источник развития, на познание которого ориентирован закон перехода количественных изменений в качественные, можно видеть в социотехнических факторах; механизм развития, определяемый законом перехода количественных изменений в качественные, может быть вскрыт через отношение качество/количество, в свою очередь, непосредственно связанное с категориями «мера» и «скачок» (рис. 2.7). Что касается использования закона отрицания отрицания, отражающего по сути дела цикличность, или спиралеобразность, развития, то анализ такой возможности приведен в чрезвычайно интересной монографии А.Ф. Эсаулова [104], где методологические и психологические основы инженерного творчества рассмотрены на базе полициклического движения, продиктованного законом отрицания отрицания.

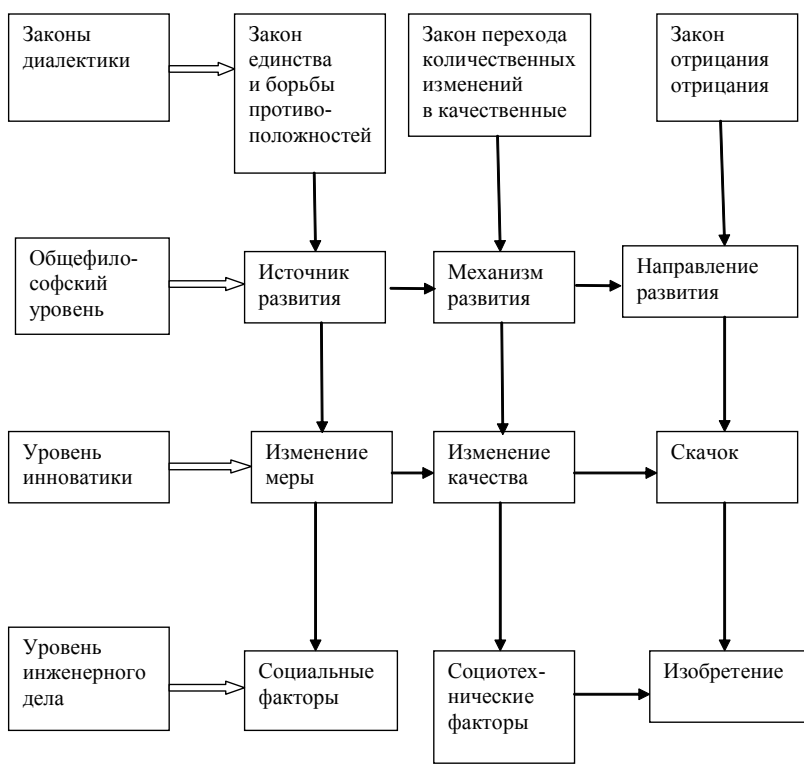


Рис. 2.7. Инженерное дело, инновационные процессы и законы диалектики

Следует отметить, что диалектический подход к анализу технических наук развивается как отечественными, так и зарубежными философами [35, 91]. Причем во всех работах подчеркивается, что «до сих пор еще не стал реальностью подлинно системный подход к решению технических проблем...» [60]. При этом даже в специальной литературе, ориентированной на узкий круг профессионалов, затрагиваются социально-инновационные процессы, неизбежно выводящие авторов на уровень диалектического мышления [8, 67, 76, 87, 88, 90].

Возвращаясь к рис. 2.7, на котором показаны три уровня гносеологического подхода — общефилософский, инноватики и инженерный — необходимо разъяснить более четко следующие позиции:

1. О гносеологическом и онтологическом подходе.

В отличие от уровня общефилософских знаний и уровня категорий инноватики, уровень философии техники определен самим предметом деятельности — научно-техническим мышлением. Так как конечным результатом деятельности является разработка материальных, технических объектов или знаний о них, то даже если это происходит на уровне абстракции, инженер сталкивается с понятиями и реалиями сугубо конкретного, материального мира. Разрабатывая и осваивая возможности наиболее полного удовлетворения запрашиваемых социумом требований к потребительским свойствам продукции, он вынужден опираться на понятия, рассматриваемые на онтологическом уровне. Конечно, можно встать в позицию науковедческого снобизма (на вершинах гносеологических истин), но в этом случае нам не удастся решить ни одного вопроса, связанного с предметно-практической деятельностью.

2. О философии инженерного дела.

На рис. 2.8 показан «кругооборот» понятий, обозначенный как единый понятийный цикл «конкретное — абстрактное — конкретное». Содержание рисунка составляют термины, без усвоения которых трудно понять взаимоотношения и взаимообусловленность процессов системного подхода и оценки качества продукции. В центре рисунка размещены чисто философские категории, слева и справа — ветви системно-диалектического анализа.

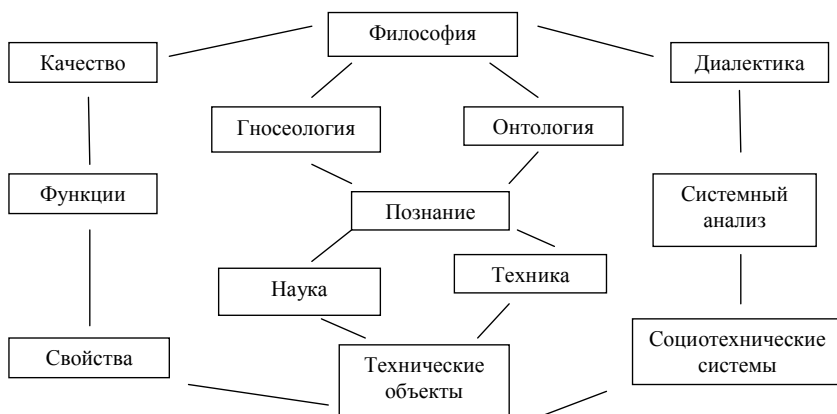


Рис. 2.8. Понятийный цикл «восхождение от абстрактного к конкретному»

Хотелось бы ответить еще на один принципиальный вопрос: зачем нужно было говорить о законах диалектики в такой краткой, неполной форме, когда существуют профессионально полноценные труды по данному направлению? Дело в том, что та привязка, которая связана с изложением философии применительно к технике, выполнена, как правило, профессиональными философами только с позиции философии. И это правильно, так как гарантирует методологически верное освещение рассматриваемых вопросов [89, 96, 99]. Но ведь это, условно говоря, внешняя сторона проблемы.

Инженеру, находящемуся «внутри» своей задачи, необходимо философское осмысление происходящего. Поэтому и введено такое понятие, как «философия техники» или «философия инженерного дела». Так же как существует философия истории, философия культуры, философия науки и т.д., со своими предметами, структурой и историей, так уже фактически сложилась и философия, связанная с инженерной деятельностью [14, 41, 102]. Однако излагать ее для «технической аудитории» на уровне классических курсов философии — значит, обречь все дело на непонимание. Поэтому автор считает, что по аналогии с различными вводными курсами типа «Введение в специальность» необходимо излагать основы инженерного мышления, постоянно и целенаправленно подводя обучаемого к усвоению основ системного подхода.

2.4.2. Потребительские свойства продукции

Существует довольно распространенное заблуждение о том, что система оценки качества готового продукта и оценка качества производства этого продукта могут существовать автономно друг от друга. Непонимание сути существования единого жизненного цикла для любого продукта человеческой (и как производной — технической) деятельности привело и приводит к выпуску товаров низкого качества.

Использование системного подхода кардинально меняет ситуацию. Предприниматели промышленно развитых стран (США и ФРГ) первыми поняли, что успех производства неизбежно связан с разработкой общетеоретических концепций анализа закономерностей развития техники. Это привело к возникновению теоретико-практических универсальных разработок, своеобразие и ценность которых заключаются в том, что они не связаны с конкретной предметной областью и в то же время необходимы для успешной деятельности любого производителя [25, 73, 94]. Отметим, что появление и развитие методов и приемов технического творчества и есть свидетельство острой необходимости разработки «механизма и инструментов» для переноса «общего» — социальные, экономические и технические тенденции развития — на «частное» — конкретная инженерная или научно-исследовательская задача. В сущности, это и есть то, что со времен Гегеля в философии называют восхождением от абстрактного к конкретному. Процесс этот является обращением теории к реальной конкретике и отражает содержательно-конструктивное развитие теоретической мысли.

Если в указанных работах системный анализ рассматривается в первую очередь с позиции оптимизации технического решения, то во второй половине прошлого века появилось немало работ, выходящих на социотехнический уровень решения проблем. Первыми не только почувствовали, но и внедрили такой подход специалисты японских фирм. Так, например, сын основателя и главы корпорации «Омрон» в послесловии к книге своего отца «Вечный дух предпринимательства» пишет: «А пока я делаю все от меня зависящее, чтобы направить “Омрон” по пути гуманизма... Раньше приоритет мы отдавали степени образования, теперь, наряду с “отличниками” в учебе мы принимаем и тех, кто проявил себя в других областях, например, в спорте или таких уникальных областях знаний, как китайский язык или ас-

рономия. Мы рады взять на работу просто эрудитов, людей, знающих понемногу, но обо всем. Для нас главное — талант как таковой, независимо от сферы его проявления» [85, с. 210–214].

Нам представляется, что указанный выше переход от чисто технического к «человеческому» характеризует основную тенденцию реформаторской деятельности не только в сфере образования, но и в сфере производства. Ученые и бизнесмены как в США, так и в Европе, оперативно поняли суть происходящего, о чем свидетельствует ряд фундаментальных с точки зрения научного исследования монографий [28, 42, 58, 78]. Несмотря на то, что в каждой из них рассматривается область специальных знаний — производительность труда, экономика, менеджмент, маркетинг — всюду подчеркивается, что обеспечить высокое качество можно только через понимание проблем самим исполнителем — человеком. Самая совершенная техника без такой подготовки работника оказывается неспособной обеспечить достаточное качество. Пример — уровень качества продукции, выпускаемой на зарубежном оборудовании в России.

Тем не менее мы не встречаем ни в учебной, ни в научной литературе ясного объяснения «стыковки» двух этапов жизненного цикла — производства и потребления. Пожалуй, только в монографии К. Исикавы «Японские методы управления качеством» даются четкие формулировки. Автор пишет: «Я не устаю повторять — что управление качеством начинается с подготовки кадров и заканчивается подготовкой кадров... На Западе, похоже, акцентируют внимание на производственном аспекте обучения, чтобы развить у рабочих определенные навыки, которые могут быть использованы той или иной фирмой. По моему мнению, мы должны сделать из рабочих широко образованных людей. Мы должны научить их думать, а затем направить их мышление в нужное русло» [28, с. 53, 56]. С этим тезисом в современной ситуации никто не станет спорить. Но остается один принципиальный вопрос, и от его разрешения зависит успех дела: чему нужно научить думать? Как раз здесь и пригодится введенный нами термин «инженерное мышление». В самом деле, как правило, нам предлагаются для использования два варианта: или теоретическая концепция анализа производства, или экономический подход. Рассмотрим их на примере конкретных разработок.

Одним из наиболее удачных и основополагающих воплощений первого варианта является труд польского ученого В. Гаспарского «Праксеологический анализ проектно-конструктивных разработок». При этом под праксеологией понимается наука об эффективности действий, т.е. наука занимающаяся изучением и выработкой рациональных и эффективных действий на основе всестороннего анализа потребительских или полезных эффектов. Автор совершенно справедливо считает, что материалы, энергия, инструменты являются лишь средствами, с помощью которых выполняются «действия», т.е. технологии. «Сопоставляя между собой различные технические объекты, мы в действительности сравниваем их пригодность для удовлетворения наших потребностей. Сопоставление отдельных характеристик этих объектов есть не что иное, как способ оценки тех или иных качеств объектов в отношении удовлетворения определенных потребностей» [14].

Примером достаточно удачной реализации второго варианта — экономико-практического — является методика планирования и прогнозирования товаров длительного пользования, изложенная в отечественном издании [88]. Для нас представляет интерес введенная автором классификация потребительских свойств. В табл. 2.3 приведена структура потребительских свойств, которая, по нашему мнению, может быть распространена на большую часть продукции, выпускаемой в России.

Таблица 2.3

**Структура потребительских свойств товаров
длительного пользования [88]**

Классификация	Состав и характеристика потребительских свойств
Вид	Главные свойства, выделяющие данные товары длительного пользования из общего мира, формулирующие базу потребительской стоимости, вызывающие возникновение качественно новой потребности и качественно нового производства
Группа	Ведущие свойства, определяющие качественное разнообразие, существенные отличия изделий, воплощающих свойства вида и вызывающие развитие, возвышение потребностей, воплощенных в этих изделиях, а также основные перемены в производстве

Классификация	Состав и характеристика потребительских свойств
Класс	Значимые свойства, дополняющие главные и ведущие свойства, расширяющие и дифференцирующие потребности в изделиях данного вида и составляющих его групп; их воплощение предъявляет специальные требования к производству
Тип	Уровни свойств (главных, ведущих, значимых) — численные значения, полученные в результате расчетов, измерений, испытаний, либо выявленные экспертными методами, определяющие меру развития потребности и меру ее удовлетворения; обеспечение этих уровней представляет собой имманентную задачу производства
Модель	Воплощение главных, ведущих, значимых свойств с соблюдением уровней, соответствующих типу, в единстве с частными вспомогательными свойствами, определяющими завершенность конкретной вещи

Итак, в любом случае необходимыми этапами при определении потребительских свойств являются:

- 1) системный анализ процесса;
- 2) выбор критериев оценки качества.

Очевидно, что проведение анализа немыслимо без выбора соответствующих критериев. В понимании этого выбора может помочь следующее рассуждение. Какой бы степенью сложности ни обладал процесс изготовления продукции, неизбежна следующая последовательность действий: получение сырья или полуфабрикатов, изготовление продукции, реализация продукции.

Если начать движение не от поставщика к заказчику, как это обычно объясняют в учебной аудитории по той простой причине, что так построен производственный цикл изготовления изделия, а от потребителя к сырью, то становится понятным, как должны быть сформулированы потребительские свойства продукции и какие именно критерии будут эффективны. Исходным пунктом является запрос потребителя, на основе которого и формулируются потребительские свойства — качество продукции. Затем свойства готовой продукции необходимо преобразовать в требования к качеству полуфабрикатов и сырья, что позволит четко и ясно сформулировать свойства как полуфабрикатов, так и исходных материалов. Тогда упрощается и

задача выработки методики контроля, по которой следует действовать: от выходного контроля к контролю производства и входному контролю. Отметим наиболее существенное в данном разделе.

1. Самым «тонким» моментом является необходимость перевода потребительских свойств с языка потребителя на язык производителя (техничко-экономический инженерный язык). Причем главное заключается в том, чтобы в процессе такого перехода не были утрачены свойства продукции, определяющие выполнение ее основных функций. Нарушение этого правила происходит повсеместно, когда в целях улучшения технологичности, в погоне за экономией на производстве совершенно упускают из виду конечную цель всего производственного процесса.

2. Не менее сложной является процедура перевода потребительских свойств на каждую предыдущую операцию технологического процесса, вплоть до свойств исходных материалов. Здесь должно действовать правило: каждая последующая операция нужна не сама по себе, а для выполнения последующей.

3. Основой решения подобных задач, своеобразной путеводной звездой инженера должна стать следующая мысль: суть любого технологического процесса заключается в преобразовании свойств материалов (исходного сырья) в свойства готовой продукции.

2.4.3. Оценка качества продукции

Вопросам оценки качества продукции посвящено огромное количество публикаций. Тематика их простирается от глубоких теоретических исследований, выходящих на уровень фундаментальной науки, до ГОСТов, ОСТов и им подобных нормативных документов. Нас же интересуют вопросы взаимосвязи качества и потребительских свойств. Прежде чем перейти к рассмотрению этих связей, разберем несколько случаев из практики.

Как типичная ситуация вспоминается случай, который произошел во время работы автора в заводской комиссии по оценке станка на «Знак качества». При проверке готовой детали было обнаружено значительное «биение» — эксцентриситет наружной поверхности — до 0,3 мм, что недопустимо даже для станков из заготовительных цехов. А мы имели дело с оборудованием, предназначенным для

чистовой обработки. После длительных поисков выяснилась совершенно нелепая вещь — не было проверено положение задней бабки станка, смещение центра которой и определило задержку работы комиссии из двенадцати человек.

Второй пример из процесса отладки станка нового поколения с программным управлением на опытном производстве крупного НИИ. Суппорт станка после включения не двигался. Двигатель мощный, система в порядке. После тщетных поисков, проведенных наладчиком и ведущим конструктором, обратились к шефу по научной работе. Тот со словами: «Ну вот, иногда и наука может пригодиться» пошел в цех. Дальнейшее было до смешного простым. «Отключите двигатель, — сказал шеф. — Попробуйте вручную провернуть винт подачи». Оказалось, требуется колоссальное усилие. «Разбирайте пару винт — гайка». И что же? Там находилось уплотнительное кольцо из войлока, которое слесарь-сборщик установил «очень добросовестно». Трудно его винить. Ведь он тщательно уплотнил винтовую пару, предохраняя ее от загрязнения. Если бы он подумал о главной, а не о вспомогательной функции этого узла, то такое бы не случилось.

И, наконец, разберем еще одну особенность низкого качества. В данном случае ситуация типична для производства вещей, имеющих клеевые соединения. Пример из обувной промышленности. Ботинки изготавливались на фирменном иностранном оборудовании, и тем не менее в условиях нашего производства, почему-то разваливались. Представитель фирмы проанализировал процесс производства и потребовал резко увеличить оплату на операции «промазка клеем подошвы». Брак исчез. Дело в том, что эта операция выполнялась вручную, считалась примитивной и оплачивалась по одному из низших разрядов. Поэтому на проведение этой операции ставили или практикантов, или временных рабочих. С точки зрения сложности выполнения эта операция — самая простая, а вот с точки зрения будущих потребительских свойств — основная.

Что является действительной, корневой причиной брака в приведенных и подобных случаях? В первом из них (центр станка) — распределение ответственности за одно дело одновременно среди нескольких исполнителей, т.е. отсутствие ответственного; во втором

(уплотнение) — непонимание слесарем-сборщиком функционального назначения узла; в третьем (нанесение клея) — ошибка инженерно-административного управления производством в оценке значимости операции.

Анализ подобных ситуаций и явился причиной возникновения в Японии теперь уже всемирно знаменитых «кружков качества». Многие специалисты, знакомясь с методами их работы, быстро разочаровываются — уж очень элементарной даже примитивной, кажется их деятельность. Попробуем подойти к этому вопросу с позиции инженерного дела.

Независимо от того, чем занимается данное производство, остается справедливой следующая схема его «кругооборота» (рис. 2.9). Исходными данными для понимания процесса проектирования являются материалы и конструкция, для процесса изготовления — технологический процесс и оборудование, для процесса эксплуатации — условия работы, хранения и транспортирования готового продукта. Во вузах (ныне большинство из них стало академиями и университетами, что делает данный материал еще более необходимым в силу его универсальности) специализация факультетов происходит, как правило, согласно приведенной схеме.

Для понимания технологического процесса готовят технологов, для понимания работы оборудования — механиков, для расчета по всем этапам производства — экономистов, для этапа проектирования — художников (дизайнеров), для реализации продукции — товароведов. Названия специальностей для каждого вуза, конечно, имеют свои особенности, но в целом сохраняется вышеописанный подход. Показанные на рисунке этапы производственного цикла определяют и набор специальных дисциплин: материаловедение, механика, сопромат, теория механизмов и машин, детали машин и т.д. Очевидно, что каждый этап отвечает за качество будущей продукции. Но как именно?

В центре рис. 2.9 расположен треугольник — контроль качества. В действительности он имеет двойственную природу: технологическую и конструктивную. Возникают два треугольника, которые и определяют источники будущего качества. В самом деле, техноло-



Рис. 2.9. Этапы производственного цикла

гический треугольник есть не что иное, как линия свойств, определяющая функцию будущего изделия, а конструктивный треугольник — организация его структуры в пространстве и времени (рис. 2.10). В дальнейшем мы будем специально обсуждать такое понятие, как «конструктивно-технологический анализ». Здесь же отметим, что помещение конструктивного треугольника внутри технологического неслучайно.

Этим подчеркивается первичность технологии. Как в изобретениях может быть множество устройств, реализующих один способ, так одна и та же технология может осуществляться с помощью различного оборудования.

Попытаемся выявить источники происхождения категории «качество», которая по философскому определению должна выражать существенную определенность объекта. В основе этих источников лежат два понятия, которые условно обозначим как «хочу» и «могу». Раскроем их содержание. Как уже говорилось, с одной стороны производственного процесса находится потребитель — «хочу так», а с другой — производственный процесс — «могу так». Что хочет покупатель, можно определить с помощью маркетинга — изучения рынка. Что может производство, выясняется с помощью менеджмента — управление людьми, осуществляющими процесс производ-

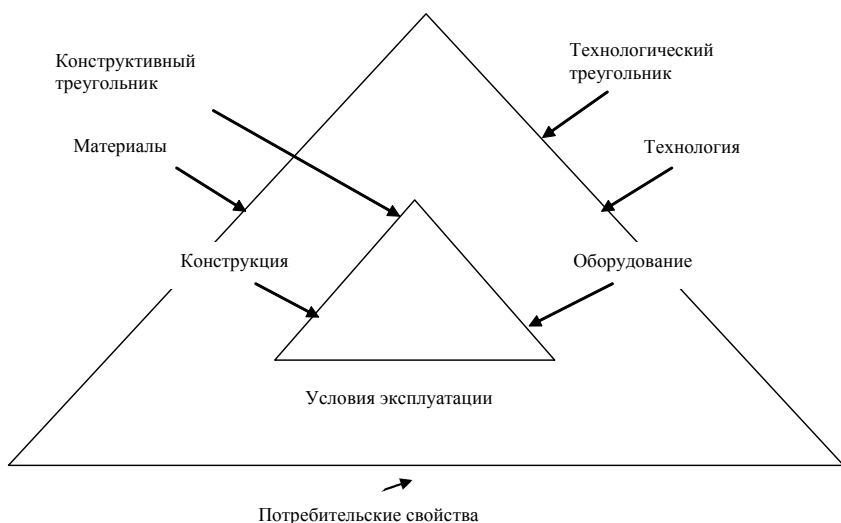


Рис. 2.10. Треугольник качества

ства. Между этими «хочу» и «могу» всегда существует рассогласование. Задача уменьшения степени этого рассогласования и ложится на плечи инженера. Что может помочь ему? Конечно, знания. Но знания не только о предметной области его деятельности, но и понимание всего кругооборота отношений, показанных на рис. 2.9. Осознание происхождения источников качества — возможности производства, уровень жизни, ценностная ориентация — дают возможность инженеру использовать не только запас знаний по специальности, условно обозначенных «техника», но и делают необходимостью использование данных по социологии, НТТ. При такой схеме рассуждений, по сути дела реализующей системный подход, у инженера есть шансы «всплыть» на «поверхность» качества, оставив на более низких уровнях проблемы как технократических, так и общественно-бытовых рассуждений. Только в этом случае он сможет создать качество продукта, в совокупности свойств которого будут сняты противоречия между «хочу» и «могу», между потребителем и производством. Тогда можно говорить об инженерном деле как об искусстве, так как при таком подходе категория «качество» приобретает свой первичный научно-философский смысл — способность выра-

жать определенную степень познания человеком объективной реальности.

Знание технологии, т.е. умение преобразовать свойства исходных материалов в потребительские свойства, является основной частью содержания знаний инженера. Именно для этого ему необходимо знать физические и химические законы и эффекты, именно для этого ему необходимо владеть математическим и экономическим аппаратом. Для действительного овладения инженерным искусством ему необходимо выйти в «надсистему» социально-психологических аспектов, связанных с формулированием потребительских свойств и условий производства.

При практической работе дело обстоит следующим образом. Каждый специалист имеет свое представление о понятии «качество». И на совещаниях, посвященных производственным вопросам, возникают длительные дискуссии, которые в итоге можно свести к вопросу: что такое хорошо и что такое плохо? Как уже упоминалось ранее, существуют многочисленные инструкции, регламентирующие качество продукции на производстве и дающие ясный ответ на этот вопрос. Но сложность ситуации в том, что никакими инструкциями нельзя предусмотреть изменение ситуации в реальных условиях. Необходимость принимать решение на местах в зависимости от требований сегодняшнего дня и возможностей производства в данный момент делает малоэффективными пухлые тома изданий типа КСУКП (комплексная система управлением качеством продукции). Особенно резко это проявляется в настоящее время, так как перспектива развития промышленности России связана с разгосударствлением крупных предприятий и необходимостью организации многочисленных самостоятельных акционерных, частных, совместных и тому подобных производств. Научно-техническим работникам и менеджерам необходимо принимать оперативные решения для выработки успешной стратегии и тактики деятельности своих предприятий.

И, конечно, дело не только в отвлеченном понятии «качество продукции». От того, что именно изготавливается и с какими потребительскими свойствами, зависит судьба и предприятия, и людей, работающих на нем. Поэтому на плечи инженера, продумывающего, что и как делать, ложится ответственность за предоставление лицу,

принимающему решения, таких данных, которые максимально объективно отражают ситуацию. Еще более важными эти соображения становятся при оценке перспектив развития, когда требуется освоение нового объекта, связанного с инновационными процессами во всей организации.

Методика, изложенная ниже, представляет собой универсальный инструмент, который инженер может использовать для решения конкретной задачи. Ценность и смысл нижеприведенного подхода к оценке качества по потребительским свойствам заключается в том, что специалист вырывается из рамок инструкций и постановлений, данных ему извне и часто противоречащих друг другу, и приобретает возможность «сотворить качество» изнутри, т.е. по собственным идеям, опираясь на возможности того производства, которое он знает.

2.4.4. Структурно-функциональный подход

Вначале мы рассмотрим методику перехода от общих требований, связанных с выполнением потребительских свойств, к конкретным нормам. Прежде чем говорить о построении диаграммы «свойства — нормы» необходимо проанализировать несколько уровней понятий, относящихся к производственному процессу. Исходным для нас является структурно-функциональный подход, основные положения которого базируются на системном подходе и ФСА (функционально-стоимостной анализ). Прежде всего, нас интересует уровень свойств, являющийся производным от функционального уровня, а также конструктивный уровень — производный от структурного уровня. В свою очередь, технологический уровень определяется уровнем свойств, а уровень оборудования — конструктивным уровнем. В табл. 2.4 дано смысловое разъяснение вышеуказанных уровней, а на рис. 2.11 раскрыта их связь и соподчиненность. Существуют три пары уровней с соответствующими отношениями двух понятий: 1) структура/функция; 2) конструкция/свойства; 3) оборудование/технология и две линии связей: 1) функция — свойства — технология; 2) структура — конструкция — оборудование. Хотя на практике инженеру приходится иметь дело или с технологией (инженер-технолог), или с оборудованием (инженер-механик), следует ясно представлять себе, что и технология, и оборудование являются производными пре-

дыдущих уровней. Следует также понимать, что ошибка на верхних уровнях (1 и 2 пара) обойдется неизмеримо дороже, чем на третьем уровне.

Таблица 2.4

Смысловое содержание различных уровней производственного процесса

Название уровня	Содержание
Функциональный	Определяет все функции, выполняемые изделием от исходных материалов до готового продукта. Функции формулируются на основании ценностной ориентации. Первичной является главная функция
Структурный	Определяет взаимосвязи между элементами изделия от исходного материала до готового продукта. Связи определяются с помощью системного подхода и с учетом анализа подсистем
Свойств	Определяет свойства, присущие изделию — от исходных материалов до готового продукта. Свойства формируются на основании функций. Первичными являются потребительские свойства
Конструктивный	Определяет состав и взаимное расположение элементов изделия — от исходных материалов до готового продукта. Вариант конструкции определяется, исходя из оптимальной организации структуры с точки зрения выполнения ею потребительских свойств
Технологический	Определяет состав и последовательность операций по обеспечению свойств, которые должно иметь изделие в процессе изготовления — от исходных материалов до готового продукта. Технологические операции, их последовательность и режимы определяются, исходя из уровня свойств
Оборудования	Определяет набор инструментов, приспособлений, механизмов, машин, необходимых для реализации в условиях конкретного производства с соответствующим технологическим уровнем. Оборудование выбирается, исходя из необходимости обеспечения взаимного расположения элементов в пространстве и придания им определенных свойств

Стратегия производства выбирается на первом уровне, тактика — на втором, а на третьем требуется грамотное исполнение уже сформулированных предписаний. Первый уровень требует научного анализа, второй — инженерного поиска, третий — квалифицированных в

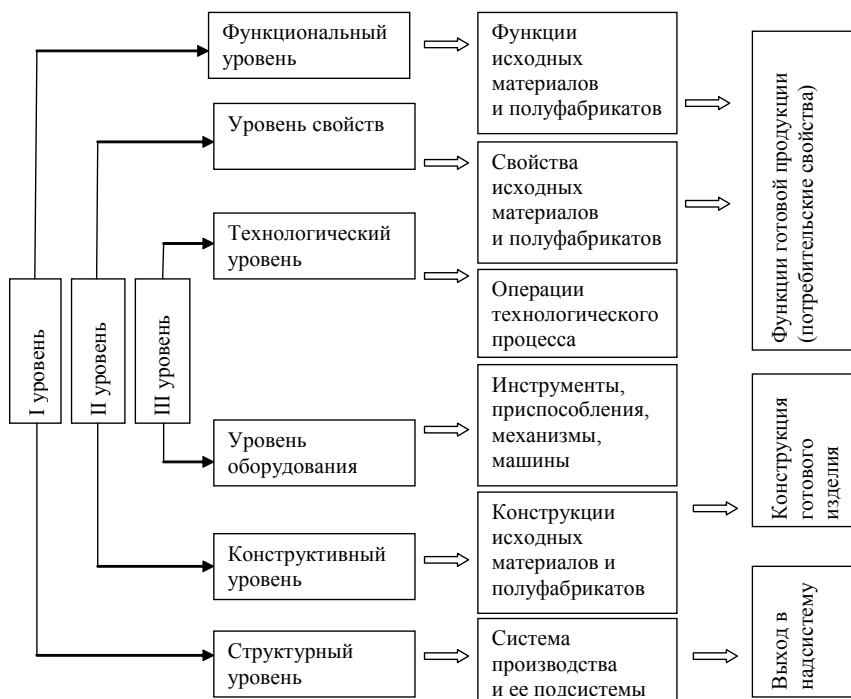


Рис. 2.11. Связь и соподчиненность уровней анализа производства

данной предметной области специалистов. Обучение студентов втузов с помощью специальных дисциплин — это и есть подготовка к работе на третьем уровне.

Рассмотренный трехуровневый анализ процесса производства готового продукта позволяет нам перейти к разработке методики оценки производства с позиции формирования потребительских свойств в ходе технологического процесса. В реальности мы имеем дело с готовой продукцией (или ее составляющими), а также со средствами производства и контроля этой продукции. Между этими двумя материализованными объектами находится иерархическая система переходных «понятий — ступеней». Содержание каждой ступени наглядно раскрывается с помощью диаграммы, в центре которой находится готовая продукция, а на периферии — средства контроля (рис. 2.12). В самом общем случае потребительские свойства

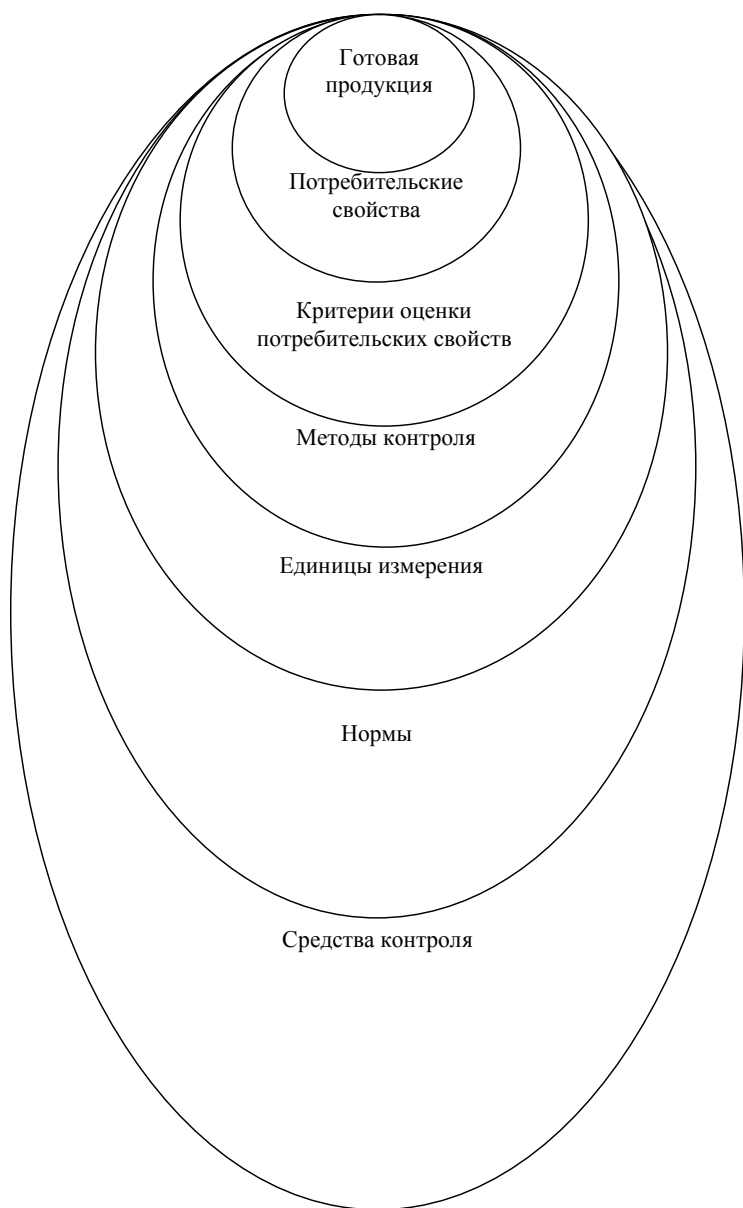


Рис. 2.12. Общий вид диаграммы «Свойства — нормы»

могут быть разделены на технические, экономические и эстетические. Это дает возможность работы с диаграммой по определенным секторам. Каждому сектору потребительских свойств могут соответствовать от одного до нескольких критериев оценки. Неоднозначны могут быть и методы контроля, т.е. один и тот же критерий возможно оценить различными способами. Содержание кругов — единицы измерения и нормы — хорошо знакомо любому инженеру. В каждом предметном курсе они регламентируются совершенно определенными единицами измерения и рекомендуемым диапазоном допусков.

Всему процессу производства, от первой до последней технологической операции, имманентно присуща «лестница перехода» от готовой продукции к средствам контроля. Образно говоря, мы имеем дело с целой гаммой последовательно переходящих друг в друга диаграмм в процесс производства. Интегрируется эта система диаграмм в процесс производства, дифференцируется — на отдельные операции технологического процесса. Сколько необходимо внутренних срезов диаграмм, зависит от технологии и условий производства.

Поясним это положение. В результате проведения технологического процесса происходит преобразование свойств от исходных элементов к готовому изделию. Каждый срез диаграмм может соответствовать определенной операции (этапу) производственного цикла. Непременным условием разработки подобных диаграмм является следующее: потребительские свойства полуфабрикатов определяются исходя из свойств готового изделия. Анализ следует начинать от конца технологического процесса к его началу, вплоть до исходных элементов.

После такой проработки производственного процесса возникает полная картина возможных требований и условий их реализации для конкретных изделий.

2.5. Инженерная этика

Включение данной темы в главу «Инженерная деятельность» связано с необходимостью познакомить всех, кто интересуется реаль-

ной инженерной деятельностью с конкретными ситуациями, возникающими в ходе практически любого вида профессиональной деятельности инженера и требующими разрешения на уровне этических проблем.

Поэтому основное внимание уделено той стороне деятельности инженера, которая связана, прежде всего, с группами этических проблем, подразделяемых нами на следующие четыре уровня: уровень конкретной инженерной деятельности, связанной с непосредственным выполнением служебных обязанностей инженером; уровень организации, внутри которой возникают соответствующие этические проблемы; общеинженерный уровень, охватывающий коллективную сущность профессии (профессиональные союзы, ассоциации, общества и т.п.); общесоциальный уровень, включающий всю совокупность социотехнических проблем, связанных с существованием и развитием данного общества.

Используя общее определение этики как науки, а также приведенные ниже принципы и каноны инженерной этики, можно заранее предвидеть, оценить и спрогнозировать возможные решения в зависимости от ситуации, описанной в том или ином сценарии [2, 27].

Приведем общепринятое определение этики. Этика — философская дисциплина, изучающая мораль, нравственность, а также учение о морали, ее развитии, принципах, нормах и роли в обществе. Этика может быть определена и как совокупность норм поведения, мораль какой-либо общественной группы, профессии.

Основные принципы инженерной этики

Общими основаниями главных принципов инженерной этики являются поддержка и развитие инженерами чистоты, чести и достоинства инженерной профессии. Для этого инженеры обязаны:

1. Использовать свои знания, умения и навыки для роста благосостояния человека.
2. Честно и беспристрастно служить обществу, работодателям и заказчикам.
3. Соблюдать компетентность и престиж профессии инженера.
4. Поддерживать дисциплинарные нормы профессиональных и технических сообществ.

Основные каноны инженерной этики

1. Инженеры при исполнении своих профессиональных обязанностей превыше всего должны ставить безопасность, здоровье и благосостояние общества.

2. Инженеры должны выполнять работы только в пределах своей компетенции.

3. Инженеры должны объективно отвечать на запросы общественности.

4. Инженеры в своей профессиональной области действуют в качестве преданных представителей или доверенных лиц для каждого работодателя или заказчика и должны избегать конфликтов.

5. Инженеры должны строить свою профессиональную репутацию на основе порядочности, им не следует соревноваться нечестными методами с другими.

6. Инженеры должны поддерживать свое профессиональное развитие и предоставлять возможности для профессионального развития инженерам, находящимся под их наблюдением.

Типовые сценарии конфликтных ситуаций

Ситуация «Парадокс»

Формула любого изобретения составлена таким образом, что в ней рассматривается исключительно положительный аспект. Однако каждое изобретение по своей внутренней сущности базируется на разрешении (снятии) технического или социального противоречия в его диалектическом толковании и развитии (подробнее этот тезис развернут в «Теории решения изобретательских задач»). Поэтому в каждой новации неизбежно присутствуют и затем всегда проявляются отрицательные последствия. Особенно это положение касается экологических проблем.

Такие ситуации наблюдаются во всех типовых технических нововведениях: увеличение мощности двигателя приводит к повышенному загрязнению среды; увеличение скорости полетов — к появлению озоновых дыр; увеличение грузоподъемности транспортных средств — к разрушению дорог и почвы и т.д.

Как быть инженеру? Где границы этического и неэтического, нравственного и безнравственного технического решения?

Ситуация «Добро и зло»

Речь идет о военных изобретениях. Инженер понимает, что изобретение направлено на уничтожение промышленных объектов, природных ресурсов, технических средств, живой силы противника. Инженер как исполнитель и руководитель работ профессионально подготовлен к такого рода деятельности. Однако он живет в реальном мире и понимает, что посвящать свою жизнь прямому или косвенному уничтожению других жизней — явное зло.

Как быть будущему инженеру в период обучения? В период проектирования военной техники? В период организации работ и управления другими людьми?

Ситуация «Бездуховная автоматизация»

Обсуждается вопрос новых технологий, позволяющих автоматизировать производство. Изделия, поставленные на поток, рожают мир, лишенный души, мир, способствующий развитию косности, безличности, бездуховности. Панельное и блочное строительство домов породило унылые кварталы и «серых» жителей. Мебель из древесностружечных плит — это одинаковые стенки и столы с острыми, прямыми углами, соответственно воздействующие на психику человека: появляются колкучие, острые углы в поведении растущего и уже выросшего поколения.

Как быть инженеру? Не отменять же автоматизацию производственных процессов? Как строить и дешево и красиво? Как сделать так, чтобы вещи, изготавливаемые на поточном производстве, радовали человека?

Ситуация «Внутренний конфликт»

У фирмы есть крупный заказ, например на изготовление автоматической линии. Однако отдельные агрегаты и узлы недостаточно отработаны и требуют усовершенствования. Альтернатива такова: или длительный, но надежный путь отладки отдельных агрегатов, или относительно быстрое изготовление всей линии сразу, за которую уже сейчас заказчик платит большие деньги, что благотворно сказывается на материальном положении самого инженера.

Что делать? Спорить с начальством, престиж которого зависит от сроков выполнения заказа? Дать информацию заказчику, не ставя в известность руководство своей фирмы? Молчать?

Ситуация «Инновация — рутина»

Типичная проблема при проектировании новой техники. Устройство проектируется по старинке. Там, где можно использовать электронику, применяется механика или гидравлика. Инженер понимает, что нужно рискнуть и дать попробовать пробиться на рынок новой конструкции. Но начальство боится сбоев, неработоспособности и ненадежности и поэтому «гонит» устаревший, но уже проверенный вариант.

Как поступить инженеру? Смириться? Самому проводить научно-исследовательские работы? Искать спонсоров?

Ситуация «Сиюминутный результат»

Извечный спор о качестве, количестве и стоимости. Есть два варианта выполнения любого заказа. Первый — проектировать и изготавливать действительно прочные, надежные и долговечные вещи. Второй — имитировать прочность, надежность и долговечность за счет использования внешне похожих материалов и конструктивных решений (цвет, форма, масса, скорость и т.д.). При этом основное внимание уделяется не самому изделию, а рекламе и упаковке. Таким путем пошли многие фирмы так называемых развивающихся стран: вариант «желтой сборки» персональных компьютеров, игрушки из Китая и т.п.

Что должен делать инженер, работающий в фирме, по второму варианту? Не думать о последствиях? Бороться за повышение качества? Уволиться с работы?

Ситуация «Отечественный приоритет»

Российская фирма предлагает организации (возможно, государственной) собственное изобретение для использования в производстве продукции. Изобретение сулит высокую эффективность и не-

большие затраты по внедрению. Но организация собирается вести переговоры о закупке аналогичной продукции в одной из западных стран, для чего ее представители в ближайшее время собираются поехать в эту страну. Инженеру, который должен оценить предложение как эксперт, напоминают о приоритетности развития связей с этой страной (политический аспект) и о заинтересованности руководителей в поездке (личный аспект).

Как вести себя инженеру, если эффективность отечественного изобретения для него очевидна?

Ситуация «Служебное изобретение»

Инженер работает над изобретением в служебное время, используя служебное оборудование. Когда он близок к завершению работы, то покидает компанию и продает продукт как собственное изобретение. Возможно, инженер получал низкое жалование и притом нерегулярно.

Как оценить поведение инженера с точки зрения этики?

Ситуация «Выбор»

Проблема честности и надежности в инженерии. Инженер работает на государственную организацию, которая готовит доклады об экологических последствиях проектов, планируемых в данное время правительством. Инженер сообщает о результатах своей работы руководству, после чего руководитель просит его изменить некоторые выводы, представленные в отчете, и (или) убрать из него некоторые данные.

Как поступить инженеру?

Ситуация «Личный интерес»

От инженера ожидают, что он примет непредвзятое решение в интересах клиента, но инженер имеет собственный интерес (связанный с вложением денег, родственными отношениями и т.д.), который может повлиять на решение. Например, от инженера ожидают, что он поможет компании решить, какой продукт следует закупить для нужд компании, а данный инженер является собственником (или партнером) компании, предлагающей такие продукты.

Должен ли инженер устранился из ситуации, в которой у него возникает конфликт интересов? Должен ли инженер сообщить клиенту, что собственная заинтересованность делает его предвзятым?

Ситуация «Безопасность»

Инженер озабочен безопасностью проекта. События могут развиваться следующим образом. Инженер докладывает о своих опасениях начальнику, но босс не хочет принимать какие-либо меры и советует ему сохранять спокойствие. Инженер должен решить, «включать ли сирену», т.е. обращаться к властям, в прессу и т.д. При этом работодатель может очень хорошо относиться к инженеру.

Как совместить лояльное отношение к работодателю с защитой интересов общества? Когда следует инженеру «включать сирену»?

Ситуация «Риск»

(обостренный вариант ситуации «безопасность»)

Инженер должен принять трудное решение относительно степени риска, связанного с проектируемой им техникой.

Как решать вопрос о допустимой степени риска?

Ситуация «Молодой специалист»

(конкретный вариант ситуации «Инновация — рутина»)

Обстоятельства таковы, что выбирать приходится между традиционным и свежим решением, сулящим увеличение эффективности и сокращения издержек. Выбор, однако, должен основываться лишь на предварительном тестировании. Начальник молодого инженера неожиданно информирует группу коллег, что рекомендации необходимо обосновать в течение двух дней. В инженерной школе молодому сотруднику довелось исследовать новый прибор, однако сейчас, в условиях производства, времени на доскональные исследования нет. Тем не менее прибор многообещающий.

Инженерная группа соглашается с начальником и рекомендует старый проверенный прибор. Начальник инструктирует молодого сотрудника о том, как следует написать отчет с высокой оценкой старого прибора и рекомендацией к его применению. В отчете не должно быть ни слова о новой альтернативе.

Как должен поступить инженер?

Библиографический список ко второй главе

1. *Акофф Р.А.* Рассогласование между системой образования и требованиями к успешному управлению / Р.А. Акофф // Вестник высшей школы. — 1990. — № 2.
2. Актуальные проблемы инженерной этики: Российско-американский симпозиум. Тезисы выступлений. — М. : АМИ, 1998. — 120 с.
3. *Алехин В.В.* Инженерно-технический труд и творчество как предмет философского анализа : дис. ... д-ра философских наук / В.В. Алехин. — Донецк, 1982. — 335 с.
4. Алфавитный аннотированный справочно-библиографический указатель закономерностей и тенденций развития объектов техники. — М. : ВНИИПИ, 1989. — 21 с.
5. Алфавитный аннотированный справочно-библиографический указатель принципов, методов, правил и приемов инженерного творчества. — М. : ВНИИПИ, 1989. — 41 с.
6. *Альтшуллер Г.С.* Рабочая книга по теории развития творческой личности. Ч. 1 / Г.С. Альтшуллер, И.М. Верткин. — Кишинев : МНТЦ Прогресс, 1990. — 237 с.
7. *Андряшина Н.И.* Функционально-структурный анализ технических объектов в машиностроении / Н.И. Андряшина. — Люберцы: ИПК Минавтосельхозмаша, 1990. — 78 с.
8. *Апокин И.А.* Кибернетика и научно-технический прогресс / И.А. Апокин. — М. : Наука, 1982. — 246 с.
9. *Бахтин М.М.* Эстетика словесного творчества / М.М. Бахтин. — М. : Искусство, 1979. — 423 с.
10. *Белозерцев В.И.* Проблемы технического творчества как вида духовного производства : автореф. дис. ... д-ра филос. наук / В.И. Белозерцев. — М., 1970. — 40 с.
11. БСЭ. — М. : Советская энциклопедия, 1976. — Т. 23.
12. *Волков Г.К.* Сова Минервы / Г.К. Волков. — М. : Молодая гвардия, 1973. — 256 с.
13. *Гайденок В.П.* Западно-европейская наука в Средние века / В.П. Гайденок, Г.А. Смирнов. — М. : Наука, 1989. — 351 с.
14. *Гаспарский В.* Праксеологический анализ проектно-конструкторских разработок / В. Гаспарский. — М. : Мир, 1978.

15. *Горохов В.Г.* Методологический анализ научно-технических дисциплин / В.Г. Горохов. — М. : Высш. шк., 1984. — 112 с.
16. *Горохов В.Г.* Техническое знание в современной культуре / В.Г. Горохов, В.М. Розин. — М. : Знание, 1987. — 40 с.
17. *Горохов В.Г.* Формирование и развитие инженерной деятельности / В.Г. Горохов, В.М. Розин // Философские вопросы технического знания. — М., 1984. — С. 67–84.
18. *Громов Г.Р.* Очерки информационной технологии / Г.Р. Громов. — М. : ИнфоАрт, 1993. — 336 с.
19. *Гумилевский Л.* Русские инженеры / Л. Гумилевский. — М. : Молодая гвардия, 1953. — 440 с.
20. *Гуревич Г.И.* Лоция будущих открытий : Книга обо всем / Г.И. Гуревич. — М. : Наука, 1989. — 208 с.
21. *Гусев Д.О.* Диалектика становления и развития функций инженерной деятельности : автореф. дис. ... канд. филос. наук / Д.О. Гусев. — Новосибирск, 1987. — 16 с.
22. *Гюйо М.* Искусство с социологической точки зрения / М. Гюйо. — СПб., 1900. — 464 с.
23. *Джонс Дж.* Инженерное и художественное конструирование / Дж. Джонс. — М. : Мир, 1976. — 376 с.
24. *Джонс Дж.* Методы проектирования ; пер. с англ. — 2-е изд., доп. / Дж. Джонс. — М. : Мир, 1986. — 326 с.
25. *Дитрих Я.* Проектирование и конструирование : системный подход / Я. Дитрих. — М. : Мир, 1981. — 456 с.
26. Инженерное проектирование — как стиль мышления // Энергетик (МЭИ). — 1987. — 22 июня. — № 40. — С. 2–6.
27. Инженерная этика в системе образования : Российско-американский симпозиум. Тезисы выступлений. — М. : АМИ, 1998. — 112 с.
28. *Исикава К.* Японские методы управления качеством / К. Исикава. — М. : Экономика, 1988. — 215 с.
29. Искусство и наука системной практики ; пер. с англ. — М. : НИИВШ, 1989. — 190 с.
30. *Карпунин М.Г.* Жизненный цикл и эффективность машин / М.Г. Карпунин, Я.Г. Любинецкий, Б.К. Майданчик. — М. : Машиностроение, 1989. — 312 с.

31. *Кильхман Т.* Общечеловеческая ответственность инженера / Т. Кильхман // Вестник высшей школы. — 1991. — № 7.
32. *Кирпичев В.Л.* Значение фантазии для инженеров / В.Л. Кирпичев. — СПб., 1911. — 23 с.
33. *Кирпичев В.Л.* Vivat, Crescat, Floreat / В.Л. Кирпичев. — Киев, 1898. — 22 с.
34. *Клемм Г.* Социальная рыночная экономика (краткий очерк) ; пер. с нем. / Г. Клемм. — М. : СП «Авангард», 1991. — 48 с.
35. *Козлов Б.И.* Возникновение и развитие технических наук / Б.И. Козлов. — Л. : Наука, 1987. — 248 с.
36. *Коновалов А.А.* Логика изобретения / А.А. Коновалов. — Ижевск : Удмуртия, 1990. — 128 с.
37. *Корнилов И.К.* Инновационная деятельность и инженерное искусство / И.К. Корнилов. — М. : Мир книги, 1996. — 196 с.
38. *Корнилов И.К.* Компьютерная поддержка инженерной деятельности : учеб. пособие / И.К. Корнилов. — М. : Изд-во МГАП, «Мир книги», 1995. — 76 с.
39. *Корнилов И.К.* Методы научного и инженерного творчества : учеб. пособие / И.К. Корнилов. — М. : МГУП, 1999. — 134 с.
40. *Корнилов И.К.* Развитие инженерного дела в России / И.К. Корнилов // Высшее образование в России. — 1997. — № 4.
41. *Котарбинский Т.* Трактат о хорошей работе ; пер. с польск. / Т. Котарбинский. — М., 1975.
42. *Котлер Ф.* Основы маркетинга ; пер. с англ. / Ф. Котлер. — М. : Прогресс, 1990. — 736 с.
43. *Крик Э.* Введение в инженерное дело / Э. Крик. — М. : Энергия, 1970. — 176 с.
44. *Крыштановская О.В.* Инженеры: становление и развитие профессиональной группы / О.В. Крыштановская. — М. : Наука, 1989. — 144 с.
45. *Кугель С.А.* Молодые инженеры: социологические проблемы инженерной деятельности / С.А. Кугель, О.М. Никандров. — М. : Мысль, 1971. — 207 с.
46. *Кудрявцев А.В.* Методы интуитивного поиска технических решений / А.В. Кудрявцев. — М. : Речной транспорт, 1992. — 112 с.
47. *Кудрявцев Т.В.* Психология технического мышления / Т.В. Кудрявцев. — М. : Педагогика, 1975. — 303 с.

48. *Кузнецов В.И.* История науки в решении ключевой задачи реформы образования / В.И. Кузнецов, И.К. Корнилов // Вопросы истории естествознания и техники. — 1996. — № 4. — С. 135–142.

49. *Курлов А.Б.* Эффективность и качество инженерной подготовки как социальная проблема : автореф. дис. ... д-ра социол. наук / А.Б. Курлов. — Уфа, 1994. — 37 с.

50. *Кутателадзе С.С.* Наука и инженерное искусство / С.С. Кутателадзе // Методологические проблемы современной науки. — М., 1979. — С. 86–89.

51. *Лазарев Е.Н.* Взаимодействие искусства и техники / Е.Н. Лазарев // Искусство и общество. — Л. : Лениздат, 1978. — С. 80–98.

52. *Ларичев О.И.* Наука и искусство принятия решений / О.И. Ларичев. — М. : Наука, 1979. — 200 с.

53. *Лишевский В.П.* Охотники за истиной : Рассказы о творцах науки / В.П. Лишевский. — М. : Наука, 1980. — 208 с.

54. *Мангутов И.С.* Управление предприятием и инженер / И.С. Мангутов. — Л. : ЛГУ, 1977. — 208 с.

55. *Марков Б.* В философии ли дело? / Б. Марков // Инженерный труд. — 1929. — № 2. — С. 40–41.

56. *Марков М.Е.* Искусство как процесс : Основы функциональной теории искусств / М.Е. Марков. — М. : Искусство, 1970. — 239 с.

57. *Мартинкус В.Й.* Инженерно-творческая деятельность как социологическая проблема : дис. ... канд. филос. наук / В.Й. Мартинкус. — Вильнюс, 1981. — 184 с.

58. *Мескон М.Х.* Основы менеджмента ; пер. с англ. / М.Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. — М. : Дело, 1992. — 702 с.

59. *Микулинский С.Р.* Методологические вопросы историко-научного исследования / С.Р. Микулинский // Проблемы истории и методологии научного познания. — М. : Наука, 1976. — С. 20–34.

60. Микропроцессоры: социально-экономические аспекты внедрения. — М. : Экономика, 1989. — 224 с.

61. *Моисеева Н.К.* Функционально-стоимостной анализ в машиностроении / Н.К. Моисеева. — М. : Машиностроение, 1987. — 320 с.

62. *Мичи Д.* Компьютер-творец ; пер. с англ. / Д. Мичи, Р. Джонстон. — М. : Мир, 1987. — 255 с.

63. *Мухамедшин И.С.* Реформа внешнеэкономической деятельности и вопросы передачи технологий / И.С. Мухамедшин. — М. : ВНИИПИ, 1989. — 52 с.
64. Научно-технический прогресс : словарь. — М. : Политиздат, 1987.
65. Научно-техническое творчество : Библиографический указатель литературы 1950–1985. — М. : ВНИИПИ, 1990 — 412 с.
66. *Ожегов С.И.* Словарь русского языка / С.И. Ожегов. — М. : Сов. энциклопедия, 1972. — 816 с.
67. *Олдак П.Г.* Формирование современного экономического мышления / П.Г. Олдак. — Новосибирск : Наука, Сиб. отд-е, 1989. — 160 с.
68. *Перегудов Ф.И.* Введение в системный анализ : учеб. пособие для вузов / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. — М. : Высш. шк., 1989. — 367 с.
69. Поиск новых идей: от озарения к технологии (Теория и практика решения изобретательских задач) / Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин, А.В. Зусман, В.И. Филатов. — Кишинев : Картя Молдовенская, 1989. — 381 с.
70. Политехнический словарь. — М. : Сов. энциклопедия, 1976. — 608 с.
71. *Пригожин А.И.* Нововведения: стимулы и препятствия / А.И. Пригожин. — М. : Политиздат, 1989. — 271 с.
72. Психологический словарь. — М. : Политиздат, 1985. — 431 с.
73. Проблемы истории и методологии научного познания. — М. : Наука, 1976. — С. 20–34.
74. Производительность труда «белых воротничков». — М. : Прогресс, 1989. — 248 с.
75. *Ракитов А.И.* Философия компьютерной революции / А.И. Ракитов. — М. : Политиздат, 1991. — 284 с.
76. *Сахал Д.* Технический прогресс: концепция, модели, оценки / Д. Сахал. — М. : Финансы и статистика, 1985. — 366 с.
77. *Сергеева Г.В.* Анализ освоения производства новой техники / Г.В. Сергеева. — М. : Финансы и статистика, 1989. — 96 с.
78. *Синк Д.С.* Управление производительностью: планирование, измерение и оценка, контроль и повышение ; пер. с англ. / Д.С. Синк. — М. : Прогресс, 1989. — 528 с.

79. Словарь по социологии. — М. : Политиздат, 1989. — 479 с.
80. Советская управленческая мысль 20-х годов (краткий именной справочник). — М. : Экономика, 1990. — 240 с.
81. Советский энциклопедический словарь. — М. : Сов. энциклопедия, 1987. — 1600 с.
82. Справочник по функционально-стоимостному анализу. — М. : Финансы и статистика, 1988. — 431 с.
83. *Степченко А.В.* Производственная задача для проведения занятий в группе «инженеры-организаторы ФСА» / А.В. Степченко. — М. : МИНХИММАШ, 1989. — 39 с.
84. Съезды инженеров. — СПб., 1913. — 7 с.
85. *Татеиси К.* Вечный дух предпринимательства ; пер. с яп. / К. Татеиси. — М. : Московский бизнес, 1990. — 222 с.
86. *Титаренко Л.Г.* Технократическое сознание: (теорет.-методол. аспект) : дис. ... д-ра социол. наук в форме науч. докл. / Л.Г. Титаренко. — Минск, 1992. — 51 с.
87. *Трушкин В.П.* Записки конструктора / В.П. Трушкин. — М. : Моск. рабочий, 1981. — 320 с.
88. *Фельдман А.Б.* Товары длительного пользования: планирование, моделирование, перспективы развития / А.Б. Фельдман. — М. : Экономика, 1989. — 174 с.
89. *Фигуровская Б.М.* Формирование общей теории техники / Б.М. Фигуровская // Вопросы философии. — 1981. — № 8. — С. 130–137.
90. Философия образования для XXI века : сб. статей. — М. : Логос, 1992. — 288 с.
91. Философия техники в ФРГ. — М. : Прогресс, 1989. — 528 с.
92. Философский энциклопедический словарь. — М. : Сов. энциклопедия, 1983. — 840 с.
93. *Хилл П.* Наука и искусство проектирования ; пер. с англ. — М. : Мир, 1973. — 262 с.
94. *Хубка В.* Теория технических систем / В. Хубка. — М. : Мир, 1987. — 208 с.
95. *Цеснек Л.С.* Новые методы системного прогнозирования / Л.С. Цеснек // Экон. высш. шк. : Обзор информ./ НИИВО. — 1992. — Вып. 6–7. — 80 с.

96. Чешев В.В. Особенности развития технических наук / В.В. Чешев // Вопросы философии. — 1981. — № 8. — С. 120–129.

97. Шаповалов Е.А. Общество и инженер: философско-социологические проблемы инженерной деятельности / Е.А. Шаповалов. — Л. : ЛГУ, 1984.

98. Шеннон Р. Имитационное моделирование — искусство и наука ; пер. с англ. / Р. Шеннон. — М. : Мир, 1978. — 478 с.

99. Шубас М.Л. Инженерный стиль мышления и научная картина техносферы : дис. ... д-ра филос. наук / М.Л. Шубас. — Вильнюс, 1982. — 413 с.

100. Шюрэ Э. Великие посвященные. Очерки эзотеризма религий / Э. Шюрэ. — Калуга : Лотос, 1914. — 422 с.

101. Экономика, организация и планирование полиграфического производства. — М. : Книга, 1981. — 296 с.

102. Энгельмейер П.К. Зарождение философии техники / П.К. Энгельмейер // Философия техники. — Вып. 2. Современная философия. — М., 1912. — С. 119–124.

103. Энгельмейер П.К. Техническое мировоззрение / П.К. Энгельмейер // Философия техники. Вып. 1. Общий обзор предмета. — М., 1912. — С. 50–54.

104. Эсаулов А.Ф. Диалектика технической мысли / А.Ф. Эсаулов. — Красноярск : Изд-во Красноярск, ун-та, 1989. — 164 с.

105. Ядов В.А. Социологическое исследование. Методология, программа, методы / В.А. Ядов. — М. : Наука, 1972. — 238 с.

106. Bolzano B. Wissenschaftslehre: Bd.3, Erfindungskunst. — Sulzbach: Z.Seidel, 1837. — 488 S.

107. Gates R.F. The art of inventing and what to invent. — N.Y. : Appleton-Centure Co, 1935. — 184 p.

108. Kivenson G. The art and science of inventing. — N.Y. : Van Nostpand Reinhold, 1977. — 195 p.

109. Lullius R. Ars generalis ultima. — Venisse: S.N., 1980. — 416 p.

110. Weinstein A.S., Angrist S.W. An Introduction to the Art of Engineering. — Boston: Allyn and Bacon, 1970. — 294 p.

111. См. работы В.М. Бехтерева, Ю.Б. Борева, А.Г. Горнфельда, А.М. Евлахова и др.

112. См. работы В.А. Басанца, М.М. Гуренко, В.Д. Комарова, Л.П. Кривошиной, П. Маркова, И.Г. Ницевич, З.А. Румянцевой.

Глава 3. Философские вопросы научно-технической деятельности

Когда человек не знает, к какой гавани он держит путь, для него ни один ветер не будет попутным.

Луций Сенека

3.1. Научная деятельность

Наука — это форма духовной деятельности людей, направленная на производство знаний о природе, обществе и искусственных системах. Основной целью науки является постижение истины и открытие объективных законов на основе обобщения фактов в их взаимосвязи. Понимание законов дает возможность прогнозировать тенденции развития окружающего нас мира и способствовать его преобразованию. В то же время наука — это творческая деятельность по получению нового знания и результаты этой деятельности. Основными составляющими научной деятельности являются:

- 1) процесс получения нового знания;
- 2) объединение полученных знаний в целостную систему;
- 3) инфраструктура организации научной деятельности [15].

В конце XIX — начале XX века произошло качественное изменение в развитии науки. Наука становится не только производительной силой общества, но и приобретает решающее значение в жизни общества. Именно поэтому наука как особая форма деятельности становится предметом исследования философии и истории науки и техники. Возникает новое направление исследований — науковедение — наука о науке.

В настоящее время наука является формой деятельности сообществ ученых и направлена на получение и использование на практике новых знаний о различных естественных и искусственных системах, об их свойствах и отношениях. Знание может быть признано научным, если оно отвечает определенным критериям: предметность,

воспроизводимость, объективность, эмпирическая и теоретическая обоснованность, логическая доказательность. Научная деятельность отличается от других видов человеческой деятельности стремлением к объективной истинности и максимальной доказательности полученных результатов. Наука как деятельность может быть представлена тремя аспектами: как собственно знание, как социальный институт (профессиональные объединения ученых) и как область духовной деятельности человека.

Знание — это объективная реальность, данная в сознании человека, который в своей деятельности воспроизводит закономерные связи реального мира. Познание — это процесс приобретения и развития знания; такое взаимодействие объекта и субъекта, результатом которого является получение нового знания. Термину «знание» может придаваться различный смысл:

- 1) способность, умение, навыки что-либо делать;
- 2) познавательная информация;
- 3) познавательная (гносеологическая) форма отношения человека к действительности.

Человек познает окружающий мир с помощью двух основных способов. Первый — материально-технический — производство жизненно необходимых средств (труд). Второй способ познания — это духовная деятельность. В процессе научного познания не происходит отторжения других форм знания. Каждой форме общественного сознания соответствуют свои специфические формы знания (философия, политика, религия и т.д.) Научное познание — это процесс получения объективного знания, направленный на изучение реальных законов. Научное познание всегда связано с описанием, объяснением и предсказанием изучаемых процессов [33].

Многие формы вненаучного знания старше знания, исторически являясь его предшественниками: астрология и астрономия, алхимия и химия. Выделяют несколько форм вненаучного знания: паранаучное, лженаучное, квазинаучное, антинаучное.

Наука, являясь частью (подсистемой) культуры, оказывает существенное влияние на развитие общества и сама испытывает обратное воздействие в зависимости от запросов общества. С этим процессом взаимообразного влияния связано историческое форми-

рование различных типов науки: античная, средневековая, неклассическая и др. В каждом культурно-историческом типе науки и в каждой области науки реализуется свой специфический набор идеалов и норм научного исследования, конкретизирующий ценности науки, отличающие ее от других видов деятельности. Именно по этой причине возникли качественно различные направления науки: естествознание, социально-гуманитарные науки, технические и технологические науки, логико-математические дисциплины и др.

Научное знание получается и обосновывается с помощью научных методов и средств, к важнейшим из которых можно отнести: абстрагирование, анализ, синтез, вывод, доказательство, идеализацию, наблюдение, эксперимент, классификацию. В каждой области научного знания формируются свои методы и средства, а также особый язык, характерный для данного научного направления. К главным видам научного знания принято относить теории, дисциплины, области исследования (специальные, проблемные, междисциплинарные), области наук (математические, исторические, физические и т.д.), типы наук (естественно научные, гуманитарные, инженерные и др.). Научное сообщество объединено в соответствующие социальные институты, занимающиеся организацией получения и распространения знаний. Формами институализации могут быть лаборатории, институты, академии, государственные или общественные научные учреждения, фирмы и т.д.

Получение истинной и полезной информации о различных объектах нашего мира является основной целью как обыденного, так и научного познания. Научное познание служит продолжением (развитием) обыденного познания (здорового смысла). В то же время целью научного познания является достижение не просто знания, а научного знания и научной истины. Можно выделить следующие методы и средства, используемые в научной деятельности:

1. Рефлексия и контроль сознания человека относительно средств, методов и условий получения знаний.

2. Использование методов логики как науки о доказательном мышлении.

3. Разработка методов получения достоверной эмпирической информации с помощью систематических наблюдений и эксперимента.

4. Применение статистического анализа для обработки полученных эмпирических данных.

5. Использование приборов и инструментов для объективации чувственной информации и количественной регистрации процессов.

6. Разработка различных моделей для изучения естественных и искусственных объектов [3].

В отличие от обыденного знания, в науке специально фиксируются критерии проверки любых утверждений, положений, выводов как для теоретических, так и для экспериментальных исследований.

Научным методом принято называть совокупность средств, применяемых в науке для получения, обоснования и применения научных знаний. Совокупность этих средств разнообразна и специфична для разных типов наук и для качественно различных уровней одной и той же науки (например, для теоретического и эмпирического уровней). Практически не существует единой для всех областей науки и уровней научного познания процедуры получения и обоснования знания, универсального метода. В естественных науках основными средствами являются систематические наблюдения, эксперименты, моделирование. В математических науках основными методами являются когнитивное конструирование абстрактных структур, использование аксиоматического метода, дедукции.

В отличие от науки, искусство — это особая форма общественного сознания, связанная с рождением художественных образов, обогащающих человечество эмоциями, чувствами, переживаниями. Искусство выражает личностные смыслы отдельного человека, группы, поколения. Искусство является такой формой отражения действительности, которая дает возможность личностно-субъективного изображения мира на основе художественных образов. Искусство выступает как источник душевного и духовного обогащения личности на основании сопереживания героям и ситуациям художественных произведений [4].

Наука ориентирована на поиски общих закономерностей, искусство же уделяет внимание единичному, индивидуальному. Ценности и идеалы искусства исторически изменчивы, в отличие от большинства аксиом и законов науки. В искусстве проявляется национальный, этнический тип мироощущений. Искусство обращено прежде всего

к чувственно-ассоциативному и эмоциональному, а наука — к рассудочно-рациональному способам мышления. Для науки целеполагающим регулятивом является поиск закономерностей, в искусстве — поиск эстетического идеала.

Наука как целостное формообразование включает в себя ряд частных наук, которые подразделяются на большое количество научных дисциплин. Современная классификация наук проводится по различным основаниям. По предмету и методу познания выделяют науки о природе — естествознание, науки об обществе — гуманитарные и социальные науки, науки собственно о познании и мышлении — логика, гносеология и др., науки об искусственных системах — технические науки. Каждая группа наук включает различные научные дисциплины. Например, в состав естественных наук входит механика, физика, химия, биология и др., каждая из которых подразделяется на собственные научные дисциплины. Кроме того, все науки принято делить на два вида: фундаментальные и прикладные. Фундаментальные науки ориентированы на выяснение основных законов и принципов, действующих в реальном мире, прикладные — на непосредственное применение результатов научного познания для решения конкретных производственных и социально-практических задач.

К основным функциям науки можно отнести производство научно-теоретического знания, функции наблюдения, описания, объяснения поведения объекта, мировоззренческую и культурную функции, технологическую функцию, функцию производительной силы. Современные исследователи отмечают также такие функции науки, как социальную регуляцию общественных процессов и проективно-конструктивную, связанную с созданием новых технологий [28].

3.2. Процесс научного познания

Процесс научного познания всегда связан с взаимодействием субъекта и объекта и по необходимости включает в себя четыре компонента: субъект, объект, метод, язык. Субъект науки — это исследователь, научный коллектив и т.п. Объект науки (предмет, предметная область) — то, что изучает исследователь. В каждой науке разрабатывается характерная для нее система методов и приемов,

обусловленных особенностью данной предметной области. Аналогично методу разрабатывается и язык данной науки, не только естественный (специальная терминология), но и искусственный (символы, уравнения, формулы и т.п.).

Структура научного познания может быть представлена как единство двух уровней: эмпирического и теоретического. Эти уровни тесно связаны между собой и в процессе эволюции науки взаимно переходят друг в друга.

На эмпирическом уровне в основном происходит сбор фактического материала о поведении объекта. Используются такие приемы, как описание, сравнение, измерение, наблюдение, эксперимент, анализ, индукция. Практически любое научное исследование начинается со сбора, систематизации и обобщения фактов. Факт становится научным фактом в том случае, если знание о каком-либо событии достоверно доказано в процессе наблюдений и экспериментов. В научном познании факты образуют эмпирическую основу для выдвижения гипотез и являются базой для подтверждения или опровержения теорий. Эмпирическое знание можно представить в виде следующей иерархической структуры: единичные наблюдения, научные факты, эмпирические законы, феноменологические теории. Указанные уровни эмпирических знаний представляют собой гипотетическое, вероятностное знание.

Гносеология — теория научного познания, одна из составных частей философии; изучает закономерности и возможности познания, исследует ступени, формы, методы и средства процесса познания, условия и критерии истинности научного знания. Гносеология является частью более общей отрасли научного знания — науковедения, которое изучает также вопросы организации и планирования научных исследований, социологию науки, логику науки и т.д.

В гносеологии выделяют следующие основные закономерности развития науки:

1. Обусловленность развития науки потребностями практики. Это один из главных источников развития науки.

2. Относительная самостоятельность развития науки. Решение практических задач может быть осуществлено только при достижении наукой определенного уровня развития, определенной ступени познания действительности.

3. Преемственность в развитии научных теорий, понятий, методов и средств научного познания.

4. Неоднозначность процесса развития науки — чередование периодов эволюционного и революционного развития. Эволюционное развитие связано с процессом постепенного накопления фактов и экспериментальных данных в рамках существующих теорий. Революция в науке связана с пересмотром фундаментальных положений, законов, принципов в результате открытия новых явлений, не укладывающихся в рамки существующих теорий.

5. Взаимодействие и взаимообусловленность отраслей науки, проявляющиеся, в частности, в том, что предмет одной науки может исследоваться приемами и методами другой.

6. Свобода критики и открытого выражения различных мнений. В результате преодолевается односторонность взглядов [5].

Теоретическая структура научного познания имеет следующие уровни:

1. Аксиомы, общие теоретические законы.

2. Частные теоретические законы, описывающие строение, свойства и поведение идеализированных объектов.

3. Частные утверждения о конкретных во времени и пространстве состояниях, свойствах и отношениях объектов.

Теория — наиболее сложная и развитая форма научного знания, дающая целостное отображение закономерных и существенных связей в определенной области действительности. Теория — это целостная развивающаяся система истинного знания, имеющая сложную структуру. В современной науке выделяют следующие элементы теории:

1. Исходные основания — базовые понятия, принципы, аксиомы, законы, уравнения.

2. Идеализированные объекты — абстрактные модели существенных свойств и связей изучаемых систем.

3. Логика теории — совокупность правил и способов доказательств.

4. Философские основания и ценностные факторы.

5. Совокупность законов и утверждений, выведенных в качестве следствий из данной теории в соответствии с конкретными принципами [15].

Основными функциями теории являются:

1. Интегральная функция — объединение достоверных знаний в целостную систему.

2. Объяснительная функция — выявление причинных зависимостей и связей изучаемого явления, существенных характеристик, законов происхождения и развития.

3. Методологическая функция — на базе любой теории формулируются методы, способы, приемы исследовательской деятельности.

4. Прогностическая функция — на основании теоретических представлений делаются прогнозы о существовании неизвестных фактов, свойствах, связях.

5. Практическая функция — руководство к воплощению теоретических положений в реальную действительность [11].

Многообразие форм идеализации и типов идеализированных объектов соответствует многообразие видов теорий. Выделяют следующие виды теорий: описательные, математические, дедуктивные и индуктивные, фундаментальные и прикладные, формальные и содержательные, открытые и закрытые, объясняющие и описывающие, физические, химические, социологические, психологические и др.

Математические теории характеризуются наиболее высокой степенью абстрактности. Доминирующую роль в построении математических теорий играют аксиоматический и гипотетико-дедуктивный методы, а также процесс формализации.

Теории эмпирических наук (физика, химия, биология, социология, история и др.) подразделяют на два класса: феноменологические и нефеноменологические.

Феноменологические, или эмпирические, науки связаны с описанием свойств и процессов, наблюдаемых опытным путем (социологические, психологические, педагогические и др.). В таких теориях, как правило, не используются сложные абстрактные модели. Феноменологические теории ориентированы прежде всего на первичное обобщение и упорядочивание имеющихся фактов. Они имеют в основном качественный характер и формулируются обычно с помощью естественного языка с использованием специальной терминологии соответствующей области науки. Феноменологические теории возникают в начале развития науки, в процессе накопления, систематизации и обобщения фактического материала.

С развитием научного познания феноменологические теории замещаются нефеноменологическими, или объяснительными, теориями. Они объясняют связи между явлениями и свойствами объекта, раскрывают механизм изучаемых явлений и процессов, переходя к формулированию законов поведения системы. Поэтому такой тип знаний можно отнести не к эмпирическим, а к теоретическим, так как в них используются действия с абстрактными, идеальными объектами.

По точности прогнозов можно выделить два класса теорий: теории с достоверными прогнозами (теории классической физики, химии, механики) и теории с вероятностными прогнозами, или стохастические теории (теории социально-гуманитарных наук).

Ниже приведены основные особенности, характерные для любого типа теорий:

1. Теория — это не отдельно взятые достоверные научные положения, а их совокупность, целостная развивающаяся система.

2. Описание совокупности фактов только тогда становится теорией, когда вскрывает причины и закономерности явлений, на базе которых и возникли научные факты.

3. Любая теория в обязательном порядке должна иметь обоснование и доказательство собственных положений.

4. Теория должна стремиться к объяснению максимально широкого круга явлений, к непрерывному углублению знаний о них.

5. Теория должна отражать фундаментальные закономерности, связанные с поведением изучаемого объекта.

6. Структура теории определяется системной организацией теоретических конструкторов (идеализированных объектов).

7. Теория — это не только готовое знание, но и процесс его получения с соответствующим анализом возникновения и развития [18].

Теории современной науки создаются не только путем индуктивного обобщения опыта, но и с помощью идеализированных объектов, которые используются в качестве гипотетических моделей. В этом случае идеализированный объект становится не только теоретической моделью, но и способен задать определенную программу исследования.

Научные законы могут быть определены как связи или отношения между явлениями и процессами. При этом данные связи или отношения должны соответствовать следующим критериям:

1) объективность, т.е. быть способными выразить реальные отношения объектов, участвующих в предметной деятельности людей;

2) существенность, т.е. быть присущими всем процессам данного класса объектов в любых условиях;

3) необходимость, т.е. всегда реализовываться в соответствующих условиях;

4) имманентность, т.е. отражать глубинные связи, действующие внутри данной системы;

5) устойчивость и повторяемость, или воспроизводимость, т.е. одинаковость действия в аналогичных условиях.

Познание законов — сложный и противоречивый процесс отражения действительности. Законы начинаются с предположений, гипотез. Опытный материал позволяет уточнить, исправить, ввести новые гипотезы, доведя общую концепцию до формы закона. На основе полученных законов осуществляется не только объяснение явлений данного класса, но и предсказание новых явлений и процессов.

По формам движения и преобразования материи можно выделить механические, физические, химические, биологические, социальные законы; по сферам деятельности — законы природы, общества, мышления; по степени универсальности — всеобщие или диалектические, общие или особенные, частные или специфические; по механизму детерминации — динамические и статистические, причинные и не причинные; по фундаментальности — эмпирические и теоретические [26].

Наука как целостная система имеет собственные основания, обладает идеалами и нормами исследования. Эти характеристики присущи науке во всех ее ипостасях — и как форме деятельности, и как совокупности знаний, и как социального института. К основаниям науки относят понятийный аппарат, принципы, идеалы, стандарты научного исследования. Науку можно считать состоявшейся тогда, когда можно установить лежащую в ее основании научную картину мира.

Помимо естественных, общественных и технических наук различают науку теоретическую и экспериментальную, фундаментальную и прикладную. В настоящее время наука развивается с учетом специализации знаний, а также на стыках междисциплинарных областей. Современные ученые считают, что идеалы и нормы науки имеют конкретно-исторический характер и играют роль регулятивных принципов — задают цели и определяют процесс исследовательской деятельности. Соотношение и взаимосвязь идеалов и норм можно сформулировать по следующим позициям [28]:

1) нормы указывают на типичные, усредненные правила; идеал — на высшую эталонную форму развития объекта;

2) нормы должны быть реализованы повсеместно; идеалы являются ориентирами;

3) нормы определяют границы пространства для достижения целей; идеалы — предельно-совершенное пространство, в котором совпадают цели и ценности;

4) нормы подвержены изменениям; идеалы относительно устойчивы.

Идеалы и нормы определяют постановку и формулировку проблемы научного исследования. В проблеме должно содержаться противоречие, указывающее на существующий предел знаний и новые факты, для объяснения которых и необходимо исследование. Соотношение социокультурных ценностей и когнитивных идеалов и норм оказывает значительное влияние на постановку и ход научных исследований.

Наука, безусловно, в значительной степени детерминирована общественной практикой и ее потребностями. Но вместе с тем наука обладает и относительной самостоятельностью и внутренней логикой собственного развития. К общим закономерностям развития науки относят: преемственность, единство количественных и качественных изменений, дифференциацию и интеграцию, взаимодействие, математизацию и компьютеризацию, теоретизацию и диалектизацию, ускорение развития, аксиологизацию и экологизацию.

Принцип аксиологизации науки требует учета ценностных составляющих познавательного процесса. Экологизация научного знания — это процесс проникновения экологических законов в естественные, технические и социально-гуманитарные науки.

Объективной основой преемственности в науке является поступательное развитие предметов и явлений, вызываемое внутренне присущими им противоречиями. Каждая более высокая ступень развития науки возникает на основе предшествующей с удержанием всего ценного, что было накоплено ранее. Новые теории не отрицают полностью старые, так как предыдущие теории с определенной степенью приближения отражают объективные закономерности действительности в своей предметной области. Процесс преемственности может быть выражен с помощью терминов «традиция» и «новация». Характерный пример новаций — открытия, новые концепции. Традиции в науке — знания, накопленные предшествующими поколениями ученых и сохраняющиеся в научных школах и отдельных научных дисциплинах [30].

Количественные изменения в науке — это постепенное накопление новых фактов, наблюдений, экспериментальных данных в рамках существующих научных концепций, приводящее к расширению и уточнению понятий, принципов, теорий. Качественные изменения приводят к так называемым научным революциям, причиной возникновения которых является невозможность с помощью известных теорий и законов объяснить новые научные факты.

Развитие наук характеризуется диалектическим взаимодействием двух процессов — дифференциацией (новые научные дисциплины) и интеграцией (объединением наук, как правило, в дисциплины, находящиеся на их стыке). Дифференциация является следствием увеличения и усложнения знаний, что всегда приводит к специализации и разделению труда. Интеграция возникает при необходимости решения проблем, которые слишком трудны для отдельных научных дисциплин (кибернетика, синергетика и др.) [40].

Взаимодействие наук — это обогащение научной дисциплины методами и приемами исследований других наук. Поэтому наиболее быстрый рост научных знаний и открытий происходит в процессе взаимопроникновения наук. Особую роль в развитии самых разных наук играет математика.

Сущность процесса математизации заключается в применении количественных понятий и формальных методов математики к содержанию частных наук. Одним из основных направлений матема-

тизации становится математическое моделирование, сущность которого состоит в замене объекта математической моделью. Здесь на первое место выступает компьютеризация как технология эффективного решения с помощью логических и вычислительных алгоритмов.

Для современной науки характерны процессы усложнения знаний. Все большее значение приобретают теоретические модели (абстрактные, знаковые, логико-математические). Диалектизация также является существенной закономерностью, связывающей научные знания с идеей развития, введения категории времени в большинство наук.

Ускоренное развитие науки (экспоненциальный закон развития) проявляется в увеличении количества научных работ и публикаций, росте числа научных работников, увеличении затрат на науку и доходов от внедрения ее разработок.

3.3. Специфика научного познания

Научное познание, также как и другие виды познания действительности, необходимо для регулирования человеческой деятельности. Структурные характеристики деятельности могут быть представлены в форме схемы (рис. 3.1).

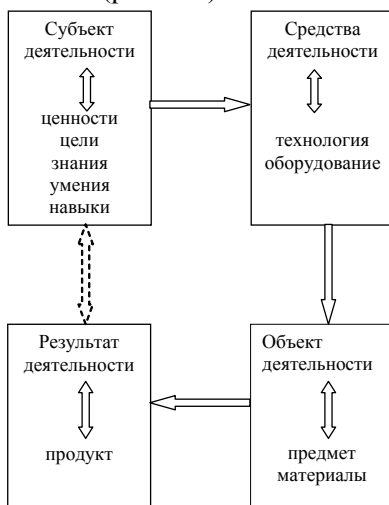


Рис. 3.1. Структурные характеристики деятельности

Любая деятельность регулируется с помощью определенных ценностей в соответствии с заданными целями. Цель деятельности может быть определена как идеальный образ продукта, а результат деятельности как опредмеченная цель или готовый продукт.

Конечная цель науки — предвидеть процесс преобразования предметов деятельности (объект) в соответствующие продукты. Основная задача науки — выявление законов, в соответствии с которыми изменяются и развиваются объекты. Естественные и технические науки занимаются изучением процессов преобразования природы. Общественные науки изучают изменение социальных объектов.

Ориентация науки на изучение объектов, которые могут быть включены в деятельность, и их исследование как подчиняющихся объективным законам функционирования и развития — главная особенность научного познания. Наука направлена на предметное и объективное исследование действительности. Однако наука не может заменить всех форм познания мира, всей культуры. Все, что не может охватить наука, связано с искусством, религией, философией. Цель науки заключается также в том, чтобы предвидеть изменения объектов, что также является особенностью научной деятельности.

Особенности научного познания, в отличие от обыденного (житейского), целесообразно классифицировать с учетом указанных выше характеристик деятельности. Условия проведения практически любого научного исследования связаны с рядом требований, выполнение которых в значительной степени обеспечивает успешность самого процесса познания. К таким требованиям следует отнести [35]:

- 1) специальный язык науки, четко фиксирующий понятия и определения;
- 2) специальная аппаратура, необходимая для изучения объектов деятельности;
- 3) системность и обоснованность научного знания;
- 4) наличие методологии исследования как основного средства по организации научного поиска;
- 5) восприятие истины как высшей ценности при проведении исследований и генерации новых знаний.

Исходя из сказанного, можно сформулировать основные признаки научного познания:

1) установка на исследование законов преобразования объектов и реализующая эту установку предметность и объективность научного знания;

2) выход науки за рамки предметных структур производства и обыденного опыта и изучение объектов независимо от сегодняшних возможностей.

3.4. Научные методы и функции философии в научном познании

Научные методы разрабатываются на основе теоретического знания. Эффективность методов зависит от содержательности, фундаментальности и степени разработанности теорий. В то же время сами методы используются для дальнейшего развития теоретических знаний. Таким образом, теории и методы не отделены друг от друга, они взаимосвязаны и в процессе деятельности теории трансформируются в методы, а методы обогащают и развивают теории. И все же теория и метод — нетождественные понятия. Основные различия между теорией и методом состоят в следующем [15]:

1) теория является результатом предыдущей деятельности, а метод — начало последующей деятельности;

2) основные функции теории — объяснение и прогнозирование, основные функции метода — регуляция и ориентация деятельности;

3) теория базируется на системе идеальных образов, отражающих закономерности поведения объекта; метод — это система правил, регулятивов, выступающих в роли инструмента дальнейшего познания;

4) теория разрабатывается для решения проблемы, связанной с изучаемым объектом, метод направлен на выявление способов и механизмов исследования объекта.

Теории и законы не являются методами изучения объекта. Для выполнения методологической функции они должны быть преобразованы из объяснительной формы в регулятивные принципы методов.

Нельзя рассматривать методы как застывший набор предписаний и правил. Метод как способ исследования не должен оставаться неизменным, а должен изменяться вместе с предметом деятельно-

сти в соответствии с его спецификой. Достоверность, истинность метода должны быть детерминированы содержанием предмета. Понимание данного положения особенно актуально в настоящее время при активном и быстротекущем изменении предметов исследования. Метод не является простой совокупностью приемов и правил, вырабатываемых независимо от материальной действительности и практики. Метод не является также способом априорного решения проблем. Истоки метода необходимо искать в реальной, материальной действительности. В современной литературе принято различать три основных аспекта метода:

а) объективно-содержательный — обусловленность метода предметом познания с помощью теории;

б) операциональный — зависимость метода от субъекта познания, от его способностей и уровня компетентности;

в) праксеологический — степень эффективности, конструктивности, надежности метода.

Существует несколько оснований для классификации научных методов. В зависимости от роли и места в процессе научного познания выделяют методы формальные и содержательные, эмпирические и теоретические, фундаментальные и прикладные. Кроме того, методы подразделяют на качественные и количественные, детерминистские и вероятностные, непосредственного и опосредованного познания. Принято различать следующие основные группы методов [27]:

1. Философские методы. К их числу относят: аналитический, интуитивный, феноменологический, герменевтический и др. С помощью философских методов задаются общие регулятивы исследований, их генеральная стратегия. Значительную роль в современном научном познании играет диалектико-материалистическая методология, а также принцип материалистического понимания истории. Сущность этого принципа, выраженная в краткой и весьма упрощенной формуле «Общественное бытие определяет общественное сознание», сводится к следующим положениям:

1) основа жизни общества — общественное бытие людей (материальное производство, экономика);

2) общественное сознание производно (опосредовано) общественным бытием;

3) общественное сознание имеет собственные законы развития и оказывает обратное воздействие на развитие общественного бытия;

4) развитие общества соотносимо с развитием общественно-экономических формаций;

5) история общества — это результат деятельности людей в различных формах (личности, организации, классов и др.).

2. Общенаучные подходы и методы играют роль «промежуточной методологии» между философией и теоретико-методологическими положениями специальных наук. В качестве примеров общенаучных понятий можно привести следующие: информация, модель, структура, функция, система, элемент, вероятность и др.

Характерными чертами общенаучных понятий являются, во-первых, сочетание в их содержании свойств и понятий философских категорий и частных наук, а, во-вторых, возможность формализации с помощью математических теорий.

На основе общенаучных понятий и концепций формулируются методы и принципы познания, обеспечивающие связь философии со специальными научными знаниями. Примером может служить такая общенаучная дисциплина, как синергетика — теория самоорганизации и развития открытых систем любой природы: естественных, социальных, когнитивных. В качестве основных понятий в синергетике используются: порядок, хаос, нелинейность, бифуркации и др. В то же время эти понятия тесно связаны с философскими категориями: бытие, развитие, время, случайность и др.

3. Частнонаучные методы — совокупность способов, принципов познания, исследовательских приемов, применяемых в науках, рассматривающих различные формы движения материи (механика, физика, химия, биология, социология).

4. Дисциплинарные методы — система приемов, применяемых в научных дисциплинах, входящих в определенную отрасль науки. Каждая фундаментальная наука представляет собой комплекс дисциплин, которые имеют свой предмет и свои методы исследования.

5. Методы междисциплинарных исследований — совокупность способов, возникших как результат сочетания различных уровней методологии, заимствованных или разработанных на базе нескольких научных дисциплин. Широко применяются при реализации комплексных научных программ.

В любой науке есть элементы всеобщего значения (законы, понятия, принципы). Поэтому в каждой науке присутствует философия, так как любое частное — это только одна из форм проявления всеобщего. Воздействие философских принципов на процесс научного исследования может быть лучше понято, если рассмотреть роль основных функций философии в научном познании. Ниже приводится их краткая характеристика [22].

1. Интегративная функция философии — системное обобщение и синтез разнообразных форм познания, практики, культуры, приводящее к получению нового, универсального знания.

2. Критическая функция философии, ориентированная на все сферы человеческой деятельности. Критический анализ — способ деятельности, основная задача которого состоит в целостной оценке явлений, выявлении противоречий, сильных и слабых сторон.

3. Онтологическая функция философии — разработка общей картины мира с помощью универсально-объективных характеристик; представление материальной действительности в единстве различных форм движения и фундаментальных законов. Понимание общего видения мира в прошлом и настоящем дает философии возможность выполнения прогностической функции, построения вариантов мира в будущем.

4. Гносеологическая функция философии — разработка ориентиров о сущности познавательного процесса, его формах, основаниях, условиях достоверности и др. В отличие от частных наук, философия в качестве непосредственного предмета изучения специально занимается закономерностями, формами и принципами познания в целом.

5. Методологическая функция философии. Изучая общие закономерности бытия и познания, философия разрабатывает самые общие методы исследований. Эти методы реализуются в виде всеобщих норм и требований, которые субъект познания может реализовать в своем конкретном исследовании.

6. Аксиологическая функция — создание мировоззренческих и смысловых ориентиров; разработка нравственных и эстетических критериев, с помощью которых формулируются общечеловеческие ценности.

7. Селективная, или отборочная, функция философии оказывает существенное влияние на научное познание в процессе построения фундаментальных теорий. Если имеются варианты решения научной проблемы, и возникает ситуация выбора, то исследователь реализует только такие, которые согласуются с его мировоззрением, т.е. с философско-методологическими ориентациями ученого.

8. Прогнозирующая функция философии — выработка идей и представлений для будущих эволюций познания. В качестве примеров успешной реализации этой функции можно привести идеи античной атомистики и диалектический метод.

9. Дополнительная или вспомогательная функция философии связана с использованием философско-методологических принципов в их единстве в качестве критериев истинности. Например, нарушение принципов диалектики (объективность, конкретность, историзм и др.) неизбежно приведет к искажению результатов конкретного научного исследования.

3.5. Философские основания науки

Философия обладает прогностическими возможностями по отношению к естественнонаучному поиску, заранее вырабатывая необходимые для него категориальные структуры. Генерация в системе философского познания новых категориальных моделей мира осуществляется за счет постоянного развития философских категорий. Можно выделить два главных источника, обеспечивающих это развитие [21]:

1. Рефлексия над различными феноменами культуры (материальной и духовной) и выявление реальных изменений, которые происходят в категориях культуры в ходе исторического развития общества.

2. Установление содержательно-логических связей между философскими категориями, их взаимодействие как элементов развивающейся системы, когда изменение одного элемента приводит к изменению другого.

Философское познание выступает как особое самосознание культуры, которое активно воздействует на ее развитие. Генерируя теоретическое ядро нового мировоззрения, философия тем самым вводит новые представления о желательном образе жизни, который предла-

гает человечеству. Обосновывая эти представления в качестве ценностей, она функционирует как идеология. Вместе с тем ее постоянная направленность на выработку новых категориальных смыслов, постановка и решение проблем, многие из которых на данном этапе социального развития оправданы преимущественно имманентным теоретическим развитием философии, сближают ее со способами научного мышления.

Одной из первых концепций философии в культурном пространстве человечества принято считать метафизическую, или трансцендентальную, концепцию. Основные положения данной концепции таковы [16]:

- 1) философия вырабатывает наиболее общие законы о человеке и процессе познания;
- 2) философия является наиболее объективной среди всей совокупности знаний;
- 3) философское знание носит всеобщий характер, в отличие от частных наук;
- 4) философское знание базируется на самопознании человека, источником частных наук является эмпирический опыт;
- 5) философия определяет истинное знание, в то время как частные науки ограничены опытом и индуктивным характером умозаключений.

Трансцендентальная концепция помогла развитию частных наук, сыграла положительную роль в становлении рационального мышления применительно к научным исследованиям. С помощью философии формировалось абстрактное, теоретическое мышление с переходом к идеям и гипотезам о структуре и эволюции мира. Использование философией вышеуказанных оснований вплоть до XIX века было связано со следующими моментами:

- 1) относительно небольшим объемом научных знаний;
- 2) значительной ролью религии в духовной жизни общества;
- 3) незначительной ролью частных наук в общей культуре общества.

Начиная со второй половины XIX века, научное знание начинает играть все большую роль в промышленном производстве, в становлении производительных сил, в организации системы обучения.

Начинается реорганизация самой науки, превращение ее в целостную систему знаний. Возникает новая реальность — классическая наука, осознающая себя независимой и от философии, и от религии. Как результат этого сложного и динамичного процесса в философии и науке формулируется позитивистская концепция. Ученые утверждают, что критерием истинности теоретических знаний должна стать степень их соответствия результатам экспериментов.

В дальнейшем возникла антиинтеракционистская концепция, сочетающая право самостоятельности философии и науки, отсутствие прямых взаимосвязей между ними. Сторонники данной концепции исходят из идеи разделения культуры на естественнонаучную и гуманитарную. При этом философию относят к гуманитарному направлению наряду с искусством, религией, моралью.

Суть диалектической концепции состоит в утверждении связей между философией и наукой, а также диалектически противоречивого единства между ними. Предметом философии является всеобщее. При этом философия стремится постичь всеобщее рационально-логическим, но не эмпирическим путем. Предметом частной науки является единичное, конкретное, постигаемое эмпирическим путем. Здесь и кроется диалектическое противоречие между философией и частными науками: они отрицают и дополняют друг друга в рамках целого — познания мира.

Философское знание не может в такой же степени удовлетворять критериям рациональности как и конкретно-научное знание. Универсализм и ценностно-мировоззренческая ориентация делают философию более умозрительной и рефлексивной и в то же время менее строгой и доказательной, чем познание в частных, конкретных науках.

Процесс научного познания носит творческий и социально обусловленный характер. Открытие законов и теорий всегда связано с выдвижением и обоснованием гипотез. Философские основания науки предполагают определенный фундамент, состоящий из гносеологических, онтологических, методологических, аксиологических образований, с помощью которых строятся конкретные научные модели. Философские основания науки, являющиеся средством связи философского и частного знания, различают следующим образом:

1) онтологические основания — общие взгляды о картине мира, общих законах;

2) гносеологические основания — положения о характере научного познания;

3) логические основания — правила абстрагирования, образования понятий и утверждений;

4) методологические основания — положения о методах получения знания, способах доказательства;

5) аксиологические основания — утверждения о практической и теоретической значимости науки в системе культуры, этических аспектах науки [26].

Влияние философии на теоретический и эмпирический уровни познания в науке проявляется по-разному. Эмпирическое познание определяется данными наблюдений или экспериментов, теоретическое познание определяется связью с философией. Особенно ярко проявляется эта связь в периоды научных революций. В эти трезки времени происходит смена научной картины мира, нередко сопровождающаяся сменой идеалов и норм научного исследования.

Кроме философских оснований науки, важнейшим звеном между философским и частнонаучным знанием являются философские проблемы науки. В качестве постановки философских проблем науки можно привести следующие примеры:

1) какова природа математического знания?

2) что такое вероятность?

3) в чем специфика гуманитарного познания?

Классификация проблем науки затруднена из-за многообразия философских проблем. Общими подходами к такого рода классификации могут служить:

1) различия содержания философской части проблемы (онтологическая, гносеологическая и т.д.);

2) различия научной части проблемы (философские проблемы физики, химии, социологии и т.д.);

3) цели и направленность исследования (от философии к науке или от науки к философии).

Важнейшим элементом связи между философией и наукой является собственно философия науки, осуществляющая рефлексию над

научной. Предметом этой рефлексии является философская интерпретация структуры, развития и содержания науки в целом и ее отдельных дисциплин. Можно выделить три уровня философии науки:

- 1) общая философия науки;
- 2) философия областей (видов) научного знания: естествознание, гуманитарные науки, математика;
- 3) философия отдельных научных дисциплин: механика, астрономия, психология и т.д.

Наиболее важными проблемами, рассматриваемыми философией науки, являются:

- 1) механизм взаимосвязи философии и науки;
- 2) критерии научности знания;
- 3) структура науки;
- 4) методы научного познания;
- 5) закономерности развития науки.

К основным разделам философии науки относятся: онтология и гносеология науки, логика и методология науки, аксиология и социология науки.

3.6. Философия и наука: общее и различное

Общее и различное между философией и наукой обусловлено сложным историческим процессом эволюции взаимосвязей между философией как метанаукой и конкретными предметными знаниями, составляющими содержание отдельно взятой научной дисциплины или научного направления. Конкретные (частные) науки ориентированы на процесс познания определенных сторон объекта или явления и не выходят на уровень общих закономерностей. Другими словами, каждая наука имеет свой предмет исследования по отношению к объекту (естественные, технические, экономические, социальные, гуманитарные аспекты). Поэтому первое различие между философией и отдельной наукой связано с тем, что основной целью предметной науки является стремление к познанию истины в рамках данного предмета; философия же стремится к выявлению универсальных положений, выходящих на уровень метафизических законов.

Второе отличие между наукой и философией связано с методологией поиска истинного знания. Предметная наука, как правило, ищет ответы на следующие вопросы: где, почему и как возник объект? Философия базируется прежде всего на ценностном подходе к анализу изучаемых объектов и, в свою очередь, задается вопросами: с какой целью и для чего возник объект? Учитывая сказанное, можно утверждать, что философия ориентирована на создание целостной картины мира; наука же в ее традиционном понимании устраняется от ценностных установок, являющихся, по сути дела, единственным фундаментом для объективного познания действительности. Данное различие служит источником взаимного обогащения науки и философии, способствует их взаимопроникновению, помогает использовать в предметном научном знании универсальные философские концепции. Философия получает возможность использования не только теоретических, но и экспериментальных научных данных. В этом процессе она становится наукой с использованием традиционных научных критериев. К основным критериям научности можно отнести следующие [38]:

1) объективность. Принцип объективности предполагает отвлечение от интересов индивида; объекты и отношения между ними должны быть познаны без привнесения субъективных знаний;

2) доказательность. Принцип доказательности предполагает необходимость рационального обоснования любого научного положения;

3) системность. Принцип системности предполагает упорядоченность знаний на основе теоретических понятий и конкретных теорий;

4) проверяемость. Принцип проверяемости (верифицируемости) предполагает возможность доказательства научных положений с помощью логики, наблюдения, эксперимента.

Наиболее существенным является критерий объективности. Научное знание, безусловно, стремится к максимально объективному описанию изучаемого объекта. Однако следует отметить, что даже в рамках одной конкретной науки этот критерий может иметь различную интерпретацию. Особенно наглядно проявляется подтверждение данному тезису в прикладных науках (различные теории происхождения Земли, теории склеивания т.п.). Философия, дабы удов-

летворить принципу объективности, неизбежно должна придать высокую степень универсальности любому своему утверждению. Сложность и противоречивость такой ситуации не позволяет философам говорить о полном использовании принципа, но в то же время дает возможность воспользоваться им для развития и критической оценки философской мысли.

И наука, и философия связаны с теоретическим и рациональным способом постижения бытия. Как наука, так и философия базируются на системе доказательств выдвигаемых положений. Одним из основных критериев для научного знания является проверяемость (верификация). Следует отметить, что в философии нет и вряд ли может быть однозначное толкование данного критерия.

Все отмеченные критерии научности применимы также к содержанию философского знания, особенно к онтологии (философии природы), гносеологии (эпистемологии) и методологии научного познания, что можно обнаружить фактически во всех философских системах, имеющих соответствующую проблематику (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Философия и наука: общее и различное [5]

Общее или различное	Философия	Наука
Различное	Универсальные положения. Целостная картина мира. Ценностный подход. Сочетание рационального и иррационального	Предметное знание. Модели отдельных свойств объекта. Исследование конкретного объекта. Только рациональное знание. Экспериментальные исследования
Общее и взаимобусловленное	Использование научных знаний. Использование и анализ принципа объективности. Использование теоретических научных знаний	Использование философских моделей мира. Принцип объективности на уровне ограниченного предметного знания. Теоретическое знание

3.7. Методология науки и структура научного знания

Методология науки является составной частью гносеологии. С одной стороны, методология рассматривается как учение о методах познания в целом. С другой — методология выступает как совокупность методов в какой-либо конкретной области научного познания (например, методология психологии и т.п.).

В качестве критериев научности знания могут быть приняты следующие: истинность, интерсубъективность, системность [18].

Под истинностью знания понимается его соответствие познаваемому предмету. Истинность может быть свойственна не только научному, но и обыденному, житейскому знанию. В гносеологии под истиной подразумевается соответствие знания действительности и достоверность его содержания. Под знанием понимается форма выражения, признания истины. Форма признания истины может иметь самый разнообразный характер: мнение, вера, обыденное знание, научное знание.

Для научного знания обязательным является наличие оснований, с помощью которых утверждается истина (доказательства теоремы, логические выводы, результаты эксперимента). Принцип достаточного основания (закон достаточного основания) является базовым для любого научного направления: всякая мысль должна быть обоснована мыслями, истинность которых доказана.

Интерсубъективность выражает свойство всеобщности научного знания. Истины научного знания должны быть универсальными, в отличие от истины веры или истины обыденного знания, которые могут носить индивидуальный характер. Критерий интерсубъективности дополняется требованием воспроизводимости, инвариантности научного знания: любой исследователь должен получить одни и те же результаты, при одинаковых условиях изучения одного и того же объекта.

Системность по отношению к научному знанию характеризуется строгой индуктивно-дедуктивной структурой, рассуждениями, построенными на основе имеющихся экспериментальных данных.

Каждый из вышеуказанных критериев необходим, но недостаточен для утверждения о том, что имеющееся знание является подлинно научным. Только одновременная реализация всех критериев определяет достоверность научного знания.

В структуре научного знания можно выделить признаки, характерные для каждой научной отрасли:

1) каждая отрасль науки относится к определенной совокупности объектов познания;

2) предметом данной отрасли являются отношения, взаимодействия и преобразования, присущие определенной совокупности объектов;

3) в предмете отрасли выделяется важный для данных специалистов круг проблем (проблематика); при этом существуют ключевые проблемы, идентичные для всех стадий развития данной отрасли науки;

4) в каждой отрасли науки приняты свои методы исследования, ориентированные на соответствующие критерии истины, предмет и объект познания;

5) существуют специальные (для данной отрасли) теоретические и эмпирические знания, полученные в результате наблюдений;

6) имеется специфичный, характерный для данной отрасли науки язык, включающий понятия и термины, наиболее подходящие для формулирования задач в данной области профессиональной деятельности.

Научные знания могут быть классифицированы по различным основаниям [33]:

1) по группам предметных областей: математические, естественные, гуманитарные, технические;

2) по способу отражения сущности знания: описательные (феноменалистские) и объяснительные (эссенциалистские). Примерами феноменалистских знаний являются разделы биологии, психологии, педагогики и т.п. Эссенциалистские знания базируются на количественном анализе (почти все разделы технических знаний, некоторые разделы социологии и др.);

3) по функциональному назначению научные знания можно разделить на фундаментальные и прикладные;

4) по формам мышления — на эмпирические и теоретические.

Эмпирическое знание — это установленные факты науки и сформулированные на их основе обобщения эмпирические закономерности и законы. Эмпирическое исследование направлено на объект и базируется на данных эксперимента.

Теоретическое знание — это общие для данной науки закономерности, позволяющие не только объяснить научные факты, но и прогнозировать поведение изучаемых объектов.

На эмпирической стадии развития науки основными средствами формирования научного знания являются эмпирические исследования и их логическое обобщение в форме эмпирических закономерностей, законов, принципов, классификаций. Следующий этап связан с моделированием поведения объекта и переходом к формированию целостных теоретических систем. При этом возникают теоретические модели объяснения реальности.

Формами организации научного знания являются [15]:

1) научные факты (события, результаты, зафиксированные определенным образом);

2) положения (четко сформулированная мысль, научное утверждение);

3) понятия (мысль, отражающая общие и специфические признаки, свойства объекта);

4) категория (понятие, в котором отражены наиболее общие свойства объектов. Например, философские категории «пространство», «время» и др.);

5) принцип (может рассматриваться двояко. Во-первых, как центральное понятие, представляющее собой распространение какого-либо положения на все процессы в данной предметной области, во-вторых, как норматив какой-либо деятельности);

6) закон (существенное, устойчиво повторяющееся отношение между явлениями);

7) теория (высшая форма организации научного знания, дающая целостное представление о существенных связях в изучаемом объекте);

8) метатеория (теория, анализирующая методы и способы построения научных теорий в определенной отрасли научного знания);

9) парадигма (концепции или теории, лежащие в основе постановки проблем и принятые в качестве образцов решения научно-исследовательских задач);

10) проблема (знание или понимание того, что науке на данный момент не известно, но необходимо для развития науки или практики);

11) гипотеза (предполагаемое знание. В случае доказательства истинности гипотезы возникает новая теория, закон, принцип; в случае неподтверждения — гипотеза считается неверной).

3.8. Принципы, методы и средства научного познания

В науке приняты три основных принципа познания: детерминизма, соответствия и дополнительности [5].

Общенаучный принцип детерминизма основывается на форме причинности любого события: одно явление или процесс при определенных условиях порождает другое явление или процесс. В современной науке широко используются теория вероятностей и математическая статистика не только в естественнонаучных и технических направлениях исследований, но и в гуманитарных науках.

Принцип соответствия связан прежде всего с пониманием того, что с появлением новых, более общих теорий, теории, справедливость которых экспериментально установлена для определенных явлений, не должны исключаться как ложные, но сохраняют свое значение как частный случай более общей новой теории. Кроме того, принцип соответствия означает и преемственность теорий, т.е. необходимость соотнесения новых теоретических построений с уже разработанными в науке.

Принцип дополнительности направлен на учет субъективной деятельности исследователя. Взаимодействие объекта исследования с субъектом (исследователем), в том числе с помощью приборов и инструментов, приводит к различной проявляемости свойств объекта в зависимости от типа взаимодействия с познающим субъектом (различные методики и приборная база). Поэтому правомерно говорить о различных научных описаниях объекта, использовании различных теорий, описывающих один и тот же объект.

В табл. 3.2 показаны различия в характеристиках классической и современной науки с учетом применения вышеуказанных принципов.

Таблица 3.2

Сравнительные характеристики классической и современной науки [27]

Признаки сравнения	Периоды развития науки	
	Классический	Современный
Объект	Процесс выделяется без учета условий его изучения	Учет условий наблюдения или эксперимента
Метод познания	Фиксация непосредственно-очевидного соответствия знания и действительности	Использование в исследовании взаимоисключающих понятий (принцип дополнительности)
Эмпирические данные	Знание — прямое обобщение опыта. Эмпирическая методология	Построение концептуальных схем, направленных на понимание опытных данных
Истина	Знание, адекватное реальности	Поливариантность видения одного объекта (системы)
Научность	Наличие неопределенности — недостаточная обоснованность знания	Абсолютная точность недостижима

Методы познания определяются как способы построения и обоснования систем научного познания, а также как совокупность приемов получения нового научного знания. Общефилософским методом познания является диалектика — логика творческого мышления, отражающая диалектику действительности. Основой диалектики как метода научного познания является восхождение от абстрактного к конкретному. В диалектике проблемы получают исторический характер, исследование развития познания является основой познания. Диалектика ориентируется в познании на раскрытие противоречий и поиск способов их разрешения.

Основное содержание методов научного познания составляют научные теории, проверенные практикой. При этом особое значение придается анализу системы знаний, так как любая научная система знаний обладает определенной самостоятельностью по отношению

к конкретной предметной области. Анализ научной системы знаний играет существенную роль в эмпирических и теоретических исследовательских задачах: при выборе базовой теории, формулировании гипотез, обосновании применения того или иного математического аппарата, при упрощении системы знаний для обучения, для согласования с другими системами знаний и т.д.

В качестве методов научного познания используются методологические подходы к исследованию. Подход может рассматриваться как исходный принцип, основное положение (системный, функциональный, личностный, деятельностный, антропологический и другие подходы). В то же время методологический подход выступает как направление изучения предмета исследования (качественный, количественный, логический, исторический и др. подходы). В этом случае используются категории диалектики: содержание и форма, качество и количество, историческое и логическое и др.

К теоретическим методам исследования относятся: теоретический анализ и синтез, абстрагирование и конкретизация, аналогия, моделирование. Эмпирические методы исследования включают: анализ литературных источников, наблюдение, тестирование, эксперимент, методы экспертных оценок и др. С определенной долей условности уровни значимости исследований можно подразделить на [29]:

- 1) общетраслевые;
- 2) дисциплинарные;
- 3) общепроблемные;
- 4) частнопроблемные.

Любые средства познания конструируются, разрабатываются и обосновываются для конкретных познавательных целей. Средства познания различаются по следующим группам: материальные, математические, логические, языковые. К материальным средствам познания относятся приборы и инструменты для научных исследований. В истории науки появление материальных средств связано с формированием эмпирических методов исследования — наблюдение, измерение, эксперимент. Эти средства непосредственно направлены на изучаемые объекты, им принадлежит главная роль в эмпирической проверке гипотез и других результатов научных исследований, в открытии новых фактов. Использование материальных

средств познания оказывает существенное влияние на формирование понятийного аппарата науки, на способы описания и идеализации изучаемых объектов.

В математике, науке о количественных отношениях и пространственных формах, абстрагированных от конкретного содержания, разработаны конкретные средства отвлечения формы от содержания и сформулированы правила рассмотрения формы как самостоятельного объекта в виде чисел, что позволяет выявить связи между объектами, от которых абстрагирована форма. Под влиянием математических средств познания существенно меняется теоретический аппарат описательных наук. Математические средства позволяют систематизировать эмпирические данные, выявлять и формулировать количественные закономерности. Математические средства используются также как особые формы идеализации и аналогии — математическое моделирование.

Использование логических средств познания в процессе построения рассуждений и доказательств позволяет исследователю отделять контролируемые аргументы от интуитивно или некритически принимаемых, ложные от истинных. Практически в любом научном исследовании ученому приходится использовать логические средства для ответа на следующие вопросы [9]:

- 1) каким логическим требованиям должны удовлетворять описания эмпирически наблюдаемых характеристик?
- 2) как логически анализировать исходные системы научных знаний, как согласовывать одну систему знаний с другой?
- 3) как строить научную теорию, позволяющую дать научные объяснения или прогноз?

Языковые средства познания связаны с правилами построения понятий. В любом научном исследовании приходится уточнять введенные понятия, употреблять или вводить новые. Правила использования языка, при помощи которого исследователь строит свои рассуждения и доказательства, формулирует гипотезы и делает выводы, являются базовым пунктом познавательных действий. В большинстве исследований существенную роль играет соотнесение данного предметного языка, описывающего конкретную область исследования, со специфическими языками смежных наук, а также сопос-

тавление понятийного аппарата с соответствующими понятиями в иностранных языках.

3.9. Техническая деятельность и технические науки

Термин «техника» (techne) возник в Древней Греции и обозначал умение, мастерство, искусство в любой сфере человеческой деятельности направленной на то, что не способна произвести природа. В настоящее время понятие «техника» имеет следующие толкования:

1) совокупность технических устройств — от простейших орудий труда до сложнейших технических систем;

2) совокупность различных видов деятельности по созданию технических устройств. К таким видам деятельности прежде всего относят: научно-техническое исследование, проектирование, изготовление, обслуживание в процессе эксплуатации.

Характерной особенностью современных технических наук является целенаправленное применение научных знаний в технической практике; техника становится все более наукоемкой. Основное назначение техники — избавление человека от выполнения физически тяжелой или рутинной работы, чтобы предоставить ему больше времени для творческих занятий, облегчить его повседневную жизнь. Различные технические устройства позволяют значительно повысить эффективность и производительность труда, более рационально использовать природные ресурсы, а также снизить вероятность ошибки человека при выполнении каких-либо сложных операций. К основным задачам техники относят:

- 1) создание материальных и культурных ценностей;
- 2) производство, преобразование и передачу различных видов энергии;
- 3) сбор, обработку и передачу информации;
- 4) создание и использование различных средств передвижения [2].

Техника классифицируется по областям применения, например: промышленная техника, транспорт, бытовая техника, вычислительная техника и т.д. Технику также можно разделить на производственную (например, станки, инструменты, средства измерения и т.д.) и непроизводственную (бытовая техника, легковой транспорт, техника для досуга). Отдельным классом также стоит военная техни-

ка, в которую входят все технические устройства и машины, предназначенные для поддержания обороноспособности и ведения боевых действий на суше, море, в воздухе и в космосе.

Основа технического прогресса — повышение основных показателей всех видов техники. Такой процесс называется модернизацией. К основным показателям техники относят [3]:

1) производительность — количество продукции (информации и т.д.), изготавливаемой, обрабатываемой, перевозимой в единицу времени;

2) надежность — способность технического устройства без отказов выполнять свои функции на надлежащем уровне качества или отвечать поставленным требованиям в течение заданного промежутка времени;

3) экономичность — количество материальных ресурсов, времени, энергии, затрачиваемых на производство единицы продукции, перемещение единицы груза и др.

В последние годы много внимания стало уделяться таким показателям, как экологичность, эргономика, эстетика технических устройств. В настоящее время совершенствование во многих промышленных областях идет исключительно по этим направлениям. Причем, если улучшение удобства использования и внешнего вида устройств происходит в соответствии с запросами потребителей, то экологические параметры регулируются законодательно.

До конца XVIII века развитие техники происходило в основном на основе опыта (эмпирическим путем). В настоящее время развитие техники напрямую связано с новыми научными знаниями и исследованиями, является следствием фундаментальных научных открытий. Непременным условием создания таких устройств, как ядерный реактор или компьютер, является глубокое понимание процессов, лежащих в основе их работы. С другой стороны, научные исследования невозможны без современной техники высочайшего уровня. За последние столетия техника оказала решающее воздействие на социально-экономический строй человеческого общества. Именно машинное производство вызвало переход от феодального общества к капитализму, а развитие бытовой и потребительской техники создало современную западную цивилизацию [41].

Специфика технических наук может быть понята при изучении технических наук в единстве их методологического и социального аспектов. Это единство обнаруживает себя через особенности строения, функционирования и развития технических наук. Социальный аспект в содержании технических наук выражается в социальной обусловленности их задач и социальной природе объектов исследования. Техническое знание — это знание об искусственных объектах, т.е. об объектах, создаваемых людьми для достижения ими же поставленных целей [37].

Целевая направленность технических объектов определяет их строение, свойства и особенности функционирования. Поскольку в техническом знании должны быть объяснены и обоснованы характеристики исследуемых объектов, то технические науки естественным образом должны включать описание социальных функций в содержание технического знания. Содержание технического знания обусловлено уровнем развития социальной практики более чем содержание естественных наук. Поэтому изменение содержания в технических науках происходит интенсивнее, чем в естественных.

Еще одной особенностью технического знания является то, что оно направлено на проектирование как технических, так и социальных систем. Технические науки следует рассматривать как особую форму знания, возникающую на границе проектирования и исследования и интегрирующую в себе элементы и того и другого. Такой подход должен быть основополагающим при рассмотрении содержания, истории и логики развития технического знания.

Социальные характеристики технических наук влияют на их методологическое содержание. В частности, характер исследований в технических науках отличается от исследований в естественных науках, и сами технические науки не должны строиться как подобие естественных наук. Гносеологическая функция в технических науках соединена с их продуцирующей функцией, с обслуживанием проектирования и эксплуатации технических объектов. Деятельность по получению и применению знания в технических науках неотделима от самого технического знания. Следовательно, технические науки можно рассматривать как сложный социальный организм (социотехнические системы), включающий и научно-техническую деятельность, и научно-техническое знание.

Научно-техническое знание не возникает как самоцель. Оно одновременно является средством преобразования предметной среды и производственной деятельности. В этом смысле техника, как и наука, представляет собой средства регуляции социальных процессов. Основной особенностью науки является научное знание. В техническом знании прежде всего отражены социально-технические особенности объектов. Кроме того, техническое знание определяет структурно-функциональные характеристики объектов.

Выявление особенностей науки достигается раскрытием специфики создаваемого ею продукта — научного знания. В отличие от науки, у техники своя, особенная специфика деятельности. Поэтому необходимо рассмотреть характеристику технического знания и методологические особенности технических наук [3].

Объектом технических наук является прежде всего сама техника, понимаемая как материальные предметы и комплексы предметов. Кроме того, технические науки занимаются изучением технологических процессов и материалов. Эти структурные элементы и являются объектами конкретных областей технического знания. Каждая из указанных групп представляет собой комплекс объектов, отличающихся друг от друга функциональными и структурными характеристиками. В практике патентного дела эти группы принято называть «устройства», «способы» и «вещества». В познавательной деятельности они могут рассматриваться независимо друг от друга, но в практической деятельности они всегда определенным образом связаны друг с другом, образуя цельную, объектную структуру практики. Более того, указанные объекты имеют двойственную природу. Технические объекты представляют собой синтез естественного и искусственного. Искусственность технических объектов выражается в том, что они являются продуктами созидательной человеческой деятельности, приспособлены к целям деятельности и выполняют определенные, заранее заданные функции. Для осуществления своих целей человек преобразовывает естественную среду, создает нужные нормы и свойства предметов, соответствующие определенным функциям. Границы искусственного во многом определяются возможностями естественного, т.е. свойствами природных веществ.

Исходя из двойственности технического объекта, можно выделить два типа его характеристик: во-первых, любой технический объект может рассматриваться как частный случай проявления законов природы, устанавливаемых естественными науками; во-вторых, технический объект имеет специфические характеристики, присущие ему как средству целесообразной деятельности. Эти характеристики отражают возможности его функционирования и могут быть названы техническими в отличие от естественных свойств. Поэтому знание только естественных наук недостаточно для полного понимания технических объектов; необходимо также знание социальной природы технических объектов, так как характер деятельности людей, их цели и средства определяются уровнем социального развития общества.

Технические характеристики могут рассматриваться в чисто техническом или технологическом смысле: коэффициент полезного действия, мощность, скорость и т.п. Такие характеристики выражают социальную природу технических объектов опосредовано через уровень развития предметной практики и технологии. Однако, так как технический объект включен по необходимости в социальную среду, то ему присущи не только технические, но и целый ряд иных характеристик: экономические, эргономические, эстетические, экологические, психофизиологические. Их можно обозначить как социотехнические.

Технические характеристики объекта выступают как проявление его механических, физических, химических и других свойств, полученных из естественного с целью создания искусственного. Технические науки и призваны изучать этот процесс превращения; научно-техническое знание должно объединить инженерно-практический опыт и естественнонаучные исследования [35].

Представление об естественных и технических характеристиках не исчерпывает предмета технических наук. Традиционной задачей технических наук следует считать объяснение связей между особенностями функционирования и структурой объекта. Именно здесь возникает теоретическая база научно-технического знания.

Для простых орудий труда связь между структурой (строением, конструкцией) и функциями обнаружить достаточно просто. Действие

простых инструментов (нож, сверло и т.п.) зависит прежде всего от формы и свойств материала. По мере развития и усложнения технических объектов развиваются и усложняются вышеуказанные связи, приводя к необходимости введения структурно-функционального анализа искусственной среды. Естествознание открывает, изучает и объясняет то, что можно использовать для практической деятельности; технические науки изучают и объясняют, как именно эти научные знания могут быть использованы в реальном производственном процессе. В этом смысле техническое знание следует за естественнонаучным.

Производственная направленность технических наук, их ориентация на проектирование и конструирование определяют особенности исследовательской деятельности в этой сфере [12]:

1. Техническое знание должно обеспечить учет группы социотехнических показателей, показать пути и средства для их достижения.

2. Технические науки, с одной стороны, обобщают научные знания в различных областях деятельности, с другой — вынуждены предельно конкретизировать их для выполнения частных, специальных задач той или иной отрасли.

3. Практически любая техническая задача требует оптимизации целого ряда параметров, определяющих успешное функционирование технического объекта.

4. Ориентация на практику требует точного, достоверного знания и соответствующих количественных расчетов любого проекта. В то же время эти расчеты должны быть достаточно простыми для обеспечения надежных и быстрых решений.

3.10. Философские проблемы техники

Философия техники исследует феномен техники в целом, причем не только ее внутреннее развитие (история техники), но и место техники в общественном развитии. Техника имеет (в отличие от технологии и технических наук) свой собственный объект и предмет исследования. Объектом философии техники является не только сама техника, но и техническая деятельность, и техническое знание, рассматриваемые как часть общей культуры человечества. Предметом философии техники является развитие общественного техниче-

ского сознания, рассматриваемого как процесс рефлексии по отношению к объекту философии техники. Основная задача философии техники — анализ технического восприятия мира или исследование технического отношения человека к окружающей действительности [34, 35].

Несмотря на тесную связь науки и техники, а соответственно, и философии науки и философии техники, их связи и соотношения между собой претерпели значительные изменения в историческом процессе развития человечества. Для начального периода развития характерен синкретизм знания, неразделенность науки и техники. Техника была традиционной, местной и религиозной, или культовой. Античная наука была близка к философии в своем стремлении достичь комплексного понимания происходящих явлений. Следует признать тот факт, что техника (ремесло) имеет более древнюю историю, чем наука (естествознание). Только в эпоху Возрождения (Ренессанса) в науке начинает использоваться технический эксперимент, возникают основы теоретических знаний с опорой на практику. В обществе появляются новые профессии: ученый и инженер. Становится очевидной потребность в подготовке профессиональных кадров.

В XX веке происходят фундаментальные преобразования, связанные прежде всего с экологическими, технологическими и гуманистическими проблемами, возникшими как в научной, так и в технической деятельности. Философия науки разрабатывает средства методологического анализа; философия техники помогает развитию технических наук. По мере разработки и внедрения сложных систем возрастает роль философии техники, так как системный подход требует нового уровня методологии проектирования и исследования. Возникают новые социальные институты, связанные с массовым внедрением научных исследований в инженерную практику. Научное и техническое знания становятся системообразующими факторами, определяющими уровень и характер не только научно-технического, но и социального прогресса [24, 25, 26].

Философия техники ориентирована на проблемы сущности и смысла техники. Техника всегда была направлена на совершенствование и усиление органов чувств человека, а также на максимальное раскрытие интеллектуального потенциала людей. В современном мире

на первый план выходит не столько само производство вещей (техническая деятельность), сколько способы и методы производства (технологический аспект). Поэтому, вероятно, более точным было бы употреблять термин «философия технологии» или «философия практической деятельности», однако, учитывая сложившуюся исторически традицию, будем использовать понятие «философия техники», не забывая о внутренней реконструкции этого понятия произошедшей за последнее столетие.

Учитывая сказанное и понимая технику как деятельность, можно говорить о саморефлексии, а именно, об оценке истории техники, перспектив развития (прогнозирование), анализе последствий. Именно такой подход лежит в основе философии техники и требует учета технологических, естественнонаучных, социальных, экономических и экологических критериев для разработки оптимальных стратегий развития общества на научной и технической базе.

В истории человечества действовали и продолжают действовать два подхода к освоению окружающего мира. Первый путь основан на попытке приспособления человека к природе, создании гармонии с окружающей средой, поддержании равновесия между социумом и природой, органическом соединении естественного и искусственного миров. В этом случае по необходимости возникает объективная потребность в гармоничном сочетании в процессе деятельности основополагающих категорий науки, техники, искусства и религии. Второй путь основан на подчинении природы потребностям человека. Природа рассматривается как мастерская для преобразования мира, обладающая определенным ресурсом. В этом случае человечество присваивает себе роль земного бога, смыслом существования которого является удовлетворение собственных потребностей за счет максимального использования природных ресурсов. В итоге техника становится доминирующим фактором развития самого человека, что неизбежно приводит к потере духовного начала [19, 22, 23].

Философия техники выделяет несколько обобщенных уровней технологического развития техники: специальные технологии, общие технологии, технические науки, системотехника. Первый уровень связан с ремесленными, кустарными технологиями. К ним можно отнести разного рода рецептурные справочники и учебники, специа-

лизированные по узким направлениям (училища, в том числе ремесленные). Второй уровень выводит технические знания на обобщение различных областей техники, к попытке выхода на уровень систематизации знаний о различных ремеслах. Третий уровень — уровень теоретических знаний. Техника становится научной, возникают научные технические дисциплины с соответствующей учебно-методической базой. Четвертый уровень можно рассматривать как попытку комплексного, системного подхода. При этом предполагается интегрированное проектирование сложных систем с одновременной разработкой системы управления.

В трудах отечественных и зарубежных ученых просматривается ряд подходов к анализу процесса взаимопроникновения науки и техники: линейная модель, автономная модель, эволюционная модель, функциональная модель, научно-техническая модель.

Линейная модель характерна для прямолинейного, упрощенного взгляда на взаимоотношения между наукой и техникой. Наука связывается только с производством знаний, техника — с их применением; наука и техника выступают как различные социальные институты со своими целями и задачами. Автономная модель также рассматривает науку и технику как независимых друг от друга, но все же имеющих определенную степень скоординированности; научное знание рассматривается как теоретическое, техническое — как эмпирическое. Эволюционная модель предполагает три области деятельности: научная, техническая, производственная. В каждой из этих областей существуют свои инновационные процессы, определяющие пути эволюции. Функциональная модель связывает научное исследование с разработкой приборов и инструментов и с попыткой создать теоретическое обоснование их функционирования, являющееся новым научным направлением, ориентированным на будущие достижения не только в научной, но и в технической деятельности. Научно-техническая модель предполагает в качестве основного источника развития достижения науки, являющиеся основой для разработки новых технологий [12, 16].

Техническое знание непосредственно связано с естествознанием. Однако его нельзя рассматривать только как прикладное, у технического знания есть своя специфика.

Инженерная деятельность должна использовать как знания об естественных, так и об искусственных системах. Именно поэтому инженеру так необходимы знания в области естественных и технических наук. Сочетание в инженерной деятельности знаний о естественном (естествознание) и искусственном мире дает возможность создания реальных технических систем. Техник, выполняющий практические задачи, может обойтись без научных знаний; выполнение же инженерных задач без научной базы невозможно.

3.11. Взаимосвязь технических, естественнонаучных и гуманитарных знаний

Технические знания соединяют функциональное и структурное описание объектов. На эмпирическом уровне развития знаний такое соединение часто выступает как простое описание функций и структуры, соответствующее данному объекту. Для теоретического уровня такого описания недостаточно. Необходимо провести анализ процессов, происходящих в техническом объекте.

Научно-техническое знание объекта должно быть связано с тремя понятиями: структура, функция, технология (способ, прием, метод, процесс). Соответственно этим понятиям можно выделить три группы показателей, с помощью которых уточняются взаимосвязи между указанными понятиями (рис. 3.2).

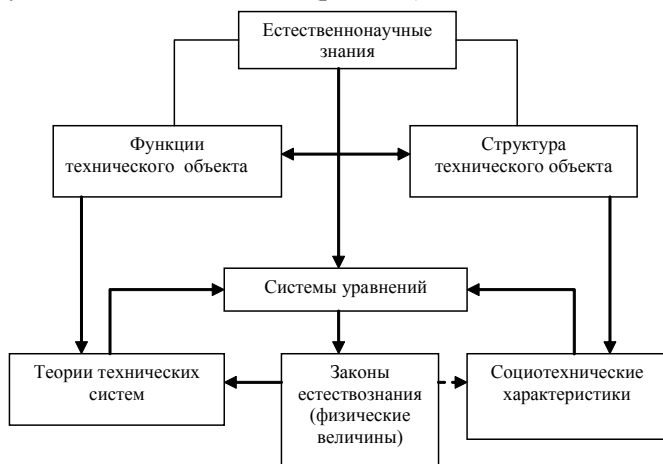


Рис. 3.2. Описание технического объекта как социотехнической системы [5]

Первая группа показателей относится к естественнонаучному знанию. При этом может быть выделена совокупность естественных характеристик: $E_1, E_2, \dots, E_n$. Тогда математическое описание идеальной модели процесса будет представлено уравнениями, связывающими эти показатели. Данные уравнения характеризуют процесс (технологию), но не структуру объекта. Особенности технического объекта как средства деятельности не раскрываются с помощью естественнонаучного описания.

Вторая группа показателей отражает функционально-техническое знание об объекте. Реализация функций осуществляется как воздействием на другие объекты, так и воздействием на сам объект. Такие действия оцениваются с помощью конкретных величин, имеющих определенную размерность и физический смысл (скорость, мощность, точность и т.д.). Общим признаком, объединяющим совокупность величин, взятых из естествознания или техники и отличающих их как целостную совокупность параметров, является то, что они даны как характеристики функционирования технического объекта, ориентированного на целесообразную деятельность.

Технические объекты связаны также с той социальной средой, в которой осуществляется их реализация. В процессе инженерного проектирования приходится учитывать экономические, эстетические, психологические, экологические факторы. Поэтому функционально-техническое описание фактически является социотехническим. Не все социотехнические показатели напрямую связаны со структурными характеристиками объекта. Непосредственную связь можно видеть только у технических и технологических показателей; показатели другого типа связаны со структурой опосредованно. Например, при строительстве дорог необходимо учитывать поливариантную оценку данного объекта. Кроме «прямых» характеристик — ширина, прочность и др., — любая дорога существенно меняет не только чисто экономические, но и социальные и экологические характеристики в данном регионе [5, 36].

Важно, чтобы комплекс социальных характеристик был объективно учтен еще на стадии проектирования объекта. На практике удобно разделить всю совокупность показателей на две части: технико-технологические и социально-экономические. Тогда функционирование

технического объекта может быть представлено уравнениями, связывающими социотехнические характеристики: $CT_1, CT_2 \dots CT_n$.

Третья группа показателей, входящая в техническую теорию, связана со структурой объекта и является отражением его конструктивных характеристик: $K_1, K_2, \dots K_n$. В теории объект должен получить образ идеальной модели с точными количественными характеристиками, определенными с помощью структурно-функционального анализа. Группа уравнений, связывающая естественнонаучные и структурные величины, может быть представлена уравнением:

$$V_s(E, K) = 0, \text{ где } s = 1 \dots m.$$

Следующим этапом получения теоретических знаний о техническом объекте является установление взаимосвязей между естественнонаучным знанием и функциями объекта. Необходимо разработать систему уравнений, в которые входили бы как физические, так и технические величины:

$$W_f(T, E) = 0, \text{ где } f = 1 \dots n.$$

Добиться учета взаимосвязей между физическими величинами, принятыми для описания естественнонаучных процессов, можно путем включения технических показателей в соответствующие уравнения. Возможность такого включения обусловлена тем, что технические показатели обладают физическим смыслом и в этом отношении аналогичны величинам, принятым при описании естественнонаучных процессов. Может быть так, что физическая величина и технический показатель напрямую совпадают друг с другом. И все же технические показатели (характеристики, параметры) не являются непосредственным результатом, вытекающим из известных в естествознании законов природы. Связь между ними и законами физики (химии, биологии) возникает при анализе (часто взаимном «пересечении») целого ряда законов естествознания. В результате появляются уравнения, в которые входят величины типа E и T . Полученные уравнения выражают взаимосвязь естественнонаучных величин и технических показателей и раскрывают физическую природу последних. Примером может служить использование закона Гука для оценки деформационных явлений, возникающих при проведении це-

лого ряда технологических операций в ходе полиграфического производства.

И все же получение системы уравнений, связывающих величины E и T , нельзя рассматривать как простое продолжение естественно-научного исследования. В естествознании основной целью является установление законов поведения естественных систем. В техническом же объекте необходимо выявить физическую природу функционирования искусственной системы. Поэтому можно считать, что связи между E и T выступают как основополагающие зависимости, имеющие характер фундаментальных законов для данного технического объекта. В итоге получают две группы уравнений, с помощью которых можно получить еще одну группу, связывающую технические характеристики с параметрами структуры объекта:

$$U_p = (T, K) = 0, \text{ где } p = 1 \dots q.$$

Таким образом, при описании технического объекта возникают три группы характеристик и три разновидности связей между ними. При этом возможны различные варианты математического описания, в том числе и такой, когда в одной системе уравнений присутствуют характеристики всех трех групп.

Научно-техническое описание объекта может быть представлено как математическое преобразование формы записи физических уравнений, в результате чего в уравнения войдут технические характеристики и свойства искусственной системы. Основная цель подобных преобразований — дать теоретическое объяснение функционированию технического объекта, имеющего определенную конструктивную структуру. Тогда становится возможным выделить при описании технического объекта все указанные группы характеристик, показать их взаимосвязи, а также зависимость искусственно созданных функций (свойств) от свойств естественных процессов [5, 9].

Достоинство технического знания состоит в том, что оно соединяет представление о естественном и об искусственном в единую систему знаний. Подобный синтез особенно ярко проявляется в таких научных направлениях, как техническая эстетика, эргономика, инженерная психология. В центре внимания этих наук находится человек с его социально-психологическими особенностями в условиях

производственной деятельности. Главная задача, которая при этом решается, — исследование свойств технических объектов с целью создания оптимальных условий производственной деятельности субъекта.

3.12. Наука и техника

Если рассматривать науку одновременно с логических и гносеологических позиций, то можно выделить следующие взаимосвязанные процессы: развитие системы знаний и развитие методов познания. Система научных знаний сама по себе не является целью, а играет роль средства решения проблем и задач. В науке подобные системы создаются для выявления достигнутого уровня познания и для применения полученных знаний. Именно использование научных знаний приводит к созданию методов. Однако знание объективных закономерностей еще не означает получения реальных для воплощения в практику новых технологий (способов, приемов) [20].

Прогнозирование развития технических наук по необходимости связано с двумя взаимообратимыми процессами: исследованием и нормализацией.

Исследовательский процесс позволяет, исходя из имеющейся базы знаний, определить логику развития науки и техники, познать свойственные этому процессу закономерности. В дальнейшем использование этих закономерностей дает новые возможности для инновационных путей развития науки и техники.

Нормативный процесс направлен на поиск оптимальных путей достижения конкретных целей. Подобные цели всегда формулируются как определенный уровень развития с учетом соответствующих социальных и экономических факторов. Прогноз в этом случае сводится к формулированию и обоснованию гипотез дальнейшего развития систем. При этом всегда учитываются потребности социума, что и делает данный процесс инструментом управления научно-техническим прогрессом [21].

Использование указанных процедур позволяет соединить процесс познания с процессом создания или преобразования, что принципиально важно для технических наук (рис. 3.3).

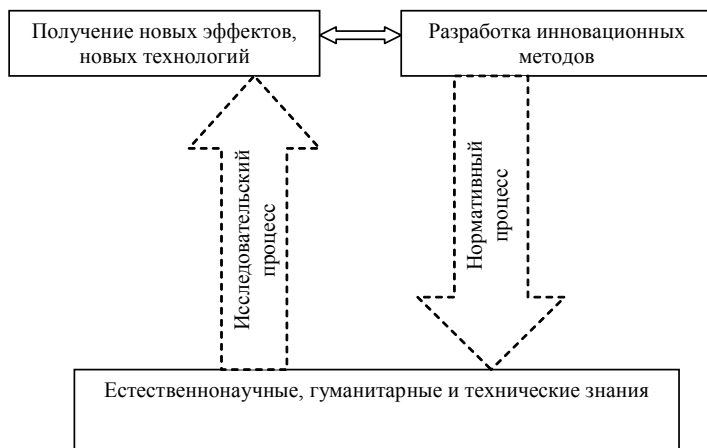


Рис. 3.3. Прогнозирование: исследовательский и нормативный процессы [9]

Характер развития науки определяется двумя факторами: материальными, обусловленными потребностями развития техники, и теоретическими, относящимися к логике научного познания. Материальные факторы определяются теми средствами, которые имеет или хочет иметь общество в настоящее время. Технические науки, создавая идеальные модели и математический аппарат для расчетов элементов объектов, дают средства для конструкторской проработки реальных технических объектов, для проектирования и производства техники. Однако решить подобные задачи самостоятельно технические науки не могут. Необходимо привлечение знаний естественных и гуманитарных наук. Технические науки, опираясь на знания фундаментальных наук, на идеальные модели процессов, построенные в естественных науках, создают идеальные модели устройств, обладающих определенными техническими функциями. Впоследствии с помощью этих функций реализуются социальные потребности.

Технические знания играют особую роль во взаимодействии фундаментальных и гуманитарных наук. С их помощью происходит использование («снятие») естественнонаучных знаний и социальных потребностей для направления в технику, для создания в конечном счете социотехнических систем (рис. 3.4).

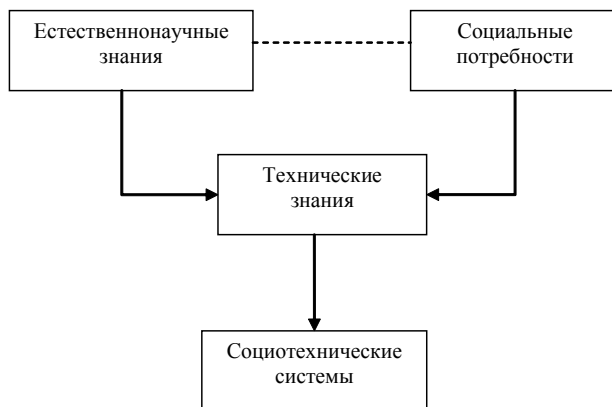


Рис. 3.4. Место технических наук в системе знаний

Примером может служить интенсивное развитие технических наук в области материаловедения. В течение последних десятилетий сформировались следующие тенденции: расширение ассортимента используемых природных материалов, рост потребления искусственных материалов, улучшение свойств используемых материалов, создание материалов с заданными свойствами. Наиболее инновационным направлением следует считать создание материалов с заранее заданными свойствами. Для успешной реализации этого направления необходимо объединение ученых различных специальностей из области естественных и технических наук (химики, физики, материаловеды и др.) и постановка комплексных исследований в науке о материалах [35].

На протяжении всей истории в науке действуют две тенденции — дифференциация и интеграция знаний. До научно-технической революции ведущей была дифференциация, что привело и приводит к возникновению большого количества научных дисциплин и, к сожалению, обособлению наук друг от друга. В современных условиях, на наш взгляд, ведущим должен стать процесс интеграции научного знания. Движущей силой такого процесса является настоятельная необходимость в комплексном исследовании сложных процессов. Их изучение доступно только при совместных и согласованных усилиях

различных наук, оно требует создания комплексных наук, разработки универсальных методов исследования. В настоящее время правильнее говорить о ведущих проблемах, а не о ведущих отраслях.

Осознание данной ситуации можно видеть на конкретных примерах усиления роли методологии. Появились и активно внедряются во все сферы деятельности такие направления, как системный подход, синергетика; меняется система преподавания в средней и высшей школе (учебник по естествознанию объединяет физику, химию, биологию). Идеалом такого процесса является создание единой системы знаний. Однако стремление к универсальному знанию не означает объединение естественнонаучных и технических знаний. Происходит глубинный процесс усиления фундаментальной составляющей технических знаний. Дело в том, что открытия в области научных знаний не означают возможности непосредственного воплощения результатов подобных исследований в условиях реального производства. Для такого внедрения необходимы не менее фундаментальные исследования в области технического знания, которые позволяют найти варианты практического применения законов природы в технике; создать, по существу, новые законы поведения искусственных систем.

Если на начальных этапах развития техники достаточно было знать законы механики, чтобы с помощью прикладных исследований научиться применять их к техническим объектам, то в настоящее время такое применение возможно, как правило, после фундаментальных исследований в области технических наук и затем только прикладных исследований применительно к конкретным системам [16, 23].

В ходе научно-технической революции наука все больше и больше превращается в производительную силу. При этом технические науки являются основой связи науки с производством. Одной из стержневых особенностей развития технических наук является переход к анализу технических объектов как систем, что неизбежно ведет к необходимости перестройки мышления инженеров, занимающихся процессами исследования и проектирования технических объектов.

Для системного подхода характерна всесторонняя разработка функциональных представлений. При этом система выглядит как набор функциональных элементов и функциональных связей, обес-

печивающих необходимые свойства системе. Наиболее полное отражение в практической деятельности такой подход нашел в функционально-стоимостном анализе, применение которого в последней четверти XX века приняло повсеместный характер не только в промышленности, но и в системе управления, в экономических и даже гуманитарных науках. Универсальность функционального анализа связана с тем, что в ходе его проведения объект представлен как функционально целостный организм со всем многообразием происходящих в нем процессов. При этом описание объектов на основе физических представлений не теряет своего значения и становится основным при переходе от функционального к структурному анализу.

Включение технического знания в круг системных представлений меняет характеристики технических наук. Возрастает роль абстрактно-теоретического уровня технического знания, особенно при описании процессов. Простое описание объектов не удовлетворяет современную инженерию; комбинирование структурных элементов уже не дает высокой эффективности решения технических задач. В основе проекта должно лежать понимание функциональной схемы объекта. Затем выбираются процессы (технологии), на основе которых могут быть выполнены необходимые функции, после чего разрабатываются структурные схемы. Поэтому аппарат теоретического описания процессов должен быть хорошо проработан еще до стадии реального проектирования как средство перехода от функции к процессу и структуре.

Если раньше основное внимание при теоретической подготовке инженера выражалось в овладении естественнонаучными и математическими знаниями, то в настоящее время необходимо все больше внимания уделять методологической подготовке, обучению методам инженерного мышления, что уже нашло подтверждение при подготовке системотехников.

Дифференциация знаний обусловлена появлением множества новых объектов в виде устройств, технологий, для которых описания могут быть созданы по известным в инженерии стандартам. Интеграция же выступает как разработка универсальных методов проектирования, объединение различных технических дисциплин для решения технической проблемы. На этом пути могут возникнуть

комплексные науки. Противопоставление и разделение технических и гуманитарных знаний о различных аспектах объектов должно быть заменено универсальным синтезирующим подходом, в котором различные формы знаний взаимно обогащают друг друга при создании и управлении системами.

По мере того, как естествознание все в большей мере приспособлялось к задачам фундаментальной науки, формировалась необходимость в появлении «моста», с помощью которого можно было бы осуществлять поиск новых форм осуществления исследуемых процессов. Такой поиск должен был преобразоваться в специальный вид деятельности, обеспечивающий связь между достижениями естествознания и практикой. Руководствуясь достижениями фундаментальных наук, такая деятельность направлена на нахождение различных вариантов осуществления вновь найденных закономерностей и явлений. Именно она и становится основанием инженерных наук, сочетающих теоретические знания о «естественном» и «искусственном» [4, 12].

В итоге прикладные исследования обслуживают как сферу инженерии, так и сферу естественных наук. Для естественных наук прикладные исследования являются дополнительным экспериментальным полем, на котором происходит проверка существующих теорий и поиск новых явлений и теоретических средств их описания и объяснения. Одновременно они расширяют инженерные возможности, а также дают теоретический аппарат, необходимый для построения технических теорий.

Техническое знание всегда было связано с науками об обществе и человеке. Поэтому вполне естественно, что техника прямо или опосредованно несет в себе черты, обусловленные социальными и биологическими потребностями и особенностями человека. Чем строже требования, накладываемые социальной средой на проектируемые объекты, тем в большей степени техническое знание опирается на гуманитарное. В любом случае проектирование технических средств одновременно ориентировано на решение социальных задач, в связи с чем современная инженерная наука не может обходиться без учета гуманитарных знаний.

Социальные системы — это особого рода искусственные системы, так как они, также как и технические системы, являются результатом целенаправленного действия (социальное проектирование), цель создания которых определяется соответствующей главной функцией будущей системы (союзы, партии и т.п.). Интересным и полезным для технического знания представляется общность методологических приемов построения и исследования «искусственных» социальных и технических систем. Примерами к вышесказанному являются: использование в менеджменте функционально-стоимостного анализа, в социологии и психологии — методов научно-технического творчества, пришедших в эти области научных знаний из изобретательства и «чистой» техники.

Библиографический список к третьей главе

1. *Алексеева И.А.* Идея интеллектуальной технологии / И.А. Алексеева // Традиционная и современная технология (философский анализ). — М., 1998.
2. *Багдасарян Н.Г.* Профессиональная культура инженера. Механизмы освоения, 1998.
3. *Белозерцев В.И.* Философские проблемы развития технических наук / В.И. Белозерцев, Я.В. Сазонов. — Саратов, 1983.
4. *Бердяев Н.А.* Человек и машина / Н.А. Бердяев // Вопросы философии. — 1985. — № 2.
5. *Берков В.Ф.* Философия и методология науки : учеб. пособие / В.Ф. Берков. — М., 2004.
6. *Буданова В.П.* История мировых цивилизаций : учебник / В.П. Буданова. — М., 2004.
7. *Булгаков С.Н.* Философия хозяйства / С.Н. Булгаков. — М., 1990.
8. *Винер Н.* Кибернетика и общество / Н. Винер. — М., 1980.
9. *Горохов В.Г.* Концепции современной науки и техники / В.Г. Горохов. — М., 2000.
10. *Горохов В.Г.* Петр Климентьевич Энгельмейер. Инженер-механик и философ техники / В.Г. Горохов. — М., 1997.
11. *Горохов В.Г.* Введение в философию техники : учеб. пособие / В.Г. Горохов, В.М. Розин. — М., 1998.

12. *Иванов Б.И.* Становление и развитие технических наук / Б.И. Иванов, В.В. Чешев. — Л., 1977.
13. *Козлов Б.И.* Возникновение развитие технических наук. Опыт историко-теоретического исследования / Б.И. Козлов. — Л., 1988.
14. *Корнилов И.К.* Введение в философию науки и техники : учеб. пособие / И.К. Корнилов. — МГУП, 2010. — 126 с.
15. *Кохановский В.П.* Философия науки в вопросах и ответах : учеб. пособие / В.П. Кохановский [и др.] — Ростов н/Д, 2008.
16. *Кун Т.* Структура научных революций / Т. Кун. — М., 1997.
17. *Лакатос И.* Фальсификация и методология научно-исследовательских программ / И. Лакатос. — М., 2003.
18. *Лебедев С.А.* Введение в историю и философию науки : учеб. пособие / Лебедев С.А. [и др.] — М., 2007.
19. *Ленк Х.* Размышления о современной технике / Х. Ленк. — М., 1996.
20. *Мамфорд Л.* Миф машины. Техника в развитии человечества / Л. Мамфорд. — М., 2001.
21. *Микешина Л.А.* Философия науки / Л.А. Микешина. — М., 2005.
22. *Митчем К.* Что такое философия техники / К. Митчем. — М., 1995.
23. *Моисеев Н.Н.* Универсум. информация. Общество / Н.Н. Моисеев. — М., 2001.
24. Новая технократическая волна на Западе. — М., 1986.
25. *Ортега-и-Гассет Х.* Размышления о технике / Х. Ортега-и-Гассет // Избр. труды. — М., 1997.
26. *Поппер К.* Логика научного исследования / К. Поппер. — М., 2004.
27. *Ракитов А.И.* Информация, наука, технология в глобальных исторических изменениях / А.И. Ракитов. — М., 1998.
28. *Ракитов А.И.* Философские проблемы науки / А.И. Ракитов. — М., 1977.
29. *Розин В.М.* Специфика и формирование естественных, технических и гуманитарных наук / В.М. Розин. — Красноярск, 1989.
30. *Симоненко О.Д.* Сотворение техносферы: проблемное осмысление истории техники / О.Д. Симоненко. — М., 1994.

31. *Степин В.С.* Философия науки и техники / В.С. Степин, В.Г. Горохов, М.А. Розов. — М., 1996.
32. *Тоффлер Э.* Третья волна / Э. Тоффлер. — М., 1999.
33. Философия науки и техники : учеб. пособие. — М., 1995.
34. Философия техники в ФРГ. — М., 1989.
35. Философия техники: история и современность. — М., 1997.
36. *Чернавский Д.С.* Синергетика и информация / Д.С. Чернавский. — М., 2001.
37. *Чешев В.В.* Техническое знание как объект методологического анализа / В.В. Чешев. — Томск, 1981.
38. *Шаповалов В.Ф.* Философия науки и техники : учеб. пособие / В.Ф. Шаповалов. — М., 2004.
39. *Энгельмейер П.К.* Философия техники / П.К. Энгельмейер. — М., 1912.
40. *Юнгер Ф.Г.* Совершенство техники / Ф.Г. Юнгер. — СПб., 2002.
41. *Ясперс К.* Смысл и назначение истории / К. Ясперс. — М., 1994.

Глава 4. Инженерное дело и эстетика

Наша мысль непременно принимает
или форму искусства, или науки. (1907)

Б.Л. Лезин

4.1. Техническая эстетика и дизайн

4.1.1. Техническая эстетика, дизайн, художественное конструирование

Одной из основных потребностей человека является желание создавать красивую окружающую среду и находиться в ней. Аврелий Августин (Блаженный Августин) (354–430) — философ, богослов, политик, раскрыл понятие красоты так, как будто он собирался написать учебник по технической эстетике: «Ничто не нравится, кроме красоты, в красоте — ничто, кроме формы, в формах — ничто, кроме пропорций, в пропорциях — ничто, кроме числа» (цит. по [11, с. 51]).

Техническая эстетика — научная дисциплина, изучающая социально-культурные, технические и эстетические проблемы формирования гармоничной предметной среды, создаваемой для жизни и деятельности человека средствами промышленного производства. Составляя теоретическую основу дизайна, техническая эстетика изучает его общественную природу и закономерности развития, принципы и методы художественного конструирования, проблемы профессионального творчества и мастерства художника-конструктора (дизайнера). Основные разделы технической эстетики — общая теория дизайна и теория художественного конструирования.

Общая теория дизайна изучает его социальную сущность, условия возникновения, историю, современное состояние и перспективы развития, взаимосвязь дизайна с искусством, техникой и культурой в целом, вопросы эстетики и предметной среды; формулирует требования технической эстетики к промышленной продукции, определяет методы комплексной оценки и прогнозирования технико-эстети-

ческих показателей качества промышленной продукции, а также принципы формирования оптимального ассортимента товаров, отвечающих задачам создания гармоничного предметного мира [1].

Теория художественного конструирования устанавливает место художественного конструирования в общей структуре процесса проектирования, его типологические особенности, исследует закономерности творческого мышления художника-конструктора и определяет средства и методы его профессиональной деятельности. Существенной частью теории художественного конструирования является теория формообразования и композиции промышленных изделий. Законы формообразования раскрывают связи формы изделия с его конструкцией, материалом, технологией изготовления, функцией, выявляют исторические тенденции изменения формы и стиля изделия. Теория композиции исследует закономерности и профессиональные методы создания целостной, гармоничной формы. Основные категории композиции: объемно-пространственная структура, тектоника, пластика (пластичность), средства гармонизации (пропорции, ритм, контраст, нюанс).

На основе анализа проектно-конструкторской деятельности разрабатывается методика художественного конструирования, служащая руководством для практической работы. Методика содержит описание принципов и средств профессиональной творческой деятельности художника-конструктора, форм представления проектов, опыта выполнения образцовых работ. Особый раздел технической эстетики составляет разработка основ художественно-конструкторского образования: пропедевтических курсов, содержания и структуры учебных дисциплин, методики развития профессионального мышления и навыков.

Тесная связь технической эстетики с социальной практикой приводит к тому, что статус этой дисциплины оказывается различным в разных социальных условиях. Современное общество, с одной стороны, вынуждено развивать техническую эстетику и использовать ее достижения, так как они непосредственно влияют на конкурентоспособность практически всех отраслей промышленности. С другой стороны, конкурентный характер экономики часто препятствует последовательному и планомерному использованию данных техни-

ческой эстетики, а законы рекламы нередко толкают художественно-конструкторскую мысль к созданию вещей, в которых модный внешний вид скрывает устаревшую конструкцию.

Формирование условий для возникновения дизайна и его теории связано с эпохой разделения и обособления сфер техники и искусства, с распадом ремесленного и становлением промышленного производства. При этом предметный мир постепенно утрачивал единство, становился все более разнородным и эклектичным: художественная ценность признавалась лишь за произведениями искусства, техническая функция закреплялась за продуктом промышленного производства. Однако на рубеже XIX–XX веков возникает представление о собственной красоте машин и технических сооружений. Одновременно осознается необходимость упорядочения и перестройки всего предметного мира на основе принципов гармонизации. Под влиянием этих идей во многих странах зародилось движение за единство искусства и техники, возникли художественно-промышленные союзы, сформировались творческие группы и школы.

В России проблемы технической эстетики впервые были осмыслены и получили достаточно глубокую и четкую разработку в начале 20-х годов XX века. 16 октября 1920 года вышло постановление о создании при ВСНХ (Высший Совет народного хозяйства) Художественно-производственной комиссии, на которую возлагалось руководство всей художественной деятельностью в промышленности. С организацией Высших государственных художественно-технических мастерских (Вхутемас) развернулась деятельность «производственников», ставивших своей целью слить искусство с производством, перестроить жизнь по законам красоты (художники В.Е. Татлин, А.М. Родченко, Л.М. Лисицкий, архитектор М.Я. Гинзбург, братья Веснины и др.). Одновременно велись исследования в области научной организации труда (А.К. Гастев), закладывались основы эргономики. В последующие годы по мере развития отечественной индустрии теоретические представления об использовании методов художественного конструирования в промышленности обогащались опытом работ в области судостроения, автомобилестроения, железнодорожного транспорта и других отраслей.

За рубежом крупнейшим научно-исследовательским и идейно-педагогическим центром технической эстетики в 1920–1930-е годы стал Bauhaus. После прихода к власти в Германии фашизма Bauhaus был закрыт. Почти все его основатели эмигрировали в разные страны; научная разработка проблем технической эстетики велась лишь отдельными исследователями. В послевоенный период разработка вопросов технической эстетики возобновилась в Ульмской высшей школе художественного конструирования (ФРГ), Королевском колледже искусств (Великобритания), в ряде университетов США.

Теоретические поиски 1920-х годов во многом предвосхитили современное развитие технической эстетики. Однако становление ее как самостоятельной научной дисциплины, тесно связанной с запросами практики, происходит лишь в 60-е годы. В этот период в СССР формируется государственная система организации художественного конструирования, включающая Всесоюзный научно-исследовательский институт технической эстетики (ВНИИТЭ), его филиалы, отраслевые специализированные художественно-конструкторские бюро (СХКБ), подразделения художественного конструирования на промышленных предприятиях, в проектных и научно-исследовательских организациях. В результате формирования этой системы не только расширился объем исследований, но и произошли существенные качественные изменения в области художественного конструирования. Его объектом все в большей мере становятся не отдельные предметы, а системы вещей, сложные связи между ними и целыми группами людей. Это поставило перед технической эстетикой задачи межотраслевого характера, потребовало системного подхода к исследуемым проблемам.

4.1.2. Инженерное дело и красота

Одним из первых отечественных ученых начал разговор о необходимости изменений в системе подготовке инженеров Александр Иванович Половинкин. Впервые в отечественной практике в книге, посвященной инженерному творчеству, вводится специальная глава «О роли красоты в инженерном творчестве и эстетической подготовки инженера» [24].

Понятие эстетики неразрывно связано с понятием красоты. В некоторых словарях красота определяется как совокупность качеств

объекта, доставляющих наслаждение. Известный русский ученый и писатель, автор таких популярных книг как «Туманность Андромеды», «Лезвие бритвы», «Час быка», «Таис Афинская», Иван Антонович Ефремов (1907–1972) дал, на наш взгляд, наиболее емкое определение понятию красоты как «...наивысшей степени целесообразности, степени гармоничного соответствия и сочетания противоречивых элементов во всяком устройстве, во всякой вещи, во всяком организме» (цит. по [27]).

В красоте окружающей среды можно выделить три основных направления: красота природы, красота искусства и красота изделий. Одна из основных потребностей человека — создание красивой окружающей среды. Восприятие красоты можно разделить на два уровня: внутреннее и внешнее. Внутреннее восприятие красоты связано с внутренней эстетической культурой, внешнее — с внешней эстетической культурой человека. Внешняя культура может быть связана, в том числе с эрудицией, внутренняя культура определяется и определяет красоту мыслей и поступков человека.

Эстетическое воспитание в процессе обучения осуществляется одновременно по трем направлениям [24]:

- 1) участие человека в разработке и создании красоты окружающей среды, связанное с активным творческим процессом у самого субъекта обучения;
- 2) обучение через восприятие оригиналов красоты;
- 3) обучение через восприятие копий красоты («суррогатное» обучение).

Если человек не прошел в процессе познания окружающей действительности через самостоятельное участие в творческом процессе, а лишь через пассивное восприятие красоты с помощью вышеуказанных второго и третьего направлений, то его способности как к созданию, так и восприятию красоты будут находиться на низком уровне. Наиболее ярким примером являются все варианты так называемой массовой культуры.

Противоречия, возникшие при создании красоты в искусственной среде, неразрывно связаны с историей техники и промышленного производства (более подробно о периодах развития техники см. [12]). Ручной труд ремесленников был индивидуальным и по-своему экс-

люзивным, т.е. по необходимости творческим, эстетическим по своей природе. В промышленном производстве, начиная с мануфактурного способа производства, происходит отторжение работника от эстетических функций. Предельное выражение данный процесс находит при работе на конвейере, где творческое, индивидуальное начало человека сводится к нулю.

Истинной красоте всегда присуща индивидуальность. Стандартизация противопоказана творчеству, она губительна для красоты. Ремесленник создавал изделие для конкретного заказчика с учетом его вкусов, наклонностей и даже характера. При поточном производстве такой процесс невозможен, что приводит к одинаковой форме и содержанию изделий. Можно сравнить два этих способа производства с двумя портретами: портретом, написанным художником (творцом), и портретом, созданным фотороботом. В этих примерах кроется глубинное социальное и одновременно техническое противоречие, разрешением которого, в сущности, и занимается техническая эстетика. Механизация и автоматизация были одной из основных причин разрыва связей человека с естественной природной средой и, как следствие, с красотой окружающего человека мира.

Нарушения в процессе эстетического воспитания современного человека связаны со следующими процессами:

1) средства массовой коммуникации тиражируют (в первую очередь Интернет и телевидение) в лучшем случае лишь копии красоты;

2) за счет увеличения пассивного досуга существенно уменьшилось собственно творчество людей (в том числе в спорте — массовое увлечение зрелищем, но не собственным участием — «диванный» синдром);

3) промышленное производство кардинально изменило окружающую человека среду (архитектура, обряды, собственно вещи: мебель, бытовая техника и т.п.).

Сказанное резко уменьшило долю действительной и увеличило долю эрзац-красоты в жизни людей, что привело к изменению сознания и стиля мышления. Люди практически перестали общаться ради красоты (совместное пение, чтение вслух, домашние спектакли и т.п.) Основным смыслом жизни стало не создание и на-

слаждение красотой, а приобретение и потребление максимального количества изделий.

Возвращаясь к дефиниции понятия красота, можно определить красоту технического объекта как наиболее целесообразное и функционально совершенное изделие. Именно такое изделие является наиболее красивым. Таким образом, для инженера задача сводится к поиску оптимального решения или к оптимальному проектированию. Как и в любом другом проекте для принятия решения необходимо иметь стратегию или технологию (алгоритм) поиска, приводящую к нахождению оптимального решения и способов оценки (критерии) решения.

У инженера, как правило, имеются только частичные знания о стратегии поиска и только часть критериев (показателей качества). Проектировщик, находясь в ситуации неполного знания, вынужден обращаться к своей интуиции и собственным представлениям о красоте. В этом случае нельзя говорить только о рациональной основе проектирования, в процесс решения вмешиваются чувства и эмоции автора. Инженер вступает в сферу иррационального мышления [12]. Особенно важным становится эстетическое чутье в условиях недостаточной, неполной информации. Наилучшие решения будут принадлежать специалистам с развитой эстетической культурой. Казалось бы, что профессиональный дизайнер должен лучше справиться с подобной задачей. Но даже прекрасный художник без инженерной подготовки не сможет создавать эстетически совершенные технические системы. История сохранила для нас имена гениальных создателей красоты: итальянский художник, инженер, ученый Леонардо да Винчи (1452–1519), французский инженер Александр Гюстав Эйфель (1832–1923), русский инженер и ученый Владимир Григорьевич Шухов (1853–1939) и др.

Красоту изделий, как и культуру человека, можно подразделить на два вида — внутреннюю, или функциональную и внешнюю, или декоративную. Функциональная красота базируется на законах науки и техники. Эти законы должен знать инженер. Декоративная красота основана на законах психофизического, образного воздействия на людей. Эти законы должен знать дизайнер. На стыке функциональной и декоративной красоты находится условная граница дея-

тельности инженеров и дизайнеров. Примерами функциональной красоты изделий для инженера могут являться [24]:

1) изделия, имеющие форму шара (минимальное соотношение объема и площади поверхности;

2) современное колесо велосипеда (спицы работают на растяжение, воздух в шинах позволяет распределить внешнюю нагрузку по всему периметру).

4.1.3. Дизайн: основные понятия и определения

Техническая эстетика, являясь одной из частей эстетики, может быть определена как наука о принципах красоты в технике и промышленности. При этом техническая эстетика может считаться теоретической основой дизайна. Техническая эстетика изучает социально-культурные, технические, эстетические проблемы формирования гармоничной предметной среды, создаваемой с помощью промышленного производства. В структуру технической эстетики входят [15]:

- 1) общая теория дизайна;
- 2) взаимодействие человека и вещей;
- 3) требования к качеству изделий;
- 4) методические вопросы дизайна.

Дизайн как общее понятие может быть определен как различные виды проектирования с целью формирования эстетических и функциональных качеств предметной среды. В то же время дизайн является творческой деятельностью, целью которой — определение качеств предметов, производимых промышленностью. Дизайн реализует выводы и рекомендации технической эстетики и эргономики и отличается от других областей художественного формирования предметного мира (архитектура, декоративно-прикладное искусство) ориентацией на промышленное производство и научно-технический прогресс. К основным направлениям дизайна относятся [18]:

- 1) дизайн предметов;
- 2) дизайн межпредметных связей;
- 3) дизайн предметно-процессуальных комплексов;
- 4) метадизайн.

Дизайн предметов связан, прежде всего, с процессом проектирования, основной целью которого является формирование эстетических и функциональных качеств отдельного предмета. Возник дизайн предметов в 1900–1910 годы и к середине XX столетия достаточно четко сформировались следующие направления [19]:

- 1) стилизация;
- 2) художественное конструирование;
- 3) инженерный дизайн;
- 4) научный дизайн.

Под стилизацией понимают придание форме определенного художественного (стилевого) характера. Предметам любого исторического периода развития человечества присущ определенный стиль, т.е. общая система организации как в больших, так и в малых формах (здания, мебель, посуда, одежда, транспорт, приборы, инструменты и т.д.). К основным видам стилизации относят: декоративизм, стайлинг, псевдофункционализм.

Декоративизм, или украшательство, связан с созданием в процессе проектирования промышленного изделия только декоративной формы служащей для украшения. При этом утилитарные качества изделия практически неизменны по отношению к прототипу. Стайлинг (от англ. styling) — это разработка формы изделия, создающей впечатление принципиально нового продукта. Например, разработка формы автомобиля на основе интуиции и фантазии — это стайлинг, а на основе расчетов — инженерный дизайн.

Функционализм — направление в дизайне и архитектуре, требующее строгого соответствия изделий, зданий производственным и бытовым процессам (функциям), для которых созданы эти изделия и здания. Возник в Германии (Bauhaus) и Нидерландах. Псевдофункционализм (от греч. pseudos — ложь) определяют как создание предмета с формой, перенесенной с другого объекта. В качестве примера псевдофункционализма можно привести радиоприемник, выполненный в форме записной книжки, пачки сигарет, пистолета и т.д. Конструктивизм — направление, возникшее в советском искусстве в 1920-е годы (близок к функционализму). Ориентирован на создание простых, логически и функционально оправданных форм, целесообразных конструкций.

Одновременное и взаимосвязанное формирование утилитарных (связанных с полезностью) и эстетических параметров объекта, предназначенного для промышленного производства, принято называть художественным конструированием. В СССР термин «художественное конструирование» практически означал то же, что и дизайн. Под техническим конструированием понимается разработка конструкции инженерного объекта или технической системы, в ходе которой, как правило, улучшаются количественные технические характеристики изделий [27].

Инженерное проектирование внутренней структуры объекта (конструкции), приводящее к гармоничной, эстетически выразительной форме, принято называть инженерным дизайном. Научный дизайн — это проектирование объектов на основе научных исследований. По предмету и методу проектирования научный дизайн в современных условиях весьма близок к инженерному дизайну.

Дизайн межпредметных связей предполагает проектирование связей различной сложности между предметами и человеком. Возник в 1950–1960 годы. В зависимости от степени художественного или рационального уровня проектируемых связей различают:

- 1) арт-дизайн (доминантой является эстетика);
- 2) дизайн-система (в основе принцип «равновесия»);
- 3) нон-дизайн (преобладает рациональность).

Арт-дизайн (от англ. art — искусство) может быть определен как «проектирование эмоций» или организация художественного впечатления от образа объекта. Например, вазы без пустот, театр восковых фигур, рок-концерт. Арт-дизайн устремлен к авангардному эксперименту, к открытию новых художественных приемов формообразования.

Дизайн-система — целостное, гармоничное построение крупной и сложной системы деятельности, включая связи как между вещественными элементами, так и между предметами и людьми. При построении дизайн-систем дизайнер работает совместно с другими специалистами (эргономистом, социологом и др.). Примером дизайн-систем могут являться архитектурно-дизайнерские ансамбли.

Нон-дизайн (от лат. non — не) связан с организацией межпредметных связей, имеющих преимущественно рациональное значение, а также межличностных связей, общественных актов, деловых про-

цедур. Само название данного направления подчеркивает нетрадиционность объектов проектирования. Например, разработка имиджа идеального политика или общественного деятеля.

Дизайн предметно-процессуальных комплексов возник в середине 1970-х годов и связан с созданием отраслевых и средовых программ и стратегий деятельности. Под дизайн-программой понимается проектный документ, на основе которого разрабатываются необходимые предметы и процессы, а затем по этой же программе осуществляется спроектированная деятельность. Целью дизайна предметно-процессуальных комплексов является создание целостной, гармоничной организации предметно-пространственной среды и процессов в ней. Например, ВНИИТЭ и всесоюзное объединение «Союзэлектроприбор» в 1970-е годы разработали дизайн-программу, в ходе реализации которой совершенствовались среда предприятий отрасли и ее приборная продукция. Следствиями внедрения данной программы стали унификация технологии, облегчение труда, упрощение производства.

Под метадизайном понимается разработка и реализация социально-психологических и духовно-идеологических проектов, проектирование духовных нравственных начал, необходимых для создания определенных общественных отношений. Такое направление можно обозначить как «дизайн отношений» или «дизайн духа».

Особое место в классификации направлений дизайна занимает футуродизайн, направленный на разработку инженерно-технических идей и проектов. Данное направление ориентировано на перспективу, в том числе технически нереализуемых в настоящее время проектов. Результатом проекта должен стать образ желаемой вещи.

Неосредственно с эргономикой связано сравнительно новое направление — эргодизайн (от греч. *ergon* работа) — метод проектирования, в ходе которого формируются в первую очередь эргономические, а также функциональные и эстетические качества технических изделий. Объектами эргодизайна являются системы человек — машина — среда (ЧМС). Эргодизайн — это результат интеграции дизайна и эргономики. Становление эргодизайна связано с ростом сложности оборудования и электронной революцией, с необходимостью повышения качества жизни. Основные направления дизайна представлены на рис. 4.1 [14].

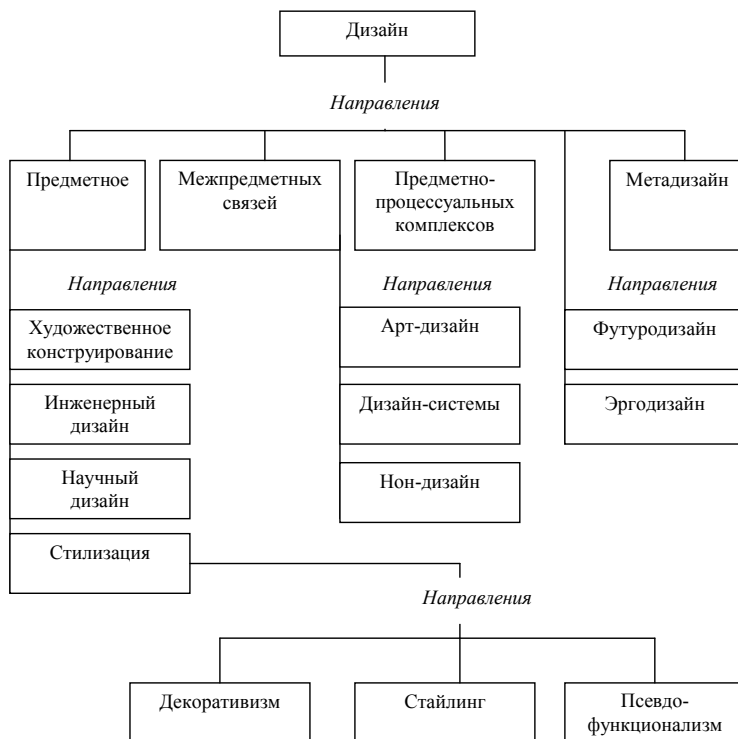


Рис. 4.1. Направления дизайна

4.1.4. История дизайна

Первые теории о соотношении красоты и пользы принадлежат древнегреческим ученым (Сократ, Аристипп, Протагор, Платон, Аристотель). Уже в то время философы впервые задумывались о различиях между искусством и наукой. Тогда же появились первые работы по комбинаторике: о соединении человека и машины, например «Театр автоматов» Герона Александрийского. Подобные альбомы получили большое распространение под именем «Театры машин» в эпоху Возрождения (трактаты Леонардо да Винчи). Далее в хронологическом порядке появляются работы Жоффруа Тори о шрифтах (1529), Готфрида Лейбница «Об искусстве комбинаторики» (1666), «Театриум Махинарум» Андрея Нартова (1720), «Трактат о природе человека» Дэвида Юма (1740), «Размышления о природе и принци-

пах чувств» Арчибальда Алисона (1790), «О влиянии живописи на художественную промышленность» Эмиля Экмерид-Давида (1805), «Теория органопроекции» Павла Флоренского. Возникновение промышленного производства способствовало развитию критической мысли. Одним из первых критических трудов стала «Практическая эстетика» Готфрида Земпера, развившаяся в трудах Джона Рескина, Уильяма Морриса, Уолтера Крейна, обозначивших взаимоотношения искусства и ремесла [7].

Значительный вклад в становление теоретических воззрений на историю дизайна сыграли периодические издания. Первый специальный журнал Генри Кола по эстетическим проблемам предметного мира и его проектированию «*Journal of Design and Manufactures*» (1849). Позднее появились специализированные журналы «*Pan*» (1895), «*Decorative Kunst*» (1897), «*Kunst und Handwerk*» (1898).

Первое немецкое объединение архитекторов, мастеров декоративного искусства и промышленников — *Werkbund*, возникло в 1907 году в Мюнхене (в 1933 г. было упразднено нацистским правительством). В 1947 году объединение было воссоздано в Дюссельдорфе. Аналогичное объединение было основано в Австрии в 1912 году, в Вене. В 1915 году была создана английская Ассоциация дизайна и индустрии. Первая высшая школа строительства и художественного конструирования *Vauhaus* была основана в 1919 году, в Веймаре (Германия). В 1925 году школа была переведена в Дессау (в 1933 г. упразднена нацистским правительством). В школе разрабатывалась эстетика функционализма и принципы формообразования. После разгона школы многие деятели *Vauhaus* эмигрировали в США, что положительно сказалось на развитии американского дизайна [27].

На территории России в Москве, в 1920 году были созданы высшие художественно-технические мастерские (ВХУТЕМАС). ВХУТЕМАС объединил первые и вторые Государственные свободные художественные мастерские (Строгановское художественно-промышленное училище и Московское училище живописи, ваяния и зодчества). В мастерских действовали художественные (живописный, скульптурный, архитектурный) и производственные (полиграфический, текстильный, керамический, деревообделочный, металло-

обработки) факультеты. В 1926 году ВХУТЕМАС был преобразован в Высший художественно-технический институт (ВХУТЕИН). В 1930 году ВХУТЕИН в Москве был закрыт, а вместо него были созданы Московский архитектурный институт и Московский государственный академический художественный институт. В том же году на базе полиграфического факультета ВХУТЕИНа был создан Московский полиграфический институт.

Во ВХУТЕМАСе большую работу вели представители производственного искусства — «производственники». В то время в СССР выдвигались различные концепции переустройства жизненной среды населения. В основе многих из них лежали идеи обобществления быта и отказа от традиционной вещественной среды (лозунг «Новый быт для строителей нового общества»). «Производственники» считали неизбежным слияние искусства с производством и другими видами социальной практики, рассматривали искусство как «делание вещей», как «жизнестроение». Главной темой студенческих работ было создание новых вещей или комплексов с новыми социальными функциями (например, оборудование общежития, избы-читальни, рабочего клуба и т.п.).

Особое место в историко-теоретических исследованиях дизайна занимает «государственный дизайн», давший толчок комплексному подходу в изучении индустриального дизайна. Впервые совет по дизайну был создан в Англии в конце Второй мировой войны (1944 г.). Назывался он Британский Совет по технической эстетике.

В 1962 году в Москве на территории Выставки достижений народного хозяйства (ВДНХ) был создан Всесоюзный (ныне Всероссийский) научно-исследовательский институт технической эстетики (ВНИИТЭ). Основными задачами института являлись: разработка и внедрение методов дизайна промышленных изделий, определение требований технической эстетики к различным изделиям и товарам культурно-бытового назначения, координация научно-исследовательских работ в области эргономики и дизайна, методическое руководство работой специальных художественно-конструкторских бюро (СХКБ). Начиная с конца 1960-х и заканчивая концом 1980-х годов, ВНИИТЭ был одним из мировых лидеров в области дизайна. В нем

были созданы такие разделы науки о дизайне, как: ритмика, цветоведение, эргодизайн, дизайн-программирование, футуродизайн и др. С 1964 года ВНИИТЭ начал издавать ежемесячный информационный бюллетень «Техническая эстетика» [26].

В настоящее время художников-конструкторов готовят в Москве (Государственный художественно-промышленный университет имени Г.С. Строганова) и в Санкт-Петербурге (Государственная художественно-промышленная академия).

В 1957 году был создан международный совет организаций по промышленному дизайну — ИКСИД (англ. ICSID — International Council of Societies of Industrial Design). В 1965 году в члены ИКСИД был принят ВНИИТЭ. В 1987 году был создан Союз дизайнеров России, выпускающий журнал с одноименным названием. В СССР вопросы технической эстетики освещались в информационном бюллетене «Техническая эстетика», в бывших социалистических странах — в журналах «Промисллена естетика» (София, с 1969 г.), «Wiadomosci» (Варшава, с 1958 г.), «Design v teori a praxi. Bulletin» (Прага, с 1969 г.), «Industrijsko oblikovanje i marketing» (Белград, с 1971 г.), «Form+Zweck» (Берлин, с 1969 г.), «Form» (ФРГ, с 1957 г.), в Европе — «Form» (Стокгольм, с 1905 г.), «Design Industrie» (Ганновер, с 1952 г.), «Industrial Design» (Нью-Йорк, с 1954 г.) и др.

Ниже приводится таблица, в которой показаны основные периоды развития промышленного дизайна с указанием концепции, являющейся базовой для данного периода.

Таблица 4.1

Периодизация промышленного дизайна

№	Период	Концепция, характеристика	Основоположники, направления, тезисы, слоганы, события
1	Вторая половина XIX века	Осознание проблемы эстетизации машинных форм	1. Д. Рескин (1819–1900), У. Моррис (1834–1896). Романтики-реакционеры: «назад к ремесленному производству». 2. Г. Земпер (1803–1879). Основы учения о причинах, определяющих формы изделия. Первая всемирная выставка, Лондон, 1851 г.

Продолжение табл. 4.1

№	Период	Концепция, характеристика	Основоположники, направления, тезисы, слоганы, события
2	Начало XX века	Первые практические шаги промышленного дизайна	От модерна к функционализму: степень красоты изделия определяется степенью соответствия его формы его функции. 1. Немецкий Werkbund (1907). Повышение качества продукции за счет симбиоза индустрии, мастерства, искусства. 2. П. Беренс (1868–1940). Создание фирменного стиля концерна Всеобщей электрической компании (АЭГ): воспитание массового вкуса
3	20-е годы XX века	Импульс развития современного дизайна	1. В. Гропиус (1883–1968): «искусство и техника — новое единство». Г. Майер (1869–1954): основы системного подхода, социально-общественная направленность. 2. ВХУТЕМАС (1920) — ВХУТЕИН (1926): научно-исследовательская и учебная организация. Художники-«производственники». Конструктивизм, супрематизм. 3. Первые дизайнерские подразделения в США. У.Д. Тиг (1883–1960) — дизайн-бюро — 1926. Н. Бел Геддес (1893–1958) — проектное бюро промышленного дизайна — 1927. Р. Лоуи (1893–1986) — «отец коммерческого дизайна». Международная выставка декоративного искусства в Париже — 1925
4	30-е годы XX века	Становление дизайнерской практики, обобщение теоретических концепций	1. Коммерческий дизайн в США. «Самая важная цель дизайна — заставить звонить кассу, выбивающую чеки». «Дизайн является хорошим в той степени, в какой он способствует сбыту»

№	Период	Концепция, характеристика	Основоположники, направления, тезисы, слоганы, события
			Рациональный стайлинг — основной принцип формообразования. 2. Англия. Государственная политика по вопросам искусства и промышленности. Г. Рид (1893—1968) о примате искусства: «В границах функциональной целесообразности фабрика должна приспосабливаться к художнику». Книга Н. Певзнера «Пионеры современного дизайна»
5	50-е, 60-е годы XX века	Дизайн — неотъемлемая часть производства	1. Практика США. Распространение опыта в Европе, Японии. Система подготовки кадров (Ульмская школа художественного конструирования — ФРГ, 1951 и др.). Томас Мальдонадо (1922) — системный подход к проектированию, социально-гуманистическая направленность. 2. Организация ИКСИД (1957). Организационные мероприятия внутри различных стран, активизация международных связей: Советы, дизайн-центры, выставки, конференции. Создание государственной системы дизайна в СССР
6	70-е годы, начало 80-х годов XX века	Новая концепция американского дизайна	Проектирование не изделия или объекта, а эффекта, достигаемого с их помощью. Особое внимание использованию данных эргономики как в объектах сложной техники, так и в изделиях культурного и бытового назначения: оптимальный комфорт, достаточная безопасность. Недостаточное внимание интуитивно-художественному началу

№	Период	Концепция, характеристика	Основоположники, направления, тезисы, слоганы, события
			1. Конструкция и функция изделия не определяют «жестко» форму изделия. Миниатюризация элементной базы, новые материалы и технологии. 2. Системный подход к проектированию в связи со сложностью объектов и взаимосвязей их элементов. Акцент на научно-экспериментальные аспекты
7	Конец 80-х, 90-е годы XX века	Смена рынка покупок «по необходимости» рынком «эмоциональных» покупок. Государственная поддержка дизайна в постиндустриальных странах (программы США, Великобритании и других стран)	Международная концепция создания изделий удобных, надежных, пленяющих воображение и приносящих наслаждение. Исследования по выявлению эмоций потребителей не только при эксплуатации, но и мотиваций по выбору (с упором на подсознание). 1. Создание концепт-моделей оригинальной формы и отделки (единичные образцы для выставок и рекламы). 2. Особое внимание рекламным кампаниям. «Превратим искусство в бизнес, а бизнес в искусство»

4.2. Инженерное проектирование и техническая эстетика

4.2.1. Композиция в технике

Техническая эстетика оперирует более отвлеченными художественными формами по сравнению с живописью и архитектурой, проводя анализ различных видов и типов композиций. На основе такого анализа устанавливаются связи между элементами композиции. Эти связи называются свойствами (принципами) композиции. При этом само понятие «композиция» (от лат. *compositio* — составление, связывание) может быть определено в зависимости от решаемой задачи по-разному [26]:

1) отражение внутренней гармонической упорядоченности во внешнем проявлении;

2) некоторое единство, образованное соединением разных частей (элементов композиции) в определенной системе и последовательности;

3) процесс создания художественного произведения или эстетически выразительного технического объекта;

4) процесс структурной организации эстетически полноценной вещной среды.

Ведущий принцип композиции промышленных изделий включает следующие положения:

1) содержание и форма изделия должны находиться в органическом единстве;

2) содержание изделия должно иметь соответствующую форму — с учетом назначения (функции) изделия, его конструкции, используемых материалов и принципов пользования, а форма изделия должна отражать его содержание.

Художник стремится раскрыть свой замысел, подчеркнуть собственную индивидуальность. Дизайнер же, работая с техническими объектами, должен обеспечить в первую очередь высокие потребительские качества изделия (может быть, даже в ущерб своей индивидуальности и своему вкусу).

В древнегреческой философии Гармония — основа мирового порядка, организованность космоса, которая противостоит хаосу и формирует человеческую добродетель. В современной трактовке Гармония (от греч. *harmonia* — связь, стройность) — слияние различных компонентов объекта в единое органичное целое или соразмерность частей. Основополагающими понятиями применительно к композиции являются единство и целостность.

Единство — это общность, неразрывность, взаимосвязь разных объектов или элементов одного целого в определенной последовательности и системе связей. Целостность — определяют как внутреннее единство объекта и его обособленность независимость от окружающей среды. Целостность композиции и единство ее элементов проявляются в таком качестве, как гармоничность. Сгармонизированные элементы находятся между собой в неразрывной связи, во

взаимной соразмерности, в соподчинении. За счет соподчинения в композиции устанавливается иерархия составляющих ее элементов: ведущих (главных) — подчиненных — сопутствующих. Таким образом, соподчинение устанавливает единство и целостность композиции.

Единство и целостность рассматриваются как основной закон композиции. При отсутствии единства и целостности форма теряет свои выразительные качества, становится эстетически ущербной [30].

К средствам гармонизации композиции относятся:

- 1) пропорции;
- 2) масштаб;
- 3) контраст и нюанс;
- 4) ритм и метр;
- 5) колорит;
- 6) пластика;
- 7) композиционный прием;
- 8) характер формы элементов;
- 9) фактура и текстура материала.

Разберем средства гармонизации более подробно. Пропорции являются важнейшим средством (приемом гармонизации) композиции. Под пропорционированием понимается метод количественного согласования частей и целого, а также объединение размеров формы в систему с помощью пропорций. Пропорционирование способствует достижению эстетической целостности, гармоничности формы. Под пропорцией (от лат. *proportio* — соразмерность, определенное соотношение частей между собой) понимают определенное соотношение величин, которое связывает отдельные части и параметры формы в единое целое. Например, соотношение основных параметров формы (длина, ширина, высота) характеризует объект как целое. В математике под пропорцией понимается равенство между двумя отношениями четырех величин $a/b = c/d$, или геометрическая прогрессия $1:2 = 2:4 = 4:8 = 8:16 \dots$

Форму в дизайне можно определить как выражение структуры изделия или комплекса вещей. Форма должна соответствовать назначению и техническим характеристикам, эстетическим, технологическим и эргономическим требованиям, предъявляемым к изделиям. К основным принципам формообразования промышленных изделий относятся:

- 1) информационная выразительность;
- 2) рациональность формы;
- 3) целостность композиции;
- 4) совершенство производственного исполнения.

При проектировании форма проходит три стадии. Соответственно можно говорить о трех видах форм [2]:

1. Функциональная или утилитарная форма. Определяется назначением или утилитарными потребностями человека.

2. Конструктивная форма. Требуется рационального использования физических и механических свойств материалов и конструкций для выполнения заданной функции.

3. Эстетическая форма. Отвечает потребностям в красивых вещах.

Эти стадии можно наблюдать при разработке большинства промышленных изделий: мебели, холодильников, одежды, электроприборов и т.д. Представление о форме может быть создано через анализ результатов следующих процессов:

1. Неуправляемые явления (образование гор, булыжника и т.д.).

2. Процессы, подчиняющиеся физическим и химическим законам (образование кристаллов пара и т.п.).

3. Процессы, управляемые генами (генная инженерия).

4. Процессы, регулируемые потребностями (гнезда, плотины бобров, промышленные изделия).

Для изделия в целом основной характеристикой служит его структура. Для элементов изделия с позиций технической эстетики основные характеристики — это форма, материал, размер, состояние поверхности. На рис. 4.2 показана условная шкала значения внешнего вида для различных объектов промышленного и бытового назначения.

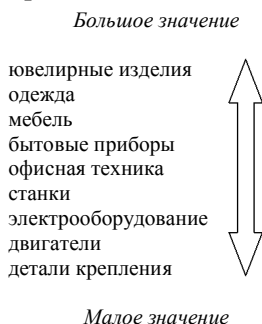


Рис. 4.2. Условная шкала значения внешнего вида

Факторы, влияющие на разработку той или иной формы для промышленного изделия, могут быть скомпонованы по группам: факторы проектирования, производственные факторы, эксплуатационные факторы и факторы продажи (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Факторы формы

Фактор	Свойства	Объекты
Факторы проектирования	Конструктор	Знания. Воображение. Творчество. Привычки. Личный вкус. Время
	Форма	Цели. Экономика. Типы изделий. Политика. Условия работы. Контракты
	Общество	Законы. Стандарты. Ресурсы. Патенты
Производственные факторы	Технологический процесс. Сборка. Контроль	Выполнимость. Экономичность. Квалификация
Эксплуатационные факторы	Процесс эксплуатации	Характер функции
	Потребитель	Монтаж. Работа. Экономика. Субъективные условия
	Окружающая среда	Влияние изделия на среду. Влияние среды на изделие
Факторы продаж		Упаковка. Транспортирование. Складирование. Рынок. Конкуренты

Содержание и форма относятся к философским категориям, определяющим форму как способ существования и выражения содержания, а содержание — как опережающую сторону целого или совокупности его частей. В ходе научно-технического прогресса, особенно в период промышленных революций, образуется несоответствие содержания и формы, которое в итоге разрешается «сбрасыванием» старой и возникновением новой формы, соответствующей новому содержанию. В социально-экономическом плане эти процессы аналогичны изменению способа производства, связанным с опережающим характером развития производительных сил и неизбежным конфликтом между ними и тормозящими их развитие производственными отношениями. Например, первые легковые автомобили формой кузова повторяли колесные экипажи. Со временем автотранспорт приобрел самостоятельные формы, соответствующие содержанию, т.е. выполняемой функции с принесением соответствующей этой функции пользе: легковой, грузовой, микро, гоночный и т.д. [27].

Необходимо, хотя бы в общем виде, проследить взаимосвязь выполняемой функции с технической эстетикой и эргономикой, приводящей к необходимости гармонизации технических объектов. Известно, что под качеством продукции принято понимать совокупность свойств, определяющих пригодность продукции для удовлетворения определенных потребностей. Ниже перечислены основные показатели качества для технической продукции:

- 1) показатели назначения;
- 2) показатели надежности;
- 3) эргономические показатели;
- 4) эстетические показатели;
- 5) показатели технологичности;
- 6) показатели унификации;
- 7) показатели транспортабельности;
- 8) патентно-правовые показатели;
- 9) экологические показатели;
- 10) показатели безопасности.

Очевидно, что по крайней мере две группы показателей напрямую связаны с технической эстетикой (3 и 4) и еще три группы влияют на качество косвенно (1, 5, 10).

Продолжим определения средств гармонизации. Масштаб (от нем. *masstab*) в композиции связывается с представлением человека о величинном соотношении объекта и его элементов. Композиция имеет крупный масштаб, если она состоит из крупных (в сравнении с ее общей величиной) частей. Если элементы малы по сравнению с общими размерами целого, то говорят, что композиция имеет малый масштаб. Контраст (от франц. *contraste*) определяют как резкую противоположность. Применительно к композиции о контрасте можно говорить как о существенном различии элементов формы. Нюанс (от франц. *nuance*), вообще говоря, означает оттенок. В композиции нюанс — это незначительные различия однородных элементов формы или едва заметный переход в цвете [18, 45].

Ритм (от греч. *rhythmos*), или ритмический порядок, также является одним из средств композиции. Ритм связывают с закономерным чередованием элементов во времени и пространстве. Ритм характеризуется последовательным закономерным изменением интервалов или размеров элементов ряда, или тех и других одновременно. Метр (от франц. *metre*, от греч. *metrox* — мера), или метрический строй (ряд), — это равномерное чередование (повтор) элементов формы и интервалов между ними. Различают простой метрический ряд, состоящий из одинаковых элементов с равными интервалами между ними (например, вентиляционные отверстия на оборудовании, архитектурная композиция Нового Арбата в Москве) и сложный метрический ряд, в котором одинаковые группы элементов повторяются через равные интервалы.

Колорит (от итал. *colorito*, от лат. *color* — цвет) определяют как систему цветовых сочетаний. Создано большое число цветовых рядов, в построении которых используется то или иное их свойство цвета — цветовой тон, насыщенность или светлота. Колорит — одно из важнейших средств эмоциональной выразительности — может быть теплым (преимущественно красные, оранжевые, желтые тона) и холодным (в основном синие, зеленые, желтые тона), спокойным и напряженным, ярким и блеклым, основанным на чистых цветах и на использовании тона.

Цветовой тон — это качество цвета, благодаря которому данный цвет отличается от других цветов (например, красный от зеленого).

Зависит от длины доминирующей (основной) световой волны (спектр). Численно выражается в нанометрах ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). Цвет — свойство света вызывать определенное зрительное ощущение в соответствии со спектральным составом излучения. Свет разных длин волн λ возбуждает разные цветовые ощущения (спектр). В принципе любой цвет можно обозначить с помощью трех характеристик: цветовой тон, насыщенность цвета, светлота цвета. На особенностях цветового восприятия человека построены разные способы создания цветовой гармонии — колорита [9, 13].

На восприятие цвета предмета влияют:

- 1) окраска предмета (способность отражать излучения с теми или иными длинами волн);
- 2) освещение, а именно длина волн падающих на предмет лучей;
- 3) цветовая чувствительность человека.

Насыщенность (чистота) цвета — степень выраженности цветового тона в цветовом ощущении. Насыщенность показывает, насколько данный цвет близок к цвету соответствующего монохроматического излучения (например, розовый к спектральному красному). Выражается насыщенность в процентах. Чистота — это степень приближения данного цвета к чистому спектральному, выражаемая в долях единицы или в процентах. Наибольшей чистотой обладают цвета спектра. Поэтому чистота всех спектральных цветов принимается за единицу, несмотря на их различную насыщенность. Наиболее насыщен синий цвет, наименее — желтый. Особенно насыщенные цвета наблюдаются в спектре, который не содержит примесей белого или черного.

Насыщенность, или чистота цвета, (P) может быть большой ($P > 40\%$), средней ($P = 20 \dots 40\%$), малой ($P < 20\%$). Однако в интерьере дизайнер работает не со спектральными цветами, а с цветами различных цветоносителей, в первую очередь красок. И здесь наряду с чистотой приобретает особое значение насыщенность краски (M), т.е. процентное содержание по массе чистого хроматического пигмента в красящем составе.

Светлота, или яркость цвета, является относительной характеристикой цвета. Обычно ее связывают с общим ощущением, которое

вызывает окраска предметов, сильнее или слабее отражающих свет. Относительная светлота цвета, или его коэффициент отражения ρ , определяется отношением отраженного светового потока ко всему падающему на него потоку (выражается в процентах). Различают цвета очень темные ($\rho < 10\%$), темные ($\rho = 10 \dots 20\%$), средней светлоты ($\rho = 20 \dots 40\%$), светлые ($\rho = 40 \dots 60\%$), очень светлые ($\rho > 60\%$).

Все цвета делятся на ахроматические и хроматические. Хроматический цвет (от греч. *chromatos* — цвет) — цвет чего-либо, воспринимающийся человеком как окрашенный. Поверхность воспринимается окрашенной, если она отражает световые лучи избирательно, т.е. отражает одни излучения больше других. Хроматическим является любой цвет спектра, а также их разнообразные сочетания (в отличие от ахроматических — бесцветных — белого, серых, черного). Хроматический цвет имеет характеристики и по цветовому тону, и по насыщенности, и по светлоте. Хроматические цвета имеют определенные психофизиологические характеристики, в соответствии с которыми они делятся на возбуждающие и успокаивающие, теплые и холодные, тяжелые и легкие, выступающие, отступающие и др. Ахроматический цвет (от греч. *achromatos* — бесцветный) — цвет, воспринимаемый как неокрашенный. Если поверхность отражает видимые лучи неизбирательно (в той же пропорции, в которой они есть в солнечном спектре), она воспринимается окрашенной в ахроматические цвета — белый, серый, черный. Ахроматический цвет оказывает одинаковое воздействие на все три типа колбочковых клеток сетчатки глаза и характеризуется только одной величиной — светлотой. Степень «серости» окраски предмета может зависеть от источника света.

Слово «спектр» происходит от лат. *spectrum* — представление, образ. Солнечный спектр — это совокупность цветовых полос, получающихся при прохождении светового луча через преломляющую среду. Принято различать в спектре семь основных цветов: красный (вызывается волной света с длиной $\lambda = 640$ нм), оранжевый ($\lambda = 600$ нм), желтый ($\lambda = 580$ нм), зеленый ($\lambda = 520$ нм), голубой ($\lambda = 480$ нм), синий ($\lambda = 470$ нм), фиолетовый ($\lambda = 460$ нм).

Под пластикой (от греч. *plastike*) понимается выразительность объемной формы. Пластика является характеристикой плавности перехода одних линий или плоскостей формы в другие линии или плоскости. Пластика формы связана с рельефностью, глубинностью, насыщенностью светом.

Фактура (от греч. *factura* — обработка) — характер поверхности изделия, который определяется свойствами материала и способом его обработки. Фактура — одно из коренных свойств предметного мира, которое (наряду с формой, цветом, размерами) помогает человеку ориентироваться в окружающем. Фактура может быть слабо выраженной, неприметной, приглушенной, острохарактерной. Так, различаются фактуры у дерева, обтесанного топором, обструганного ножом, отделанного рубанком или отполированного наждачной бумагой. Фактурные особенности с трудом поддаются анализу и описанию. Текстура (от лат. *textura* — ткань, строение) — своеобразный рисунок внутренней структуры материала (например, рисунок на срезе дерева или полированной поверхности камня).

Подводя итог рассмотрению понятия «композиция» и, учитывая различные аспекты данного понятия, дадим еще одно определение, наиболее полно, по нашему мнению, отражающее смысл композиции в области инженерного проектирования. Композиция — это организованная форма с учетом как функционально-конструктивных и технологических факторов, так и ряда закономерностей, продиктованных требованиями гармонизации формы. Исходя из сказанного, формообразование — это процесс создания формы изделия на основе двуединого взгляда: инженерный проект (технические требования) и дизайнерская форма (закономерности формообразования).

К основным категориям композиции принято относить тектонику и объемно-пространственную структуру. Под тектоникой понимается отражение в форме изделия работы его конструкции и организации материала. Тектоника — это своего рода «искренность» формы по отношению к конструкции и материалу. Отношения «материал — пространство» несут в себе тектонические отношения, а отношения «объем — пространство» дают представление о характере объемно-пространственной структуры (ОПС). В табл. 4.3 приведены основные характеристики композиции.

Таблица 4.3

Основные характеристики композиции

Свойства и качества композиции	Средства композиции
Пропорциональность	Пропорции
Масштабность	Масштаб
Композиционное равновесие	Взаимосвязь масштаба и пропорций
Единство характера формы всех элементов	Контраст
Колористическое и тональное единство	Нюанс (аккомпанемент контраста)
Единство стиля	Ритм
Образность формы	Метрический повтор (метр)
Целостность формы	Характер формы
Соподчиненность элементов	Цвет и тон
Симметрия	Фактура и текстура материала
Динамичность	Пластика
Статичность	Композиционный прием (идея композиции)

4.2.2. Связь технической эстетики с проектированием

В 1959 году в Стокгольме на первом конгрессе Международного совета обществ по художественному конструированию (ИКСИД) был принят термин «industrial design». С тех пор многие специалисты при работе в промышленности используют термин «дизайн»; процесс проектирования при этом именуют художественным конструированием, а теорию дизайна — технической эстетикой (рис. 4.3).

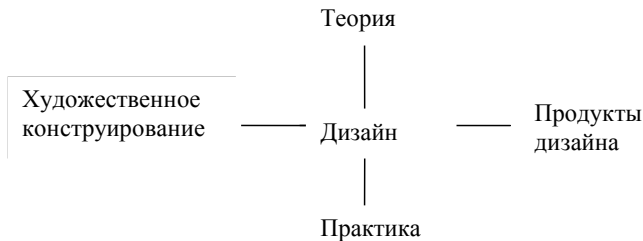


Рис. 4.3. Место дизайна как понятия

Техническое проектирование связано с созданием предмета (изделия) в его технической целесообразности. Художественное конструирование формирует предмет как потребительскую ценность, наполняя его общественным содержанием, делая полезным, удобным, красивым. Эстетика как наука изучает эстетические отношения человека и действительность в различных сферах его практики: в отношениях к природе, искусству, труду и к технике (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Соотношение различных областей деятельности

Этапы деятельности	Области деятельности			
	Архитектура	Искусство	Техника. Инженерное дело	Дизайн, «промышленное искусство»
Теория	Теория архитектуры	Теория искусства	Технические дисциплины	Техническая эстетика (теория дизайна)
Процесс	Архитектурное проектирование	Художественное творчество	Техническое (инженерное) конструирование	Дизайнерское проектирование. Художественное конструирование
Специалист	Архитектор	Художник	Инженер-конструктор	Дизайнер. Художник-конструктор
Результат	Архитектурные сооружения	Произведения искусства	Продукты техники: конструкция, техническая функция, технология, технические свойства	Продукты дизайна: потребительские ценности, потребительские свойства (польза, удобство, красота)

Целью дизайна в конечном счете, остается производство материальных ценностей, которые на основе художественного проектирования приобретают и эстетическую ценность [6, 41].

Система «человек — предмет» означает, что человек создает искусственную материальную среду, т.е. осуществляет процесс производства и что эта предметная среда является продуктом его трудовой деятельности. Предметная среда — жизненное средство, без

которого человек не может существовать. Среда удовлетворяет материальные потребности человека — служит ему (пища, одежда, жилище).

Вместе с изменением способа производства материальных благ, количеством и качеством производимых продуктов труда, менялся и сам человек, его отношение к природе и окружающей среде. Итогом этих процессов является «очеловеченный предмет» и «определенный человек», существующие как стороны единого отношения, включенного в предметную практически-чувственную деятельность. Человек, формируя предметный мир, создавая новые орудия труда, преобразует условия своего существования и самого себя. В результате преобразования материальной среды и потребления новых продуктов труда формируется новый человек, сущность которого определяется его предметной деятельностью.

Человек производит и потребляет — предметная среда формируется и функционирует; предметная деятельность становится сущностью бытия человека и созданной им предметной среды. Определенность — это переход совершаемого субъектом процесса в объект, превращение действующей способности в форму предмета. Распредмечивание — это обратный переход предметности в живой процесс, в действующую способность. В сущности, этот переход являет собой творческое начало освоения субъектом предметных форм культуры, а с их помощью и природы.

Природные тела в процессе труда приобретают новую конструктивно-техническую структуру (новую морфологию), которая выступает как непосредственная цель производства вещей. Продукт труда должен стать предметом потребления. Как предмет потребления продукт труда приобретает особые свойства: он выполняет полезную функцию, становится благом, потребительской ценностью.

Изучение потребительской ценности вещей входит в задачи теории ценностей — аксиологии. Аксиология (от греч. *axia* — ценность) — теория ценностей, один из разделов философии. Аксиология изучает вопросы, связанные с природой ценностей и их место в реальности; структуру ценностного мира, т.е. связи различных ценностей между собой, а также с социальными и культурными факторами и структурой личности. Впервые вопрос о ценностях был поставлен Сокра-

том, сделавшим его центральным пунктом своей философии и сформулированный им в виде вопроса о том, что есть благо. Благо есть реализованная ценность — полезность, т.е. ценность и польза две стороны одной и той же медали. В античной и средневековой философии вопрос о ценностях был непосредственно включен в структуру вопроса о бытии: полнота бытия понималась как абсолютная ценность для человека, выражавшая одновременно этические и эстетические идеалы. В концепции Платона Единое, или Благо, было тождественно Бытию, Добру и Красоте. Соответственно, аксиология как особый раздел философского знания возникает тогда, когда понятие бытия расщепляется на два элемента: реальность и ценность как возможность практической реализации. Задача аксиологии в таком случае — показать возможности практического разума в общей структуре бытия [7].

Если в процессе производства видоизменяется морфология вещей, то в процессе потребления меняется сам человек. Потребление превращает продукт производства в предмет потребления. Предмет деятельности человека выступает в двойственном виде — природно-морфологическом и общественно-ценностном. Общественно-ценностные свойства (польза, удобство, красота) нельзя обнаружить в вещах путем физического или химического анализа, путем простых измерений, взвешиваний и т.п. Эти свойства могут быть обнаружены в вещах лишь с помощью социальных критериев. Полезность вещи неотделима от ее природных свойств и вещественного содержания, но она не сводится к естественно-природным характеристикам. Предметная форма реализуется через полезность, а полезность тем самым «опредмечивается», становится конкретной вещью. В этом смысле морфология аксиологична, а аксиология морфологична. Степень полезности изделий определяет уровень их общественной ценности. Степень полезности условно может быть определена как отношение имеющихся (реальных) потребительских свойств к некоему идеальному варианту изделия. На практике степень полезности может образовывать своеобразный ценностный ряд — шкалу, определяющую меру общественной ценности вещей. Такая шкала создается на основе массового потребления, формирующего среднюю норму ценности. При этом постоянно идет процесс

убывания ценности вещей, вызванный появлением новых, более совершенных изделий [19].

Девальвация мер общественной ценности, а следовательно, и потребительской ценности всей массы предметов потребления — постоянный процесс, порождаемый непрерывным развитием производства. В процессе общественного потребления формируются не только ценности, но и сам потребитель с его общественно-ценностными запросами и потребностями. В системе «человек — предмет» существуют две стороны взаимодействия. Первая сторона — это связь производства и потребления; вторая — степень полезности. Производство представляет собой сферу преобразования материальных структур и тем самым может быть отнесено к морфологии. Потребление является сферой формирования ценностей и относится к аксиологии. Основная цель производства — добиться максимально полезного эффекта при наименьших затратах времени, сил, энергии. Общая модель предметной деятельности включает четыре взаимосвязанных сферы: проектирование, производство, распределение, потребление. Каждая вещь существует в четырех особых формах: как проект — идея, как продукт производства, как товар, как предмет потребления. В результатах проектирования должны содержаться ответы на вопросы как о технологии производства изделия, так и о его будущем потреблении. Функции вещей и людей во взаимосвязанных сферах практической деятельности показаны на рис. 4.4 [15]. Номерами на рисунке, в зависимости от сферы деятельности, обозначены: 1 — разработчик проекта, рабочий, работник торговой сферы, потребитель; 2 — средства труда (инструменты, приборы, машины и т.п.); 3 — условия труда (окружающая среда, предметы, сопровождающие соответствующие процессы); 4 — исходные данные для проектирования (сырье и полуфабрикаты, товар); 5 — результат труда (проект, изделие, покупка); 6 — предмет потребления; 7 — средства потребления (вещи, участвующие в процессе потребления); 8 — условия потребления (среда, предметы, непосредственно не участвующие в процессе потребления, но без которых он невозможен); 9 — потребитель; 10 — человек, в процессе удовлетворения потребности.

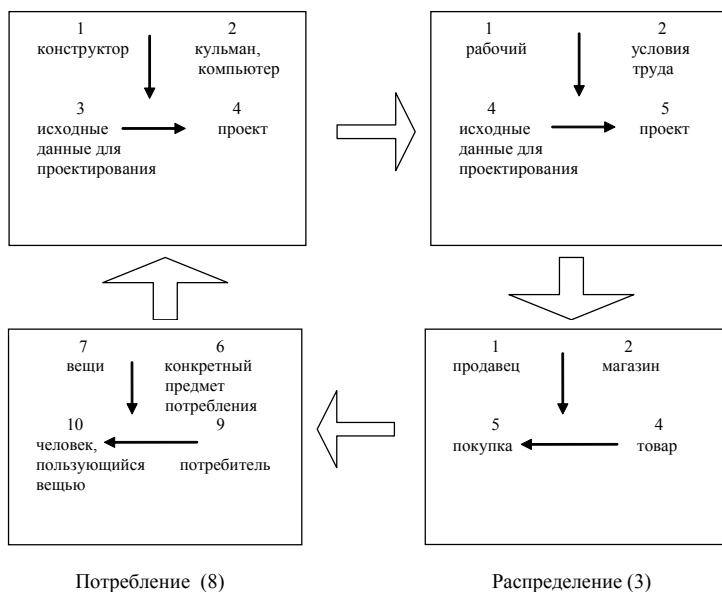


Рис. 4.4. Цикл «человек — предмет»

Проектирование зависит как от морфологии вещей (виды и типы вещей, особенности среды), так и от социальных ценностей предметной среды. Цель проектирования — создание совершенной предметной среды для человека с помощью проектных средств, направляющих и корректирующих развитие общественного производства и потребления. Проектирование должно исходить из реальных противоречий предметного мира, которые существуют и проявляются в том, что современное поколение, с одной стороны, продолжает унаследованную деятельность в совершенно изменившихся условиях, а с другой — видоизменяет старые условия посредством изменения собственной деятельности [26].

4.2.3. Социальные аспекты эстетики и проектирования

Проект является продуктом дизайнерского творчества. Предметы, созданные и потребляемые человеком, живут двойственной жизнью. В качестве материальных тел они существуют по техническим (природным) законам, а как общественные предметы — по законам

социальной действительности. К природным свойствам относятся физические, механические, химические, энергетические свойства веществ. К социальным — польза, удобство, красота. Исходя из разделения вещей на продукты труда и предметы потребления, общественные свойства вещей могут быть подразделены на две группы — производственные и эксплуатационные. Производственные свойства могут быть подразделены на экономические (человеческий труд и др.) и конструктивно-технические (преобразование формы предмета труда). Эксплуатационные свойства можно разделить на потребительские (удовлетворяющие потребности человека) и технико-эксплуатационные (преобразование формы в процессе эксплуатации) [29].

Основные общественно-ценностные характеристики вещи, выступающей в качестве потребительской стоимости (или блага) — это техническое совершенство, экономическая эффективность, целесообразность и др. Техническое совершенство напрямую связано с техническими свойствами (прочность, надежность, долговечность и др.). При этом изделие должно быть не только совершенным, но и рациональным, экономически эффективным. Чем меньше затраты на получение «полезности» (необходимых потребительских свойств), тем выше экономический эффект. Полезность вещи — это комплекс свойств, удовлетворяющих материальные и духовные потребности людей. Полезность можно оценивать по нескольким критериям: функция изделия, способность удовлетворять потребность и степень полезности (общественная ценность). Удобство выступает по отношению к пользе в качестве количественного показателя сокращения сил и энергии человека на потребление продукта для получения желаемого полезного эффекта. Удобство — это своеобразный коэффициент полезного действия. Чтобы «потребить единицу полезности», человеку необходимо прилагать большие или меньшие усилия в зависимости от того, удобна или неудобна для потребления данная вещь. Совершенное, экономически эффективное, полезное и удобное в эксплуатации изделие должно обладать свойством целесообразности, которое можно соотнести с временным критерием. То, что сегодня является совершенным и эффективным, завтра может оказаться совершенно ненужным.

Общественные (социальные) свойства обладают рядом специфических особенностей, к которым можно отнести следующие:

1) они не могут быть зарегистрированы с помощью технических средств;

2) они существуют в вещах независимо от воли отдельных индивидов;

3) их ценность является относительной. Появление новых вещей приводит к процессу переоценки;

4) социальная ценность измеряется социальными нормами (идеалы, мода, престиж).

Дизайнеру необходимо учитывать не только вопросы морфологии (формы), но и социальную ценность (аксиологию). Формообразующий процесс порождает утилитарно оправданную форму вещей, имеющую функциональную и конструктивную ценность. Композиционный поиск обеспечивает достижение единства, целостность формы и наделяет форму особой композиционной функцией и ценностью. Полезные, удобные, целесообразные изделия наилучшим образом удовлетворяющие потребности человека, вызывают у людей чувство удовольствия. Такие вещи называют хорошими или прекрасными. Форма предмета отражает его общественную ценность, служит ее наглядно-чувственным выразителем, а ценность, получившая выражение в форме, становится эстетической ценностью. Свойство вещи выражать в чувственно воспринимаемых признаках формы свою общественную ценность (степень совершенства, полезность, целесообразность и т.п.) называют эстетическим свойством вещи. Формы, наделенные положительными признаками такого рода, называют красивыми формами, а сопутствующее их восприятию и оценке чувственное переживание — эстетическим чувством. Эстетическое как категория может быть определено как чувственно воспринимаемая мера социальной (общественной) ценности вещей и предметного окружения человека [42].

Результаты дизайнерской работы могут рассматриваться в четырех аспектах: как утилитарные вещи, вступающие в контакт с человеком и выполняющие отведенные им функции в системе «человек — предмет», как социальные ценности, обладающие специфиче-

ческой формой, как эстетические ценности, выступающие в системе «предмет и его морфология» как средства художественно-образного отражения действительности [48].

На схеме (рис. 4.5) представлен комплекс связей, охватывающих сферы производства — 1, распределения — 2, потребления — 3 и культуры — 4. В каждой из этих сфер выделяется материализованная часть (средства труда, товары, предметы потребления, средства массовых коммуникации) и социальная часть, связанная с общественными отношениями (производственными, экономическими, культурно-идеологическими). Результаты деятельности людей возникают в виде особого продукта (продукты труда, формы собственности, ценности жизни, социальный заказ на производство определенных вещей).

Конечный продукт цикла предметной деятельности — формирование социального заказа в виде идей, проектов, новых форм организации жизнедеятельности людей.

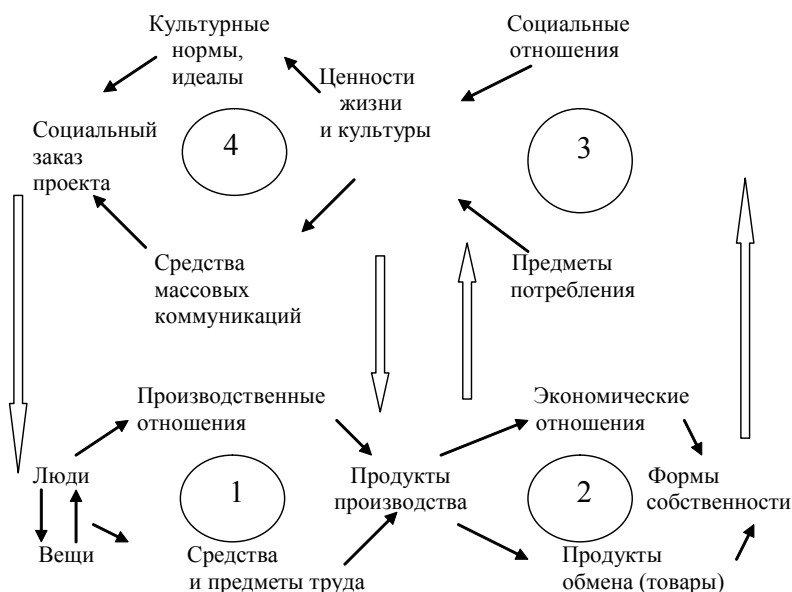


Рис. 4.5. Формирование предметной среды

На рис. 4.6 показано соотношение прогнозов искусственной среды. Стрелками обозначены связи и контакты для определенной предметной области («предметной плоскости»). Точки обозначают уровень развития производства, науки, техники, культуры, искусства. Изменения положения точек изменит положение всей плоскости, изменяя геометрию рисунка, в сущности, геометрию предметного мира, мира вещей. Эта геометрия по-своему диктует направления и уровень развития различных видов деятельности как отдельных элементов целого. Предметная область является тем связующим элементом, который может балансировать развитие отдельных видов деятельности, как, например, производство целлюлозы, полиграфическое производство и содержание изданий.

Раскрытие внутренних законов развития предметной среды, фиксирующей развитие общественных процессов и всей социальной жизни, является основным имманентным законом развития предметной и социальной среды, материальных условий существования людей и их потребностей [34]. Социальный контакт проявляется через машины, приборы, здания, книги и т.п., функционирующие вместе с людьми в сферах труда, быта, культуры. Комплексный анализ развития среды и процессов ее целостного формирования на основе законов композиции формообразования является вторым методологическим принципом. Комплексный анализ предполагает наличие критериев оптимальности, специфика которых обусловлена процессами прогнозирования и проектирования предметной среды и объективными социальными законами производства и потребления (способа производства). Сопоставление полезного эффекта и затрат труда может служить критерием уровня развития производительных сил, которые наиболее точно фиксируют достигнутый уровень технического прогресса, хотя и не раскрывают конкретной картины производственных отношений и доминирующего в данном обществе способа производства. Еще одним методологическим принципом можно считать рассмотрение перспектив развития предметной среды с помощью определенных этапов. Построение вероятностных прогнозов связывается с созданием картин состояний среды по временной оси с учетом будущей физической и моральной амортизации промышленного оборудования и предметной среды. Четвертым принципом

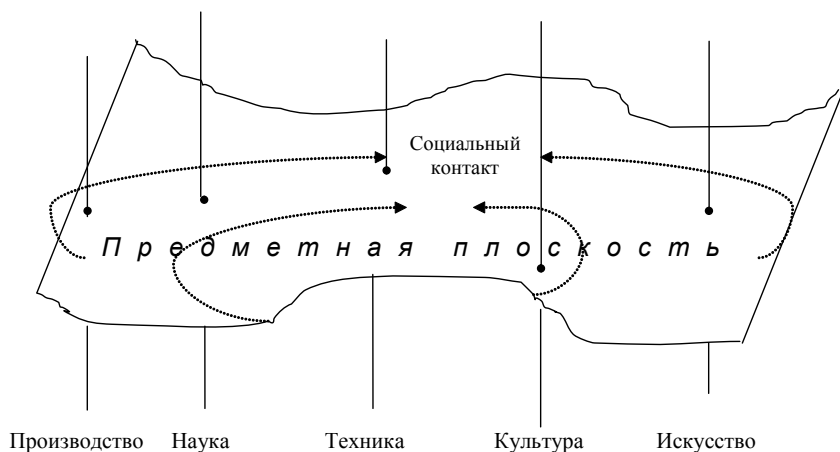


Рис. 4.6. Прогнозирование развития искусственной среды

служит социально-ценностное отношение к будущей общественной среде (формации). То, что заложено в качестве прогноза, должно быть принято будущим потребителем и оценено как отвечающее его потребностям (не сегодняшним, а будущим), вкусам и идеалам.

4.3. Социотехнические системы

4.3.1. Эргономика как наука

Вначале попробуем установить взаимосвязь между такими понятиями, как «промышленное производство» и «эргономика». При этом по необходимости придется еще раз обратиться к определению понятия «эстетика». Эстетика (от греч. *aisthetikos* — чувствующий, чувственный) может быть определена и как наука о закономерностях эстетического освоения человеком мира, о сущности и формах творчества по законам красоты [27]. С середины XIX века в связи с ростом промышленного производства начинает развиваться новое направление — техническая эстетика. Следует отметить, что промышленное, или машинное, производство основано по определению на массовом, повсеместном применении машин. Возникшее в результате промышленной революции, о 2-й половине XVIII века, промышленное производство сменило мануфактурное [12].

При становлении промышленного производства появилось новое для того времени противоречие между старыми формами и новыми технологиями: вещи приобретали характер дешевой подделки. Таким образом и появились предпосылки для становления технической эстетики и дизайна. Более резко стала проявляться опасность и вредность оборудования для человека: возникло основание для становления эргономики и охраны труда. Кроме того, переход на промышленные, а впоследствии и индустриальные способы изготовления продукции разделил этапы проектирования и производства. Проектировщик — конструктор, дизайнер, архитектор отделяется от непосредственных создателей изделий — технолога, рабочего. В процессе промышленного производства уже нельзя было изменить форму вещей, так как это делал раньше ремесленник [34].

Производственная, или промышленная, эстетика, являясь одним из разделов эстетики, направлена на организацию производства на основе красоты и целесообразности. Цель производственной эстетики — создать такие условия производства, которые способствуют сохранению здоровья рабочих и росту производительности труда. Как научно-практическое направление производственная эстетика развивается по следующим направлениям:

- 1) комплексное проектирование промышленных сооружений;
- 2) эргодизайн орудий труда;
- 3) создание удобной и красивой рабочей одежды;
- 4) оформление интерьеров производственных помещений.

Что такое эргономика? Существует довольно обширный ряд определений данного понятия. Эргономика — это наука, изучающая человека (или группу людей) и его (их) деятельность в процессе производства. Цель эргономики — оптимизация орудий, условий и процесса труда. Объектом исследования эргономики как науки являются системы «человек — машина» (ЧМ), в том числе эргатические системы. Под эргатическими системами понимаются сложные системы управления, составным элементом которых является «человек — оператор» или группа операторов (например, система управления самолетом, диспетчерские службы на вокзалах, в аэропортах). Эргатические системы являются разновидностью систем ЧМ. Заметим, что под машиной мы будем понимать любое устройство,

совершающее полезную работу с преобразованием энергии, материалов или информации.

Эргономические требования к технике — это совокупность показателей, которые определяются свойствами и возможностями человека управлять, обслуживать и использовать технику с требуемым качеством и без ущерба для здоровья. Эргономические требования к эргатической системе определяют [16]:

- 1) распределение и согласование функций между человеком и техникой;
- 2) численность и квалификацию работающих;
- 3) процессы деятельности (алгоритм, напряженность и т.д.);
- 4) средства деятельности (оборудование рабочего места, средства отображения информации, органы управления и т.д.);
- 5) условия деятельности (микроклимат, шум и т.д.).

Эргономика возникла на стыке психологии, физиологии, гигиены труда, антропологии, философии, социологии и, конечно, технических наук. Именно полипредметность определила ключевой метод исследования в эргономике — системный анализ. К основным разделам эргономики принято относить:

- 1) антропometriю;
- 2) физиологию и психофизиологию труда;
- 3) психологию труда и инженерную психологию;
- 4) гигиену труда.

В то же время эргономика является проектной дисциплиной, поэтому в ее задачи входят:

- 1) разработка методов системного анализа;
- 2) оценка и проектирование целесообразных вариантов человеческой деятельности;
- 3) разработка методов учета человеческого фактора при модернизации действующей и создании новой техники и технологии;
- 4) создание технических средств для профессионального обучения.

Грамотный учет эргономических требований при проектировании техники и условий ее функционирования обеспечивает:

- 1) повышение эффективности и качества труда;
- 2) удобство эксплуатации и обслуживания техники;

- 3) улучшение условий труда;
- 4) сокращение сроков освоения техники.

Система «человек — машина — среда» (СЧМС) — это не физическая конструкция или тип организации, а определенная концепция или структура, используемая при анализе различных систем. При этом человек или группа людей, техника, среда и процессы, а также их взаимодействия, рассматриваются как сложное целое, в котором ведущая роль принадлежит человеку — оператору. Оператор во многом определяет эффективность и надежность работы систем управления производством, транспортом, связью и т.п. Таким образом, СЧМС может быть определена как сложная система, в которой человек взаимодействует с техническими устройствами в процессе производства, управления, обработки информации и т.д. Изучением и разработкой СЧМС занимается не только эргономика, но и специальная наука — системотехника — научное направление по проектированию, созданию, испытанию и эксплуатации сложных систем.

Взаимодействие «человек — машина» — это процесс воздействия человека и машины друг на друга, обмен сообщениями между ними (компьютеры, роботы, автоматы, станки, транспорт и т.д.). Эти взаимодействия и исследуются эргономикой. Ведущим принципом организации взаимодействия систем ЧМ является ориентация на человека (оператора) с целью наиболее полного и рационального использования его потенциала. Передачу информации в обоих направлениях — от человека к машине и от машины к человеку — стремятся сделать естественной для человека, а процедуры взаимодействия гибкими и удобными для него. Наиболее развитая форма взаимодействия систем ЧМ достигается в диалоговых системах [21, 43].

Помочь в осуществлении вышеуказанных связей призвана наука, носящая название антропометрия. Антропометрия (от греч. *antropos* — человек и *metreo* — измеряю) — система измерений человеческого тела и его частей; смежный раздел научных дисциплин антропологии и эргономики. Измерения связаны с так называемыми антропометрическими факторами — набором параметров или размеров человеческого тела, позволяющим определить соответствие изделия размерам и форме телу человека и его массе. Тесно связана с антропометрией соматография. Соматография (от греч. *somatos* — тело

и grapho — пишу) — система изображений человеческого тела и его частей. Применяется на промежуточных стадиях проектирования с тем, чтобы исключить в проекте эргономические просчеты (например, для проверки размеров промышленного оборудования на соответствие росту и зонам достигаемости операторами с различными антропометрическими данными органов управления).

Антропометрия базируется на данных антропологии — науке о биологической природе человека, Антропометрия, сформировавшаяся как наука в середине XIX века, изучает происхождение и эволюцию человека, образование человеческих рас и физическое строение человека. В свою очередь, антропология связана непосредственно с физиологией (от греч. physis — природа) — наукой о жизнедеятельности организма и его отдельных частей — клеток, органов, функциональных систем. Физиология изучает механизмы различных функций живого организма (рост, размножение, дыхание и др.), их связь между собой, регуляцию и приспособление к внешней среде, происхождение и становление в процессе эволюции и индивидуального развития особи. Физиология труда — смежный раздел физиологии и эргономики — наука, изучающая функционирование человеческого организма во время трудовой деятельности. Вырабатывает принципы и нормы, которые способствуют повышению эффективности, улучшению и оздоровлению условий труда. Выводы физиологии труда используются в эргодизайне промышленного оборудования и научной организации труда. Физиологические факторы приспособления техники к человеку определяют соответствие машины силовым, скоростным, зрительным и слуховым возможностям человека [44].

Несколько слов о научной организации труда (НОТ). НОТ — процесс улучшения организации труда на основе достижений науки и техники, физиологии и гигиены труда. В СССР возникла в начале 1920-х годов. К основным направлениям НОТ относят [31]:

- 1) разработку и внедрение рациональных форм разделения и кооперации труда;
- 2) улучшение организации подбора, подготовки и повышения квалификации кадров;
- 3) совершенствование организации и обслуживания рабочих мест;
- 4) совершенствование трудового процесса, внедрение передовых форм и методов труда;

- 5) совершенствование нормирования труда;
- 6) внедрение рациональных форм и методов материального и морального стимулирования;
- 7) улучшение условий труда (механизация тяжелых работ, устранение опасных и вредных факторов, внедрение достижений производственной эстетики и др.);
- 8) укрепление дисциплины труда.

Что касается гигиены (от греч. *hygienos* — здоровый), то это область медицины, которая изучает влияние условий жизни и труда на здоровье человека и разрабатывает меры профилактики заболеваний для обеспечения оптимальных условий существования, сохранения здоровья и продления жизни человека. Гигиена труда — смежный раздел гигиены и эргономики, который изучает трудовую деятельность человека и производственную среду с точки зрения их возможного влияния на организм, а также разрабатывает меры и гигиенические нормативы, направленные на оздоровление условий труда и предупреждение профессиональных заболеваний. Выводы гигиены труда важны для эргодизайна, охраны труда и НОТ. Гигиеническими факторами на производстве являются: освещенность, вентилируемость, температура, влажность, давление, запыленность, шум, вибрация, токсичность, радиация, гравитационные перегрузки и ускорения.

Немаловажное значение для эргономики имеет и психология (психо — от греч. *psyche* — душа) — наука о психической деятельности человека и ее законах. Основные задачи психологии как науки, в частности, связаны с исследованием трудовой деятельности людей, выработке теоретических основ процессов обучения, управления и др. Как самостоятельная научная дисциплина, отличная от философии и физиологии, психология сложилась в 1870–1880 годы. К основным разделам психологии можно отнести общую психологию, психофизиологию, социальную психологию, педагогическую психологию, детскую психологию, психологию труда, инженерную психологию и др. Из этого далеко не полного перечня нас интересуют прежде всего те научные направления, которые непосредственно связаны с эргономикой. К таковым следует отнести психофизиологию, психологию труда и инженерную психологию [5].

Психофизиология — это раздел физиологии и психологии, изучающий физиологические механизмы, которые обеспечивают осуществление психических процессов и явлений. Психология труда — отрасль психологии, изучающая психологические аспекты трудовой деятельности. Данное научное направление возникло на рубеже XIX–XX веков в связи зарождением НОТ, а также необходимостью решения вопросов профессионального отбора и профориентации, борьбой с профессиональным утомлением и т.п. Позже развиваются психологии отдельных профессий (психология конвейерного труда, космическая психология и др.). Психология продолжает развиваться в непосредственном контакте с физиологией труда, инженерной психологией, эргономикой, технической эстетикой и др.

Инженерная психология — смежная отрасль психологии и эргономики. Она изучает закономерности процессов взаимодействия человека и техники в ходе производственной и управленческой деятельности. Возникла инженерная психология на стыке психологических и технических наук в 1940-х годах. В условиях современного производства физические нагрузки замещаются психологическими, возникает необходимость проектирования принципиально новых систем, в том числе и ЧМС. Основные задачи инженерной психологии связаны с обоснованием условий и норм труда операторов для обеспечения эффективности, надежности, точности, быстродействия СЧМС, а также проведением аттестации рабочих мест. Выводы инженерной психологии используются при профессиональном отборе, профессиональной подготовке, НОТ, они содействуют созданию оптимальных конструкций технических устройств.

Подведем некоторые итоги обзора, посвященного взаимосвязи различных наук с эргономикой, а следовательно, и с технической эстетикой. И снова начнем с определений.

Эргономика (от греч. *ergon* — работа и *nomos* — закон) — научная дисциплина, комплексно изучающая функциональные возможности человека в трудовых процессах, выявляющая закономерности создания оптимальных условий высокоэффективной жизнедеятельности и в первую очередь высокопроизводительного труда [26]. Предмет эргономики — изучение системных закономерностей взаимодействия человека (группы людей) с техническими средствами, пред-

метом деятельности и средой в процессе достижения цели деятельности или при специальной подготовке к ее выполнению. Цель эргономики — повышение эффективности и качества деятельности человека в системе «человек — машина — предмет деятельности — среда обитания» при одновременном сохранении здоровья человека и создании предпосылок для развития его личности.

Основная задача эргономики сводится к проектированию и совершенствованию процессов (способов, алгоритмов, приемов) выполнения деятельности и способов специальной подготовки (обучение, тренировка, адаптация) к ней. Эргономические требования к системе ЧМС формулируются с целью оптимизации деятельности человека с учетом его социально-психологических, антропологических, физиологических и гигиенических характеристик и возможностей. Эргономические требования являются основой при формировании конструкции машины, дизайнерской разработке системы в целом и ее отдельных элементов [25].

Эргономику можно определить и как естественно-научную основу дизайна. Почему? Ответом послужит нижеприведенный перечень факторов, определяющих эргономические требования (табл. 4.5).

Таблица 4.5

Факторы, определяющие эргономические требования

Название факторов	Перечень требований
Социально-психологические	Определяют соответствие конструкции машины и организации рабочих мест характеру и степени группового взаимодействия, а также устанавливают степень опосредования межличностных отношений к содержанию совместной деятельности по управлению объектом
Антропометрические	Определяют соответствие структуры, формы, размеров оборудования, структуре, форме, размерам и массе человеческого тела, соответствию форм изделий анатомической пластике тела человека
Психологические	Определяют соответствие оборудования, технологических процессов и среды возможностям и особенностям восприятия, памяти, мышления, психомоторики человека

Название факторов	Перечень требований
Психофизиологические	Определяют соответствие оборудования зрительным, слуховым и другим возможностям человека, условиям визуального комфорта и ориентирования в предметной среде
Физиологические	Определяют соответствие оборудования физиологическим свойствам человека, его силовым, скоростным, биомеханическим и энергетическим возможностям
Гигиенические	Определяют требования по освещенности, газовому составу воздушной среды, влажности, температуре, давлению, запыленности, вентилируемости, токсичности, напряженности электромагнитных полей, видам излучений, шуму, ультразвуку, вибрациям, гравитационной перегрузке

Научные и технические дисциплины, связанные с эргономикой показаны на рис. 4.7:

1) анатомия (от греч. anatome — рассечение) — наука о строении (преимущественно внутреннем) организма, раздел морфологии;

2) морфология (от греч. morphe — форма) — в биологии, наука о форме и строении организмов;

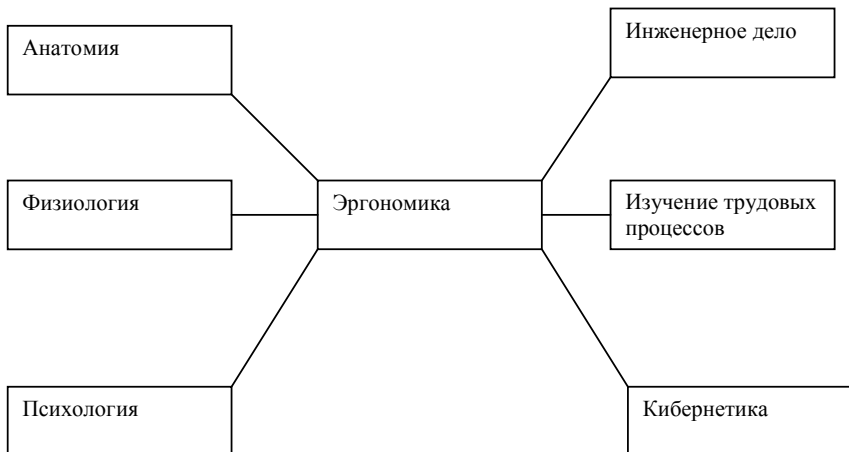


Рис. 4.7. Научные и технические дисциплины, связанные с эргономикой

3) физиология (от греч. physis — природа) — наука о жизнедеятельности целостного организма и его отдельных частей — клеток, органов, функциональных систем;

4) психология (от греч. psyche — душа) — наука о закономерностях, механизмах и фактах психической жизни человека;

5) кибернетика (от греч. kybernetike — искусство управления) — наука об управлении, связи и переработке информации.

4.3.2. Антропометрия

В антропометрии разработана система измерений человеческого тела и его частей, а также морфологических и функциональных признаков тела. В табл. 4.6 приводятся различные виды антропометрических признаков и их краткая характеристика [45].

Таблица 4.6

Антропометрические признаки

Название признаков	Область использования
Классические	Используются при изучении пропорций тела, возрастной морфологии, сравнении различных групп населения
Эргономические	Используются при проектировании изделий и организации труда. Делятся на статические и динамические
Статические	Определяются при неизменном положении человека. Включают размеры отдельных частей тела и габаритные, т.е. наибольшие размеры в разных положениях и позах человека. Эти размеры используются при проектировании изделий (например, определении минимальных проходов и т.п.)
Динамические	Определяются при перемещении тела в пространстве. Характеризуются угловыми и линейными перемещениями (углы вращения в суставах, угол поворота головы, измерения длины руки при ее перемещении вверх, в сторону и т.д.). Используются при определении угла поворота рукояток, педалей, определении зоны видимости и пр.

Наиболее существенным для разработок по технической эстетике, дизайну и эргономике являются правильно сформулированные антропометрические требования к изделиям. Числовые значения

антропометрических данных представляют в виде таблиц, в которых приводятся:

M — среднее арифметическое значение признака;

σ — среднее квадратичное отклонение признака.

Кроме того, широко используется понятие перцентиля — сотая доля измерений совокупности в процентах или значение антропометрического признака для сотой доли совокупности измеренных людей. Если кривую распределения всей совокупности измеренных людей разделить на 100 равных частей, то получим 99 площадей, в каждой из которых будет свое значение признака и частота ее встречаемости. Каждый перцентиль имеет свой номер, совпадающий с его порядком. Например, 1-й перцентиль в распределении отсекает наименьшие значения признака, составляющие 1% от всех его значений; 5-й перцентиль длины тела у мужчин составляет 163,6 см, т.е. это означает, что 5% измеренных людей имеют длину тела 163,6 см и ниже, а 95% — выше. Таким образом, 5-й перцентиль ограничивает на кривой распределения левую часть с 5% численности людей с наименьшими значениями признака. 95-й перцентиль ограничивает аналогичную численность справа. 50-й перцентиль соответствует M . В табл. 4.7 приведен пример результатов измерения антропометрических признаков [31].

Таблица 4.7

Диапазон измерения антропометрических признаков

Интервал	Перцентили	Процент людей, входящих в данный интервал
$M \pm 2\sigma$	1–99	98
$M \pm 2\sigma$	1,5–97,5	95
$M \pm 1,65\sigma$	5–95	90
$M \pm 1,15\sigma$	12,5–87,5	75
$M \pm \sigma$	16–84	68
$M \pm 0,67\sigma$	25–75	50

В практике проектирования чаще используют значения антропологических признаков, соответствующих 5, 95 и 50 перцентилем. Например, если необходимо определить высоту или ширину прохода,

высоту пространства под крышкой стола для ног сидящих за ним, то надо принимать значения признаков равные 95-ому перцентилю, а при определении высоты сиденья — значения соответствующие 50-ому перцентилю. Кроме того, необходимо вводить поправки связанные с размерами одежды и обуви.

Остановимся подробнее на методах эргономических исследований. Методическая база эргономики — системный подход. Результатом эргономического анализа трудовой деятельности является профессиограмма. Она включает требования, которые предъявляются в ходе выполнения конкретной деятельности к техническим средствам и психофизиологическим свойствам человека.

Существуют два метода получения информации для составления профессиограмм: описательное и инструментальное профессиографирование.

Описательное профессиографирование включает:

- анализ технической и эксплуатационной документации;
- эргономическое и инженерно-психологическое обследование оборудования, сопоставление результатов с нормативными документами по эргономике;
- наблюдение за ходом рабочего процесса и поведением человека;
- беседу с человеком;
- самоотчет человека;
- хронометраж составляющих рабочего процесса;
- количественную оценку эффективности деятельности.

Инструментальное профессиографирование включает:

- измерение факторов среды;
- регистрацию ошибок человека;
- регистрацию энергетических затрат и состояния организма (частота пульса, давление, частота дыхания и др.);
- измерение трудноразличимых элементов рабочего процесса (оперирование органами управления, направление внимания и др.);

В процессе профессиографирования используется видеосъемка движений глаза, рук: измеряется сила сопротивления органов управления, речевые сообщения фиксируются на магнитофон.

Для решения эргономических задач используются соматографические и экспериментальные (макетные) методы. Они необходимы

для выбора оптимальных соотношений между пропорциями человеческой фигуры и формой или размерами машины (предмета) [5, 16, 28].

Соматография (от греч. soma (somatos) — тело) — метод схематического изображения человеческого тела, возникший в связи с проблемами выбора соотношений между пропорциями человеческой фигуры, формой и размерами рабочего места. Часто применяется метод плоских манекенов (моделей — шаблонов). С помощью такого шаблона можно проверить:

- 1) соотношение пропорций фигуры, размеров и формы рабочего места;
- 2) досягаемость органов управления и их удобство;
- 3) оптимальные и максимальные границы зоны досягаемости для конечностей;
- 4) обзор с рабочего места;
- 5) удобство формы рабочего места;
- 6) удобство подхода к рабочему месту.

Экспериментальные (макетные) методы основаны на применении макетирования оборудования при различном масштабе и с разной степенью детализовки. Используются объемные антропоманекены, например мультимены. Использование манекенов позволяет:

- 1) увязывать между собой сложные структуры;
- 2) достигать соразмерности оборудования человеку;
- 3) испытывать уровень удобства работы на стадии проекта;
- 4) отрабатывать параметры рабочего места.

Все вышеуказанные требования и методы необходимы для обеспечения эргономического проектирования, т.е. установления эргономических требований и формирования эргономических свойств системы «человек — машина (предмет) — окружающая среда». Итак, основные задачи эргономики сводятся к следующему:

1. Придание изделиям и технике свойств, необходимых для наиболее эффективного функционирования при минимальном расходе ресурсов человека (количество персонала, время подготовки, уровень напряжения, вероятность травм) и максимальной удовлетворенности содержанием и условиями деятельности (труда, отдыха).

2. Разработка требований к инструкциям по эксплуатации и обслуживанию изделий облегчающих их освоение.

4.3.3. Человеческий фактор

В 1961 году Американский институт промышленных инженеров выдвинул тезис о том, что промышленная инженерия должна обеспечить интегрирование в системе производства людей, материалов, оборудования и энергии. И в настоящее время не потеряли актуальности причины, по которым Министерство обороны США было заинтересовано в субсидировании эргономических исследований [35]:

1. Возросла сложность оборудования. В армии не могут быть самые способные. Следовательно, с помощью эргономики нужно повысить возможности работы персонала на сложном оборудовании.

2. Нехватка персонала. Следовательно, нужно упростить эксплуатацию оборудования и сократить количество персонала.

3. Большие расходы. Следовательно, необходимо снизить уровень подготовки и число персонала.

Выводы комиссии о состоянии промышленности США в 1986 году были связаны с целым рядом императивов перестройки подходов в области промышленного производства:

1. Долгосрочные капиталовложения в национальную систему среднего образования.

2. Работники компаний должны стать не просто работниками, а партнерами в общем деле.

3. Особое внимание необходимо уделять производственному процессу, включая в него проектирование изделия, планирование рекламы, сбыта, обслуживание потребителей (прообраз логистического подхода).

4. Принципы сотрудничества должны сочетаться с принципами индивидуальной деятельности.

5. Следует уделять внимание другим странам (языки, культура, традиции).

К концу 1960-х годов понимание важности рассмотрения социальных наук, наряду с техническими, становится настоящей необходимостью для эффективного развития промышленности. Американский институт промышленных инженеров принял следующее определение: «Промышленная инженерия имеет дело с проектированием, усовершенствованием и монтажом комплексных систем, в состав которых входят люди, материалы, оборудование и энергия.

Она опирается на понятия и методы математических, физических и социальных наук вместе с принципами и методами инженерного анализа и проектирования для того, чтобы уточнять, предсказывать и оценивать результаты, которые могут быть получены с помощью таких систем». Понимание роли человеческого фактора весьма ясно выражено в изречении, которое предписывают одному из английских генералов, наблюдавшему ход войсковых учений: «Джентльмены, самый лучший танк в поле — это танк с наилучшим экипажем».

Надежность работы человека стала соотноситься с опасностью деятельности (О) как комбинации случайности (С) и риска (Р).

$$O = CP.$$

Случайность при этом была определена как ряд обстоятельств, которые могут быть причиной нанесения ущерба здоровью или смерти. Риском традиционно принято считать вероятность наступления опасного события. Прежде чем переходить к вопросам проектирования и разработки необходимо дать определение рассматриваемой нами системе.

Система «человек — машина» — это организация, состоящая из операторов мужского или женского пола (пол оператора имеет значение с точки зрения психологов) и машин, на которых они выполняют определенные действия, обеспечивающие реализацию тех целей, ради которых и была разработана система. Главные элементы системы включают технические и программные средства, рабочие процедуры и техническую информацию. Исследователь в области инженерной психологии по оси абсцисс откладывает те величины или факторы, которыми проектировщик может манипулировать непосредственно: размер шкалы, величину освещенности, сопротивление органа управления и т.д. Ось ординат, как правило, предназначена для оценки реакции (поведения) человека. Поведенческие вопросы, возникающие при проектировании систем, связаны с рядом этапов и решениями соответствующих вопросов [36].

1 этап. Анализ возможностей выполнения принятой программы.

1. Какие изменения в новой системе потребуют изменений численности персонала, если существует прототип?

2. Какие изменения задач потребуют изменений персонала, его отбора, подготовки к операторской деятельности?

II этап. Обоснование и утверждение программы.

3. Какой из предложенных вариантов проекта наиболее эффективен с точки зрения человеческого фактора?

4. Сможет ли персонал, обслуживающий систему, эффективно выполнять все требуемые функции?

5. Не будет ли рабочая нагрузка чрезмерной для персонала?

6. Какие факторы могут вызвать ошибки, можно ли их устранить или скомпенсировать в проекте?

III этап. Полномасштабная инженерная проработка.

7. Какой из предложенных вариантов подсистем (оборудования) лучший?

8. Какой уровень подготовки персонала должен быть достигнут при выбранном варианте, и удовлетворяет ли этот уровень требованиям системы?

9. Не будет ли рабочая нагрузка чрезмерной для персонала и что можно предпринять в этом случае?

10. Какую подготовку должен пройти персонал?

11. Соответствуют ли требованиям эргономики следующие элементы проекта: технические и программные средства, процессы производства, технические данные, проект работ в целом?

IV этап. Производство и внедрение.

12. Все ли размеры системы, связанные с поведенческими характеристиками, определены в соответствии с эргономикой?

13. Способен ли персонал, обслуживающий систему, эффективно выполнять свои функции?

14. Удовлетворяет ли система требованиям обслуживающего персонала?

15. Какие несоответствия в проекте могут быть исправлены?

Для лучшего и конкретного понимания уровня надежности человека необходимо познакомиться с его реальными возможностями. В табл. 4.8 приведены ощущения человека и стимулы, вызывающие соответствующую реакцию.

Таблица 4.8

**Взаимосвязи видов ощущений человека и видов
физического воздействия на органы чувств**

Ощущение	Орган чувств	Стимул	min	max
Зрение	Глаз	Электромагнитные волны, давление	$(2,2-5,7) \times 10^{-10}$ эрг	Яркость снега на солнце
Слух	Ухо	Колебания	$1 \cdot 10^{-9}$ эрг/см ²	Реактивный самолет
Вращение. Падение. Прямолинейное движение	Полукружные каналы	Давление жидкости во внутреннем ухе. Изменения косточки во внутреннем ухе	—	—
Вкус	Клетки языка и рта	Химические вещества в слюне	—	—
Запах	Мембрана слизистой оболочки в верхней части носа	Химические вещества в воздухе	Ванилин $22 \cdot 10^{-7}$ мг/м ²	—
Осязание	Кожа	Деформация	—	—
Вибрация	—	Амплитуда и частота механического давления	Амплитуда 0,00025 мм	боль
Давление	Кожа и ткани под ней	Деформация	—	боль
Температура	Кожа и ткани под ней	Изменение температуры окружающей среды	—	—
Кожная боль	—	Давление, нагрев, охлаждение, удар, химические вещества	—	—
Подкожная боль	Свободные нервные окончания	Давление, нагревание	—	—

Ощущение	Орган чувств	Стимул	min	max
Положение и движение	Окончания нервных клеток в мышцах и сухожилиях	Растяжение мышц. Сокращение мышц	—	—
Кинестезия	Суставы	—	—	—

Рассмотрим наиболее существенные для производственной деятельности механизмы восприятия человека [37].

1. Врожденные механизмы образования «гештальтов».

Гештальтпсихология — направление в психологии, исходящее из целостности человеческой психики, не сводимой к простейшим формам. Гештальтпсихология исследует психическую деятельность субъекта, строящуюся на основе восприятия окружающего мира в виде гештальтов. Гештальт (от нем. *gestalt* — форма, структура) — основное понятие гештальтпсихологии, принятое в качестве единицы анализа сознания и психики, которое обозначает целостные, не сводимые к сумме своих частей образования сознания (кажущееся движение, инсайт, восприятие мелодии). Образование гештальтов обусловлено действиями законов расчленения психологического поля.

В чем заключаются основные принципы гештальта? Свойства восприятия присущие человеку — константы, фигура, фон — вступают в отношения между собой и являют новое свойство. Это и есть гештальт, качество формы. Целостность восприятия и его упорядоченность достигаются благодаря следующим принципам:

1) Близость. Стимулы, расположенные рядом, имеют тенденцию восприниматься вместе;

2) Схожесть. Стимулы, схожие по размеру, очертаниям, цвету или форме имеют тенденцию восприниматься вместе;

3) Целостность. Восприятие имеет тенденцию к упрощению и целостности;

4) Замкнутость. Отражает тенденцию завершать фигуру, так что она приобретает полную форму;

5) Смежность. Близость стимулов во времени и пространстве. Смежность может предопределять восприятие, когда одно событие вызывает другое;

6) Общая зона. Гештальт-принципы формируют наше повседневное восприятие наравне с обучением и прошлым опытом. Предвосхищающие мысли и ожидания также активно руководят нашей интерпретацией ощущений.

Важность гештальт-принципов заключается в том, что они лежат в основе естественного режима восприятия. Если информация предъявляется в соответствии с гештальт-принципами, то ее легко считать и правильно воспринимать.

2. Долговременные ожидания и установки, включая перцептивные «стереотипы». Стереотипы «стимул — реакция». Примеры, связанные с восприятием цвета, показаны в табл. 4.9.

Таблица 4.9

Стереотипы цвет — реакция

Цвет	Реакция
Красный	Теплый
Синий	Холодный
Красный	Опасность
Зеленый	Безопасность
Красный	Стоп
Зеленый	Идите

В круговом индикаторе направление по часовой стрелке связывают с возрастанием измеряемой величины, против часовой стрелки — с уменьшением потока. Но так бывает не всегда. У вентиля и кранов движение по часовой стрелке ассоциируется с закрыванием, с уменьшением потока. Оператор из США или Канады проверяет, включена ли аппаратура, если все тумблеры смотрят вниз. В Великобритании наоборот. То же в командах «Огонь!» для стрелка и пожарного. Эргономист-проектировщик должен подстраиваться под стереотипы пользователя.

3. Кратковременные установки и ожидания.

На суждение об увиденном влияет состояние ожидания наблюдателя и сумма штрафа (наказания), связанного с результатом принятого решения. На практике установки и ожидания могут быть связаны с серьезными противоречиями, затрудняющими принятие ре-

шения. Например, на конвейере появляется плата с интегральной схемой, в которой имеется узел, несколько отличающийся от стандарта. Воспримет ли оператор такой узел как дефектный? Если он забракует хорошую микросхему, то компания понесет убыток. Если он пропустит бракованную схему, то компания тоже понесет убыток. У работника появляется собственная «внутренняя шкала стоимости».

4. Внимание.

На практике зрительное внимание — доминирующий механизм переработки информации. Внимание к стимулу могут привлекать следующие характеристики:

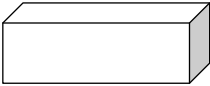
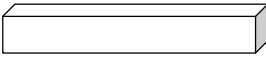
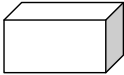
- 1) значительная интенсивность;
- 2) внезапные изменения;
- 3) смещение;
- 4) эмоциональная значимость.

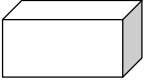
Чтобы оценить задачи, с которыми сталкивается оператор в системе ЧМ, необходимо понимание основ анатомии, физиологии, психофизики, а также принципов восприятия и внимания. Переработка информации, принятие решения и познавательные процессы связаны прежде всего с восприятием и памятью.

Испытуемые должны были классифицировать паттерны (от англ. pattern — шаблон, система, структура, принцип, модель), отличающиеся по девяти параметрам (см. табл. 4.10). Работа выполнялась быстрее и точнее, если применялся образ лица.

Таблица 4.10

Три стимульных паттерна для отображения многомерных данных

Тип паттерна		
Числа	Рисунок	Образ
333 333 333		
345 214 343		
633 633 636		

Тип паттерна		
Числа	Рисунок	Образ
644 532 856		

5. Степень неопределенности.

Люди обычно не рассматривают субъективную величину известную как полезность, в качестве линейной функции объективной величины. Так, например, 10\$, добавленные к 1000\$ дают, по их мнению, меньшую пользу, чем 10\$, добавленные к 100\$ (рис. 4.8). Таким образом, постоянный прирост дает тем меньшую пользу, чем больше величина, к которой он добавляется.

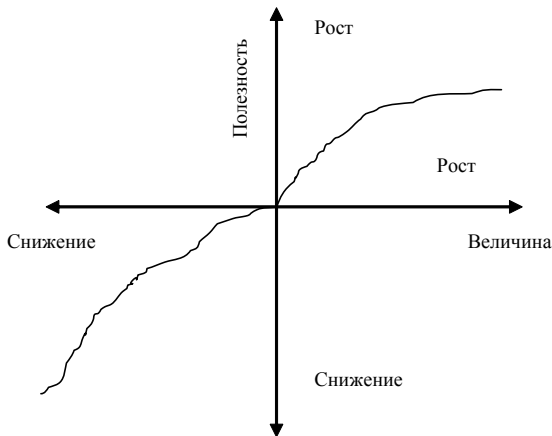


Рис. 4.8. Соотношение между величиной и полезностью

Еще одно испытание связано с этапами переработки информации. Оператору предлагают набор из двух-пяти несвязанных между собой букв для удержания их в оперативной памяти. М — количество элементов для запоминания. Задача испытуемого — ответить, входил (положительная реакция) или не входил (отрицательная реакция) текстовый стимул в набор для запоминания. На рис. 4.9 показаны зависимости времени реакции от величины набора элементов [38].

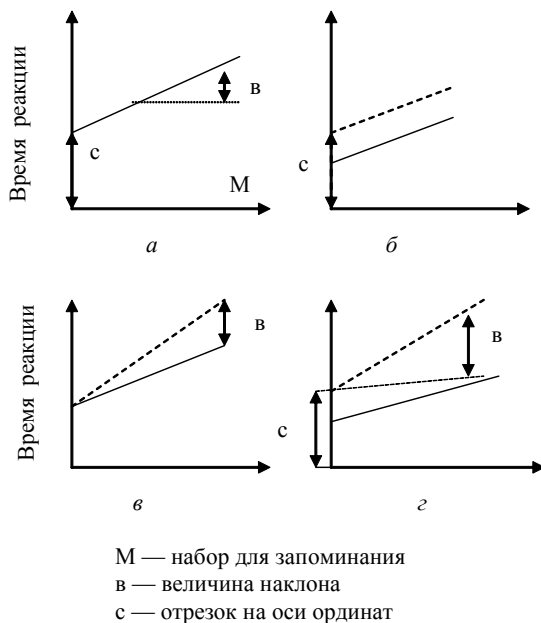


Рис. 4.9. Зависимость времени реакции от количества элементов

Постоянный наклон прямой показывает, что время реакции (ВР) возрастает на одну и ту же величину при одинаковом приросте М (рис. 4.9, а). При этом отрезок, отсекаемый на оси ординат (с), не зависит от М.

$$ВР = с + вМ$$

Однако, если в условия испытания внесены существенные изменения (стресс, перегрузка, значительный возраст оператора), то характер зависимости может иметь следующий вид:

- 1) увеличение времени реакции (рис. 4.9, б);
- 2) торможение процесса (рис. 4.9, в);
- 3) увеличение времени реакции и торможение процесса (рис. 4.9, г).

4.3.4. Возможности человека [28, 35, 44]

Эстетические ощущения не являются следствием выполнения исключительно художественных или прочих требований: источником

эстетических ощущений на производстве служат и гармоничные производственные отношения — эстетика на производстве тесно связана с этикой.

Требования человека к технике связаны не только с безопасностью работы, социальными отношениями, физиологией, антропометрией, но и с художественным восприятием окружающего [22]. Для проектирования системы машин инженеру нужны не только технические знания, но также консультации со специалистами по анатомии, психологии и физиологии. Для создания и расчета самого различного оборудования, приборов, инструментов конструктору необходимы знания дизайнеров и художников. Прежде всего, существует потребность учета комфортных для человека условий труда, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность и работоспособность (табл. 4.11).

Таблица 4.11

Условия труда

Шкала степени комфорта	Влажность, %	Вентиляция, м ³ /мин на 1 час	Вибрации (амплитуда), мм	Концентрация, СО, %	Шум, дБ	Тепло, °С	Холод, °С	Наклон тела, град.
Комфортная зона	0,5	34	0	—	50	+24	+18	0
Дискомфортная зона	1	22	0,2	0,01	85	+30	+10	5
Невыносимые условия	5	8,5	1,3	0,03	120	+40	—1	20

Для различных видов и типов оборудования, приборов и инструментов существенным параметром, определяющим конструкцию и особенности взаимодействия отдельных узлов, являются скоростные возможности человека. В табл. 4.12 показаны изменения скорости различных движений руки в зависимости от характера самого движения.

Таблица 4.12

Скорость и характер движения

Характер движения	Скорость	
	см/сек	км/час
Кисть при метании копья	8000	288
Бег	1000	36
Пальцы при игре на рояле	800	29
Кисть при ударе молотком	650	23
Шаг	190	7
Кисть при перемещении детали	150	5
Кисть при работе с напильником	15	0,5
Кисть при управлении самолетом	5	0,2
Пальцы при настройке приборов	0,01	0,0003

Для анализа скорости движений была разработана специальная единица измерения времени — TMU (time measurement unit):

$$1 \text{ TMU} = 0,00001 \text{ часа} = 0,0006 \text{ мин} = 0,036 \text{ сек.}$$

В табл. 4.13 приведены примеры типовых движений и время их осуществления в TMU.

Таблица 4.13

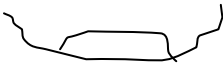
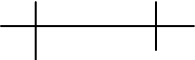
Время движения

Характер движения	Время, TMU
Протянуть руку	4–8
Повернуть руку с предметом на 30–80 град.	6
Нажать, перехватить или сжать пальцами предмет	20
Разъединить деталь	10–30
Нажать педаль	20
Шагнуть в сторону, приставив вторую ногу	40
Повернуть корпус в положении сидя	20
Сесть	40
Встать из положения сидя	50

В основе простейших методов изучения движений лежат элементы движения в соответствии с их назначением — терблиги. Терблиг — фамилия Гилбрет, прочитанная в обратном порядке. Супруги Фрэнк и Лилина Гилбрет разработали основы метода детального анализа рабочих движений (табл. 4.14).

Таблица 4.14

Примеры условных обозначений движений

Терблиги			
№	Условный знак	Наименование	Цвет
1		Поиск	Черный
2		Сборка	Фиолетовый
3		Выбор	Светло-серый
4		Перенос руки с грузом	Зеленый
5		Разборка	Светло-фиолетовый
6		Удержание	Золотистая охра

В табл. 4.15 приведены данные о времени реакции человека на различные типы сигналов.

Таблица 4.15

Сигналы и время реакции

Вид сигнала (анализатор)	Время реакции, мл/сек
Прикосновение (тактильный)	90–220
Звук (слуховой)	120–180
Свет (зрительный)	150–220
Запах (обонятельный)	310–390

Вид сигнала (анализатор)		Время реакции, мл/сек
Тепло и холод (температурный)		280–1600
Вкус	Соленое	310
	Сладкое	450
	Кислое	540
	Горькое	1080
Болевой		130–890

На рис. 4.10 показано, как меняется в зависимости от типа шкалы число совершаемых ошибок при считывании показаний.

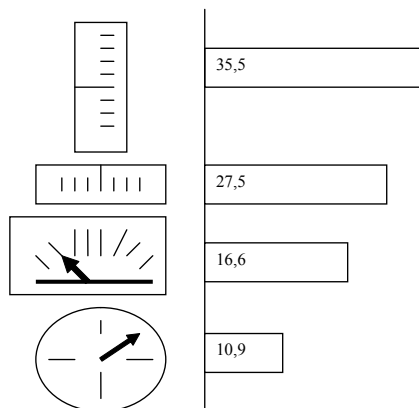


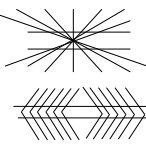
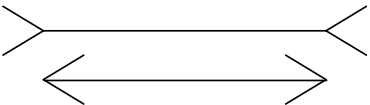
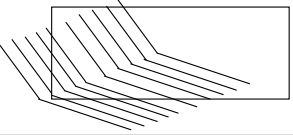
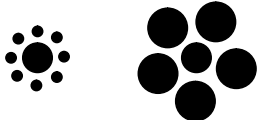
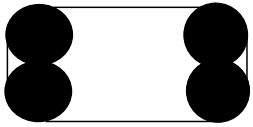
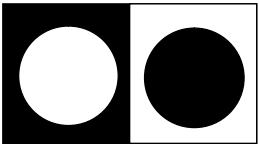
Рис. 4.10. Изменение количества ошибок в зависимости от типа шкалы

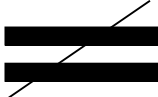
В табл. 4.16 даны различные варианты оптических иллюзий, с которыми связано искаженное восприятие изображений [33].

Таблица 4.16

Примеры зрительных иллюзий

№	Геометрические иллюзии	Комментарии
1		Из двух одинаковых прямоугольников правый кажется шире

№	Геометрические иллюзии	Комментарии
2		Кажущееся изменение полноты фигуры в зависимости от рисунка платья
3		Параллельные прямые зрительно изгибаются
4		Размеры отрезков одинаковы, хотя верхний кажется длиннее
5		Прямой угол кажется острым
6		Центральный круг слева кажется больше такого же справа
7		Прямые линии зрительно прогибаются вовнутрь
8		Белое пятно кажется больше такого же черного

№	Геометрические иллюзии	Комментарии
9		Наклонная прямая кажется ломаной

Цвет оказывает сильнейшее тонизирующее воздействие на человека. Цвет влияет на восприятие размера и веса. Различная окраска может значительно увеличить или уменьшить размеры, например, дверей при визуальном наблюдении (рис. 4.11).

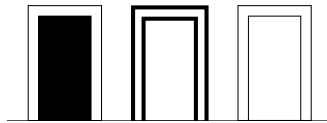


Рис. 4.11. Изменение размеров в зависимости от окраски

Белые предметы кажутся больше черных, зато черные кажутся более тяжелыми. В качестве примера можно привести результаты следующего эксперимента. Рабочим поручили переносить совершенно одинаковые по весу светлые и темные ящики. Грузчики заявили, что темные ящики гораздо тяжелее, чем светлые.

Площадь, занимаемая цветом в интерьере, должна быть обратно пропорциональна интенсивности цвета. Этот принцип цветового равновесия называется иногда правилом рычага. На рис. 4.12 приведены примеры цветовой неуравновешенности (*а*, *б*) и равновесия (*в*, *г*) на плоскости.

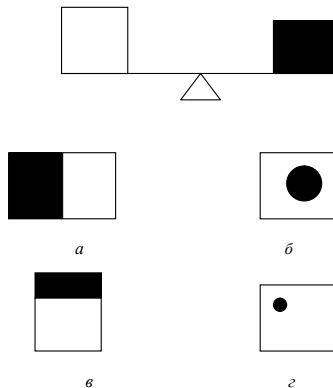


Рис. 4.12. Цветовое равновесие

4.3.5. Распределение функций между человеком и машиной [37, 38]

Вопрос распределения функций между человеком и машиной зависит от четырех критериев [28]:

1. Сравнительные возможности системы ЧМ: какие задачи лучше выполнить человеку, а какие машине.

2. Стоимость и ценность: относительная стоимость работы, обучения, зарплаты, страхования по отношению к капиталовложениям в оборудование и его амортизацию.

3. Интегрированные задания: люди являются целыми, неделимыми элементами системы.

4. Дифференцированные задания: в сложных системах лучше, если задания имеют разную степень сложности, так как люди всегда отличаются друг от друга.

Методика проектирования в эргономической системе показана на рис. 4.13.

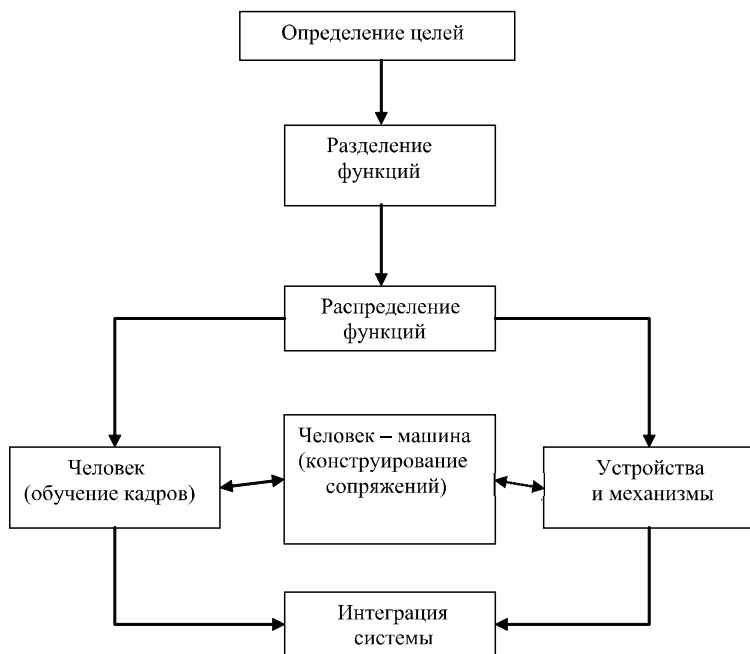


Рис. 4.13. Схема проектирования

В табл. 4.17 приведены характеристики относительных преимуществ человека и машины.

Таблица 4.17

Сравнительные характеристики элементов системы ЧМ

Характеристика	Машина	Человек
Скорость	Гораздо быстрее	Минимальное время реакции — 0,05 с
Мощность	Большая, постоянная	2,0 л.с. в течение 10 с 0,5 л.с. в течение нескольких минут 0,2 л.с. в течение рабочего дня
Стабильность. Неизменность	Идеальная для рутинных операций, повторений, точности	Ненадежен: нуждается в контроле с помощью машин
Комплексная деятельность	Многоканальная	Одноканальная
Память	Наилучшая для буквенного воспроизведения	Выборка многозначной информации
Способность к суждениям	Хорошая дедуктивная	Хорошая индуктивная
Способность к вычислениям	Быстрая, точная	Медленная, неточная
Чувствительность	Некоторые сенсорные воздействия, не воспринимаемые органами чувств человека (радиоактивность). Может не воспринимать внешние раздражители	Разнообразие раздражителей, воспринимаемых одной единицей (глаз воспринимает относительное положение, движение, цвет). Подвержен воздействию шума, холода, жары, вибрации и др.
Интеллект	Специфический	Способен оперировать с непредвиденной информацией. Способен к прогнозированию
Способность к манипуляциям	Специфическая	Высокая степень разнообразия

Ниже (рис. 4.14) приведены данные, связанные с ограниченными возможностями органов чувств. В табл. 4.18 для справки даны общеупотребительные единицы света.

Таблица 4.18

Измеряемые величины		Рекомендуемые единицы
Описание	Наименование	
Яркость источника	Интенсивность освещения	Свеча
Поток света	Световой поток	Люмен
Количество света, достигающее поверхности	Освещенность	Люкс
Количество света, отраженное от поверхности	Яркость	Ламберт

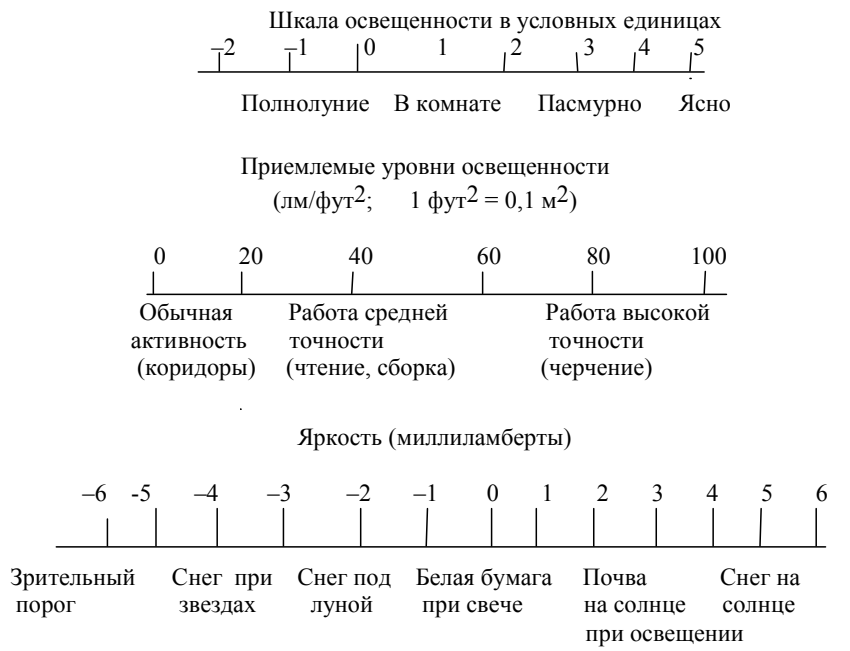


Рис. 4.14. Уровни освещенности

Схема СМУ (триадные краски: С — cain — голубой, синий; М — magento — пурпурный, красный; У — yellow — желтый) основывается на допущении, что любой цвет можно получить путем смешения трех основных цветов спектра: красного, синего, зеленого. На схеме каждому цвету соответствует точка, указывающая процент зеленого и процент красного в искомом цвете. Процент синего можно вычислить путем вычитания этих величин из 100 (рис. 4.15).

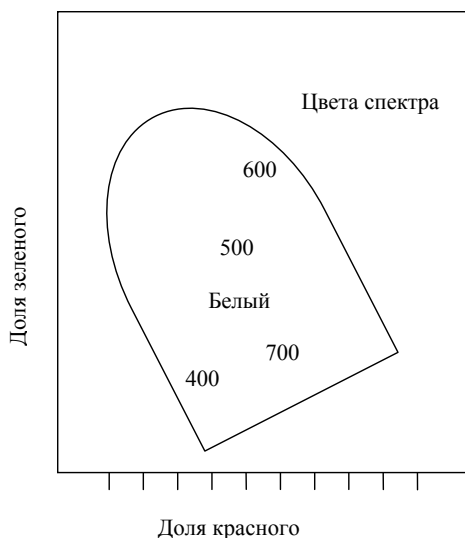


Рис. 4.15. Пример схемы СМУ

На рис. 4.16 указана условная шкала интенсивности различных звуков в зависимости от уровня шума измеренного в децибелах (дБА).

На рис. 4.17 показаны энергетические затраты при выполнении человеком различных видов работ. Данные соответствуют пределу затрат для человека со средними функциональными возможностями при выполнении непрерывной работы в течение 8 часов. Основными факторами, влияющими на изменение затрат, являются навыки, возможности, пол, возраст, мотивация, температура и влажность, страх, питание.

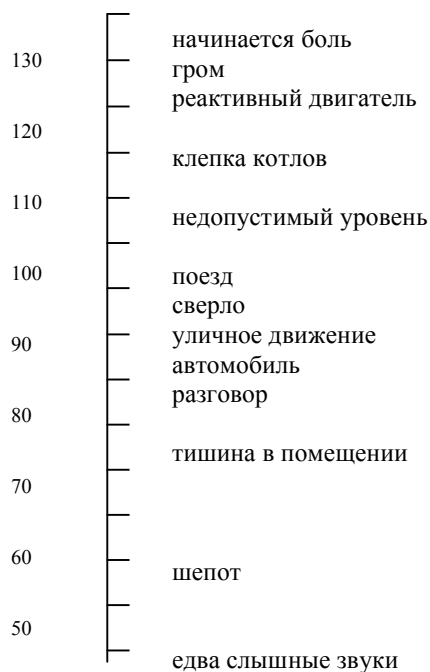


Рис. 4.16. Интенсивность различных шумов

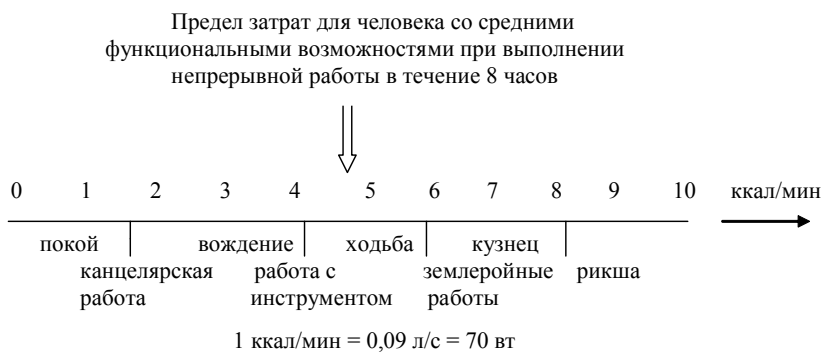


Рис. 4.17. Шкала энергетических затрат

Библиографический список к четвертой главе

1. *Аксенов Г.П.* Эволюция художественно-образной выразительности в графическом дизайне в процессе развития полиграфических средств (спец. 17.00.06 — Техническая эстетика и дизайн) : автореф. ... дис. канд. искусств. наук / Г.П. Аксенов. — М., 2008. — 24 с.
2. *Бегенау З.* Функция, форма, качество / З. Бегенау. — М. : Мир, 1969. — 168 с.
3. *Бореев Ю.Б.* Эстетика : учебник / Ю.Б. Бореев. — М. : Высш. шк., 2002. — 511 с.
4. *Буткевич О.В.* Красота: природа, сущность, формы / О.В. Буткевич. — М. : Художник РСФСР, 1983. — 440 с.
5. *Вудсон У.* Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников-конструкторов / У. Вудсон, Д. Коновер. — М. : Мир, 1968. — 520 с.
6. *Джонс К.* Инженерное и художественное конструирование ; пер. с англ. / К. Джонс. — М. : Мир, 1976. — 276 с.
7. *Дильс Г.* Античная техника / Г. Дильс. — М.-Л. : ГТТИ, 1934.
8. *Дитрих Я.* Проектирование и конструирование : Системный подход ; пер. с польск. / Я. Дитрих. — М. : Мир, 1981. — 456 с.
9. *Ефремов Н.Ф.* Конструирование и дизайн тары и упаковки / Н.Ф. Ефремов, Т.В. Лемешко, А.В. Чуркин. — М. : МГУП, 2004. — 424 с.
10. *Идлис Г.М.* В поисках истины / Г.М. Идлис. — М. : АГАР, 2004. — 189 с.
11. *Иоганек Т.* Техническая эстетика и культура изделий машиностроения / Т. Иоганек. — М. : Машиностроение, 1969. — 296 с.
12. *Корнилов И.К.* Основы инженерного дела : учеб. пособие / И.К. Корнилов. — М. : МГУП, 2001. — 108 с.
13. *Лемешко Т.В.* Графический дизайн полиграфической упаковки (спец. 17.00.06 — Техническая эстетика и дизайн) : автореф. дисс. ... канд. искусств. наук / Т.В. Лемешко. — М., 2006. — 23 с.
14. *Михайлова А.С.* Индустриальный дизайн как вид проектно-художественной деятельности в условиях развитого промышленного производства XX века (спец. 17.00.06 — Техническая эстетика и дизайн) : автореф. дисс. ... канд. искусств. наук / А.С. Михайлова. — М., 2009. — 24 с.

15. *Минервин Г.Б.* Основы технической эстетики / Г.Б. Минервин. — М. : Машиностроение, 1970. — 158 с.
16. *Мунипов В.М.* Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды : учебник / В.М. Мунипов, В.П. Зинченко. — М. : Логос, 2001. — 356 с.
17. *Нельсон Дж.* Проблемы дизайна / Дж. Нельсон. — М. : Искусство, 1971. — 208 с.
18. *Нестеренко О.И.* Краткая энциклопедия дизайна / О.И. Нестеренко. — М. : Молодая гвардия, 1994. — 334 с.
19. *Новикова Л.И.* Дизайн в структуре эстетики / Л.И. Новикова // Эстетика и производство. — М. : МГУ, 1969. — С. 16.
20. *Ожегов С.И.* Словарь русского языка / С.И. Ожегов. — М. : Советская энциклопедия. 1972. — 848 с.
21. *Пископпель А.А.* От системы «человек — машина» к «социотехнической системе» / А.А. Пископпель, Л.П. Щедровицкий // Вопросы психологии, 1982. — № 3. — С. 15.
22. *Повилейко Р.П.* Человек. Машина. Красота. Техническая эстетика. Проблемы и практика / Р.П. Повилейко, Л.В. Левицкий. — Новосибирск, 1969. — 200 с.
23. *Половинкин А.И.* Возрождение культуры и нравственности человека — главная задача перестройки / А.И. Половинкин. — Волгоград : Всесоюзная ассоциация «Эвристика». 1990. — 60 с.
24. *Половинкин А.И.* Основы инженерного творчества : учеб. пособие / А.И. Половинкин. — М. : Машиностроение, 1988. — 368 с.
25. *Решетов Е.Т.* Эргономика в полиграфии / Е.Т. Решетов. — М. : Книга, 1991. — 143 с.
26. *Рунге В.Ф.* Основы теории и методологии дизайна : учеб. пособие / В.Ф. Рунге, В.В. Сеньковский. — М. : Книга, 2001. — 284 с.
27. *Сенькин А.Ю.* Техническая эстетика и эргономика : учеб. пособие / А.Ю. Сенькин. — М. : МГУЛ, 1999. — 464 с.
28. *Синглтон В.Т.* Введение в эргономику / В.Т. Синглтон. — М. : Медицина, 1974. — 148 с.
29. *Сомов Ю.* Потребительские качества промышленных изделий / Ю. Сомов, М. Федоров. — М. : Изд-во стандартов, 1969.
30. Соотношение общей и технической эстетики: научные и методические аспекты. — Томск : Томский ун-т, 1988. — 186 с.

31. Справочник по прикладной эргономике. — М. : Машиностроение, 1980. — 216 с.
32. Техническое творчество: теория, методология, практика : энциклопедический словарь-справочник. — М. : НПО «Информ-система», 1995. — 408 с.
33. Толанский С. Оптические иллюзии ; пер. с англ. / С. Толанский. — М. : Мир, 1967. — 128 с.
34. Тьялве Э. Краткий курс промышленного дизайна / Э. Тьялве. — М. : Машиностроение, 1984. — 192 с.
35. Человеческий фактор : в 6 т. — Т. 1. Эргономика — комплексная научно-техническая дисциплина ; пер. с англ. — М. : Мир, 1991. — 599 с.
36. Человеческий фактор : в 6 т. — Т. 3. Моделирование деятельности, профессиональное обучение и отбор операторов ; пер. с англ. — М. : Мир, 1991.
37. Человеческий фактор : в 6 т. — Т. 4. Эргономическое проектирование деятельности и систем : пер. с англ. — М. : Мир, 1991.
38. Человеческий фактор : в 6 т. — Т. 6. Эргономика в автоматизированных системах ; пер. с англ. — М. : Мир, 1991.
39. Чернышев А.Н. Художественное конструирование полиграфического оборудования / А.Н. Чернышев. — М. : Книга, 1972. — 168 с.
40. Чернышев А.Н. Эргономика в полиграфии / А.Н. Чернышев. — М. : Книга, 1969. — 168 с.
41. Хилл П. Наука и искусство проектирования / П. Хилл. — М. : Мир, 1973. — 264 с.
42. Хубка В. Теория технических систем / В. Хубка. — М. : Мир, 1987. — 208 с.
43. Щедровицкий Г.П. «Естественное» и «искусственное» в социотехнических системах / Г.П. Щедровицкий // Вопросы методологии. — 1992. — № 1–2. — С. 3–11.
44. Эргономика. Проблемы приспособления условий труда к человеку ; пер. с польск. — М. : Мир, 1971. — 424 с.
45. Эстетика : словарь. — М. : Политиздат, 1989. — 445 с.

5. Инженерное дело в России

Попытка обеспечить большую экономичность за счет упущения гораздо более результативных технических решений — самоубийство. Она неизбежно подталкивает компанию к сохранению уже используемой технологии и делает ее более уязвимой к атакам фирм-конкурентов, у которых нет выбора между двумя технологиями. (1988)

Р. Фостер

5.1. Периоды развития инженерного дела в России

Данное исследование основывается как на конкретных фактах, свидетельствующих о процессе развития инженерного дела в России, так и на осмыслении образов литературных героев из отечественных художественных произведений. Такой подход позволил выявить не только формальные признаки сложного социального процесса, с которым связана научно-техническая деятельность, но и установить причины и глубинную сущность тех проблем, которые встали перед отечественной высшей технической школой в конце XX столетия.

История развития инженерного дела в России в целом разделяется на пять периодов, каждый из которых характеризуется своими, четко очерченными временными границами и особенностями решаемых задач.

Первый период — зарождение инженерного дела (табл. 5.1). Его начало может быть отнесено к концу XVIII века, когда в Петербурге было открыто Горное училище.

Примечательно, что среди перечня изучаемых в этом училище предметов, таких как алгебра, механика, химия, гидравлика и т.д., встречается и маркшейдерское искусство. Если учесть, что для данного учебного заведения курс «горное дело» является основным,

на который ориентирована вся система предыдущего обучения, то становится ясно, что профессиональная подготовка специалистов в XVIII–XIX веках оценивалась именно как своего рода техническое искусство. В 1809 году в Петербурге было открыто высшее техническое учебное заведение, в названии которого впервые появляется слово инженер — Институт инженеров путей сообщения. Собственно же развитие высших технических учебных заведений как образовательной системы можно отнести лишь ко второй половине XIX века. В 1860-е годы в Риге открывается политехнический институт, а Московское ремесленное учебное заведение и Петербургский практический технологический институт получают статус высших учебных заведений. Таким образом, в качестве первого признака зарождения инженерной деятельности в России можно считать появление высших технических учебных заведений.

Вторым и наиболее важным признаком зарождения инженерной деятельности в России является то, что именно в эти годы к процессу технического обучения привлекаются широкие слои общественности страны.

Создается Вольное экономическое общество с Техническим отделением, а затем, в 1866 году, в Петербурге — Русское техническое общество. С 1867 года в этом обществе начала работу постоянная Комиссия по техническому образованию. Тогда же начали регулярно издаваться журналы «Техническое образование» и «Труды Комиссии по техническому образованию».

К этому времени сформировался пока еще не многочисленный, но уже прочно вставший на самостоятельный путь развития инженерный корпус России, выделяющийся своей интеллектуальной спецификой, эрудицией, фантазией и вместе с тем математической логикой мышления. Эта социальная группа составила особую сословную часть российского социума. И, конечно же, образ инженера не мог не получить соответствующего отражения в художественной литературе.

Впервые ввел в русскую литературу образ инженера Александр Сергеевич Пушкин в своей повести «Пиковая дама», написанной осенью 1833 года в Болдине [35].

Понятие инженер употребляется в тексте повести неоднократно: «Инженер?

— Нет, кавалиерист. А почему вы думали, что он инженер?» [35, с. 199].

«Лизавета Ивановна, сидя под окошком за пальцами, нечаянно взглянула на улицу и увидела молодого инженера...» [35, с. 201].

«А каков Германн! — сказал один из гостей, указывая на молодого инженера, — отроду не брал он карты в руки, отроду не загнул ни одного пароя, а до пяти часов с нами и смотрит на нашу игру!...

— Германн немец: он расчетлив, вот и все! — заметил Томский» [35, с. 195].

Но это вовсе не так! Германн обуреваем страстями и желаниями. Вот характеристика главного героя «Пиковой дамы».

«Германн был сын обрусевшего немца, оставившего ему маленький капитал. Будучи твердо убежден в необходимости упрочить свою независимость, Германн не касался и процентов, жил одним жалованьем, не позволяя себе малейшей прихоти. Впрочем, он был скрытен и честлюбив, и товарищи его редко имели случай посмеяться над его излишней бережливостью. Он имел сильные страсти и огненное воображение, но твердость спасла его от обыкновенных заблуждений молодости. Так, например, будучи в душе игрок, никогда не брал он карты в руки, ибо рассчитал, что его состояние не позволяло ему (как сказывал он) *жертвовать необходимым в надежде приобрести излишнее...*» (выделено А.С. Пушкиным) [35, с. 202].

Характерно, что уже здесь проявились особенные черты инженерного мышления: хладнокровие и трезвый расчет, упорство в достижении конкретной прагматической цели.

Для нас важным является то обстоятельство, что в первой четверти XIX века слово «инженер» широко употреблялось в обыденной речи жителей Петербурга, что позволяет утверждать о начале процесса формирования в XIX веке на территории России нового и особого социального слоя — инженеры (период зарождения).

Второй период, который можно назвать становлением инженерной деятельности, приходится на конец XIX и начало XX века.

Какие признаки характеризуют этот период? Прежде всего, это бурное развитие самой техники, связанное с изобретением и внедре-

нием в процесс производства принципиально новых технологических процессов. Источником этого развития явились разработки отечественных и зарубежных ученых. Следствием стало интенсивное развитие системы высшего технического образования в России.

Самым важным признаком действительного становления инженерной деятельности было проведение съездов русских деятелей по техническому и профессиональному образованию. Первый съезд состоялся в декабре 1889 — январе 1890 года. Характерно, что на съездах обсуждались те узловые вопросы подготовки специалистов, которые связаны с обучением инженерной деятельности. Фактически впервые в мире, а не только в России, возникла тенденция к научному подходу в формировании инженерных дисциплин, пришло осознание специфики и особой роли высшей технической школы в развитии общества [48].

Если мы вновь обратимся к художественной литературе, то прежде всего остановим свое внимание на творчестве известного русского писателя Н.Г. Гарина-Михайловского, который наиболее адекватно описал типичную социальную среду инженеров своего времени.

Николай Георгиевич Михайловский (Гарин его литературный псевдоним) родился 8 февраля 1852 года в Петербурге в семье богатого дворянина, николаевского офицера. Детство и отроческие годы прошли в Одессе, куда переехал его отец, выйдя в отставку в чине генерала. В 1871 году Николай Михайловский оканчивает гимназию и поступает на юридический факультет Петербургского университета, а через год переходит в Институт инженеров путей сообщения, который заканчивает в 1878 году. Скончался он от паралича сердца 27 ноября 1906 года на редакционном совещании большевистского журнала «Вестник жизни» при чтении пьесы «Подростки» [57].

Основные вехи литературного творчества писателя таковы: в 1892 году в «Русском богатстве» (№ 1–3) появляется повесть «Детство Темы», затем «Гимназисты» (1893), «Студенты» (1895), «Инженеры» (1906) — тетралогия. Герой повести — инженер Артемий Николаевич Карташев. В 1888 был опубликован очерк «Вариант». Герой — инженер Кольцов. О пафосе и настроении писателя свиде-

тельствует следующее его высказывание: «Счастливейшая страна Россия! Сколько интересной работы в ней, сколько волшебных возможностей, сложнейших задач! Никогда никому не завидовал, но завидую людям будущего, тем, кто будет жить лет через тридцать, сорок после нас», говорил Гарин-Михайловский Алексею Максимо-вичу Горькому (1868–1938) при последней встрече с ним [10].

Что же, оправданная для тех времен эйфория! Но, к сожалению, исторический ход социального процесса трудно предскажем. Знал бы Гарин-Михайловский, что случится с инженерами России в этой счастливейшей стране именно через тридцать, сорок лет (см. далее материалы А.И. Солженицына).

Наиболее важными для нашего исследования являются те части повести, где описана жизнь студенчества и инженеров. Вот, например, свидетельство в доказательство того, что в России уже идет процесс формирования особой социальной группы — инженеры [8]: «А в семье мужа и отец его, и дед его инженеры, Януш — четвертое поколение инженеров» [8, с. 525].

Так как «Инженеры» опубликованы в 1906 году, то мы вправе предположить, что инженерная служба существовала по крайней мере с 1820–1830 годов (4 поколения — это приблизительно $20 \cdot 4 = 80$ лет), что подтверждает вывод сделанный ранее. А вот и еще одна характеристика уже не отдельного героя — инженера, а целой среды. Один из героев повести, талантливый инженер Борисов, говорит Карташеву: «Через несколько лет и вы накопите и опыт и знания, также будете думать и обобщать. Несомненно, что у инженера поле зрения большее, пожалуй, чем у других специалистов, да, пожалуй, что, и в умственном отношении инженеры представляют из себя большую силу. Вероятно, и по своему опыту вы могли прийти к заключению, что в наш институт попали сливки гимназий, — и по способностям, и по энергии пробиваться в первые ряды. Даже недостатки нашей инженерной среды говорят хотя и о больных отчасти, но и способных людях... Среда, во всяком случае, исключительная, а особенно наша строительная» [8, с. 442–443].

Особенности характера инженера и инженерного мышления мы встретим также и в описании поведения одного из основных героев

трилогии Алексея Николаевича Толстого (1882–1943) «Хождение по мукам» (1922–1941 гг.). Инженер Иван Ильич Телегин, находясь в период Первой мировой войны в немецком плену, начинает свой день, не отступая ни от одного из своих правил: обливание холодной водой, гимнастика, и «так как кофе сегодня не было, натошак сел за немецкую грамматику» [47, с. 196]. И это в день суда, когда трем офицерам их барака, в том числе и прапорщику Телегину, будет вынесен приговор о расстреле без права обжалования.

По замыслу писателей их герои — инженеры — обладают чертами некоей исключительности, даже кастовости, связанной, вероятно, прежде всего, с необходимостью воплощения в реальную жизнь замыслов и проектов: инженер — человек дела.

Не рассматривая пока социально-политических аспектов развития страны в первой четверти XIX века, отметим, что в качестве еще одного признака периода становления инженерной деятельности можно считать переход от привилегированного, во многом уникального положения инженера в обществе к инженерной деятельности как массовому явлению. К 1930-м годам в СССР насчитывалось уже около ста высших технических учебных заведений. Инженерная деятельность, сохраняя свою престижность, становится доступной широким слоям населения [1].

Таким образом, развитие промышленности и в первую очередь тяжелой индустрии, участие передовых ученых страны в становлении высшей школы и организация широкой системы высших технических учебных заведений определили отчетливо выраженные особенности периода становления инженерной деятельности в России, как периода неуклонного подъема престижа инженера и инженерного труда.

Третий период. Переходя к анализу третьего периода истории развития инженерного дела в России, надо сразу же оговориться, что период этот чрезвычайно сложный и противоречивый для осознания. Поэтому он будет рассмотрен не столько для выявления его общих характерных признаков, сколько в наибольшей степени для ответа на вопрос: когда и как началось падение престижа инженерной профессии в России? Самое главное и самое интересное — почему вообще такое падение стало возможным в век научно-техни-

ческой революции и бурного научно-технического прогресса? Что это — нонсенс или историческая необходимость?

Подлинное понимание процессов, произошедших в этот период, невозможно только лишь на основе информационно-статистических отчетов. И здесь бесценную помощь окажет нам художественная литература, в частности, книга Александра Исаевича Солженицына «Архипелаг Гулаг», которой, безусловно, нельзя не поверить [44]. Прежде всего, бросается в глаза сравнение «старого» и «нового» специалиста.

«Инженер?! Мне пришлось воспитываться как раз в инженерной среде, и я хорошо помню инженеров двадцатых годов: этот открыто светящийся интеллект, этот свободный и необидный юмор, эта легкость и широта мысли, непринужденность переключения из одной инженерной области в другую, и вообще от техники — к обществу, к искусству. Затем — эту воспитанность, тонкость вкусов; хорошую речь, плавно согласованную и без сорных словечек; у одного — немножко музицирование; у другого — немножко живопись; и всегда у всех — духовная печать на лице» [44, с. 193].

Эта характеристика хорошо согласуется с тем обликом инженера-интеллекта, с которым мы были знакомы на протяжении более чем ста лет. Но вот на исторической сцене появился новый тип инженера — воспитанник советской школы. Кто же он?

А.С. Солженицын продолжает: «С начала 30-х годов я утерял связь с этой средой... И вот передо мной стоял — инженер. Из тех, кто пришел на смену уничтоженным... По советскому времени он пошел в комсомол, и это его комсомольство, опережая другие таланты, вырвало из безвестности, из низости, из деревни, пронесло ракетой через рабфак и подняло в Промышленную академию. Он попал туда в 1929 — ну как раз когда гнали стадами в ГУЛАГ тех инженеров. Надо было срочно выращивать своих — сознательных, преданных, стопроцентных, и не так даже делающих самое дело, как — воротил производства, — собственно бизнесменов. Такой был момент, что знаменитые командные высоты над еще не созданной промышленностью — пустовали. И судьба его набора была — занять их.

Жизнь 3-ва — цепь успехов, гирляндой накручиваемая к вершине... Побывать рядовым десятником он не успел: ему сразу подчиня-

лись инженеров десятки, а рабочих тысячи... Круг представлений 3-ва был такой: он считал, что существует американский язык; в камере за два месяца не прочел ни одной книжки, даже ни одной страницы сплошь, а если абзац прочитывал, то только чтоб отвлечься от тяжелых мыслей о следствии. По разговорам хорошо было понятно, что еще меньше читал он на воле. Пушкина он знал как героя скабрзных анекдотов, а о Толстом только то, вероятно, что — депутат Верховного Совета» [44, с. 194–196].

Об уровне профессиональной подготовки новоиспеченных командиров производства можно судить не только по техническим отраслям.

Ярким примером такого скоропалительного обучения является и герой рассказа «Экзамен» Леонида Сергеевича Соболева (1898–1971), проходящий подготовку в академии «красных маршалов», как ее иронически называли в кают-компаниях кораблей. Достаточно вспомнить его командование при спуске вельбота и подходе миноносца к причалу. Молодой штурман обозначил эту ситуацию просто и ясно: «военно-морской кабак». Рассказ был написан в 1937 году о первом наборе в академию матросов, пришедших с гражданской войны в 1922 году [41, с. 68–94].

Еще одним подтверждением служит часто употребляемое в те времена выражение — «красное студенчество», возникшее по той простой причине, что студенты вузов в те годы «комплектовались преимущественно из числа рабочих и крестьян» [18, с. 120].

Но вернемся к основной теме нашего исследования. Можно ли более четко выяснить, когда, в какой именно момент начался столь своеобразный процесс социализации? Да, к счастью, имеется обширный документальный материал, являющийся, по сути дела неопровержимым доказательством того, что принципиальные изменения в инженерной подготовке произошли с 1920 по 1930 год. Именно здесь проходит граница, отделяя период становления от периода «социализации» инженерной деятельности. Итак, перед нами важный документ, а именно книга, изданная к десятилетней годовщине Советской власти (1927) и целиком посвященная семилетней истории создания и развития высшего технического учебного заведения нового типа — Государственного электромашиностроительного инсти-

тута имени Я.Ф. Каган-Шабшай (ГЭМИКШ) в период с 1920 по 1927 год [38]. Заметим кстати, что сам Я.Ф. Каган-Шабшай был тогда жив, здоров и являлся бессменным руководителем ГЭМИКШа. Вот уж поистине великолепная иллюстрация к выражению «от скромности он не умрет».

Книга разделена на несколько разделов, и в качестве эпиграфа к первому разделу дана следующая строка: «Инженер должен быть воспитан и образован в производстве» [38, с. 7]. Тот, кто знаком с особенностями нашего отечественного машиностроительного производства, а автору довелось в 60-е годы прошлого века весьма близко с ним столкнуться, поймет всю «глубину» и «мудрость» этого лозунга, обрекавшего студентов на «пролетарское» воспитание. «С чего начать?» — восклицает автор передовой статьи. И тут же дает изумительный по простоте и откровенности ответ-установку: «Весь опыт борьбы ГЭМИКШ говорит за то, что начать надо не с организационного, а с идеологического конца» [38, с. 24]. Вот этот идеологический конец и есть начало периода «социализации» инженерной деятельности, но социализации особой — по-советски. И не воскликнуть ли и нам вслед за автором: «Так ведь это же не социализация, а идеологизация инженерного дела!» Причем идеологизация, продиктованная не какой-либо теорией, а установками авторитарного режима. Однако возможно ли такое? Еще как! Тут же подведена и «теоретическая» база: «*Учебное заведение есть настоящий завод, выпускающий определенный продукт с определенными качествами и назначением при наименьшей себестоимости*», — пишет Я.Ф. Каган-Шабшай в своей статье «“Инженерный” интеллигент или “Бездипломный” инженер» [38, с. 34].

А вот еще образчик «духовного руководства». «Энциклопедизм принадлежит прошлому. При сложности современной экономической жизни он не может уже, несмотря на всю свою заманчивость, реально осуществляться, поскольку немислим тот всеобъемлющий охват знаний, которого он требует. XX век на смену энциклопедизма выдвинул проблему *специализации*» [30].

Тут невольно приходит на ум и еще одно название этапа — «дегуманизация инженерной деятельности». В сущности именно здесь и

начинается подлинная технократизация общества, «гениально» обозначенная «вождем всех времен и народов» И.В. Сталиным на встрече с писателями 26 октября 1932 года у А.М. Горького с помощью выражения «писатели — инженеры человеческих душ» [10, с. 288]. А дальше? Дальше десятилетиями именно эта установка и выполнялась. И пошла писать губерния...

«Советский народ хочет видеть свою молодежь стойкой и сильной, бодрой, глубоко идейной, образованной, закаленной в борьбе с трудностями. Воспитанию такой молодежи должны быть посвящены все наши помыслы и заботы, этим великим и благородным делом должна быть пронизана вся наша общественная жизнь и в первую очередь деятельность наших писателей — этих “инженеров человеческих душ”» (передовая статья, «Правда», 4 сентября 1946 г.).

«Нигде, ни в какой другой стране имя писателя — инженера человеческих душ — не окружено таким уважением и любовью, как в Советском Союзе», — писал А. Сурков в статье «За дальнейший рост советской литературы» в газете «Правда» 8 марта 1950 года. Но в явном противоречии с этим пафосом находятся очереди за путевками и квартирами в МАССОЛИТе, описанные в романе Михаила Афанасьевича Булгакова (1891–1940) «Мастер и Маргарита» [6, с. 48–49]. А ведь там речь идет только о начальном этапе идеологизации граждан СССР 1920–1930-х годов.

Для полноты картины бездумного восхваления того, чего не было в действительности, можно привести сочинение И. Зверева «Она и он», опубликованное в журнале «Знамя» (1964, № 7, с. 56.): «А потом председатель райисполкома сказал, что писателям, которые есть инженеры (или, в крайнем случае, техники) человеческих душ, конечно, не цифры нужны, а души живые». «Техник человеческой души» — вот уж перл, так перл настоящий!

Но что же было на самом деле с инженерным корпусом России? А в действительности под него подводился другой образовательный фундамент. Вспомним, что писали апологеты дегуманизации: надо «отказаться от обожествления понятия “инженер”, от преклонения перед “дипломом” и “ВТУЗом”, как “барскими эмблемами”».

Началась новая, небывалая в истории человечества эпоха уничтожения, и не в переносном, а в прямом смысле этого слова, всего куль-

турного слоя страны. Да и не продолжается ли она и сегодня, когда с середины 80-х годов о светлом коммунистическом будущем никто не говорит, однако научно-технической интеллигенции оставлено только две возможности: или уехать из России или умереть.

Сталинскую эпоху уничтожения инженеров достаточно четко можно разделить на три этапа: первый этап — саботаж — начало Советской власти (1917–1926); второй этап — вредительство, начиная с Шахтинского дела (1927) и, наконец, третий этап — «раскрытие» организаций типа Промпартии.

Продолжает А.И. Солженицын: *«Шахтинское дело* (18 мая — 15 июля 1928). Спецприсутствие Верховного Суда СССР, председатель А.Я. Вышинский (еще ректор 1-го МГУ), главный обвинитель Н.В. Крыленко... 53 подсудимых, 56 свидетелей. Грандиозно!!! (Газета “Правда”, 24 мая 1928, стр. 3)... Надо было создать и раскрыть инженерную организацию, объемлющую всю страну. Для этого нужно было несколько сильных, вредительских фигур во главе. Таковую, безусловно, сильную, нетерпимо-гордую фигуру кто ж в инженерии не знал? — Петра Акимовича Пальчинского. Крупный горный инженер еще в начале века, он в мировую войну уже был товарищем председателя Военно-Промышленного Комитета, то есть руководил военными усилиями всей частной русской промышленности. После февраля он стал товарищем министра торговли и промышленности. За революционную деятельность он преследовался при царе; трижды сажался в тюрьму после Октября (1917, 1918, 1922), с 1920 — профессор Горного института и консультант Госплана.

Этого Пальчинского и наметили как главного подсудимого для нового грандиозного процесса. Однако, легкомысленный Крыленко, вступая в новую для себя страну инженерии, не только не знал сопромата, но даже о возможном сопротивлении душ совсем еще не имел понятия... Пальчинский выдержал все средства, какие знало ОГПУ — и не сдался, и умер, не подписав никакой чуши. С ним вместе прошли испытание и тоже видимо не сдались — Н.К. фон-Мекк и А.Ф. Величко... (Газета “Известия”, 24 мая 1929). Но настолько плохо он [Крыленко] понимал эту проклятую инженерскую породу, что еще год ушел у него на неудачные пробы. С лета 1929 возился он с Хрен-

никовым, но и Хренников умер, не согласившись на низкую роль...» [44, с. 371].

А почему? Да потому, что инженеры, техническая и научная интеллигенция были социальным слоем, стратой, как теперь говорят, имеющей свое мнение, и мнение высококвалифицированное, о развитии не только техники, но и государства, а также о власти имущих. А это было недопустимо.

Продолжим рассказ Александра Исаевича об «инженерных организациях». Кого же из крупных инженеров еще можно было бы арестовать как организатора антисоветской партии?

«И только летом 1930 года кто-то нашел, предложил: директор Теплотехнического института Рамзин! — арестовали, и в три месяца был подготовлен и сыгран великолепный спектакль, подлинное совершенство нашей юстиции и недостижимый образец для мировой». Рамзин «во всем сознался». С этого и начинается третий этап ликвидации инженеров.

«Процесс “Промпартии” (29 ноября — 7 декабря, 1930), Спецприсутствие Верховсуда, тот же Вышинский, тот же Антонов-Саратовский, тот же любимец, наш Крыленко... (“Процесс Промпартии”. Изд-во “Советское законодательство”, М, 1931).

Величие замысла: на скамье подсудимых вся промышленность страны, все ее отрасли и плановые органы... обвиняемых только 8 человек... Вы воскликните: и восемь человек могут представить всю промышленность? Да нам даже много! Трое из восьми — только по текстилю, как важнейшей оборонной отрасли. Но тогда наверно толпы свидетелей? Семь человек таких же вредителей, тоже арестованных. Но кипы уличающих документов? чертежи? проекты? директивы? сводки? соображения? донесения? частные записки? Ни одного! То есть *ни одной бумажки!*... Лучшей уликой при всех обстоятельствах является все же сознание подсудимых» [цитата из речи Крыленко — И.К.] [44, с. 372].

Настоящий мрак и ужас средневековья. Пример подобной судебной расправы уже был в литературе: отец Тиля Уленшпигеля (Клаас) погиб также из-за клеветнического доноса. Пепел Клааса стучит в сердце Тиля — это и талисман, и символ непримиримости со всеми правителями, творящими беззакония с помощью «правовой системы» [52].

Можно ли остаться равнодушным к словам писателя, нашедшего в себе силы и гражданское мужество сказать правду?

«Будет же кто-нибудь скоро писать и *историю техники* этих лет! ...Оценит он вам все судороги припадочной пятилетки в четыре года. Узнаем мы тогда, сколько народного богатства и сил погибло впустую...» [44, с. 376].

«И каковы же зловонные преступления этих буржуазных инженеров? Вот они. Планировались уменьшенные темпы развития (например, годовой прирост продукции *всего лишь* 20–22%, когда трудящиеся готовы дать 40 и 50%)... Задерживали рассмотрение инженерных проектов (не утверждали мгновенно). В лекциях по *сопромату* проводили *антисоветскую линию*» [44, с. 376].

Сколько же преподавателей наших вузов погибло из-за этого мракобесия. Вспомним хотя бы героя повести Владимира Дмитриевича Дудинцева академика Посошкова, вынужденного покончить с собой. Так ведь это не художественный вымысел писателя, а только один из множества трагических фактов, взятых из нашей жизни [16].

И вот наступил насквозь фальшивый, демагогический период «управления инженерной деятельностью». Тут и наши социалистические обязательства! И ударники коммунистического труда. И никогда-то не проверялось ничего впоследствии. Лишь бы отпарпортовать, а там хоть трава не расти!

Анализируя вышеизложенное, мы можем выявить здесь зарождение и развитие двух параллельных процессов: 1) насаждение недоверия к научно-технической интеллигенции с целью ее полной ликвидации или подчиненности властям; 2) переход к технократизму (см. планы ГЭМИКШ, придание особой значимости производственным практикам, фактически полная ликвидация гуманитарного начала в системе подготовки инженеров).

Не в мифах и сказках, а в реальной жизни отечественная инженерия оказалась между Сциллой и Харибдой.

«У инженеров (еще тех, на воле, еще не посаженных, кому предстоит бодро работать после судебного поношения всего сословия) — у них выхода нет, — пишет Солженицын. Плохо — все. Плохо, *да* и плохо *нет*. Плохо вперед и плохо назад. Торопились — вредительская спешка, не торопились — вредительский срыв темпов. Развива-

ли отрасль осторожно — умышленная задержка, саботаж; подчинялись прыжкам прихоти — вредительская диспропорция. Ремонт, улучшение, капитальная подготовка — омертвление капиталов; работа до износа оборудования — диверсия! (...Всего в СССР, по данным суда, — 30–40 тысяч инженеров. Значит, каждый седьмой сядет, шестерых напугают).

Но Крыленко пережал. Задумал он еще одной стороной выплатить Промпартию — показать социальную базу, — продолжает Соляницын.

Первое, что мы изумленно узнаем: что эти киты буржуазной интеллигенции все восемь — из бедных семей. Сын крестьянина, сын многодетного конторщика, сын ремесленника, сын сельского учителя, сын коробейника... Все восьмеро учились на медные гроши, на свое образование зарабатывали себе сами... И вот что чудовищно: при царизме никто не загородил им пути образования! Они все нормально кончили реальные училища, затем высшие технические, стали крупными знаменитыми профессорами.

А вот *сейчас*, в советское время, инженеры были очень затруднены: им почти невозможно дать своим детям высшее образование (ведь дети интеллигенции — это последний сорт, вспомним)».

А как тут не вспомнить и пункты наших анкет о происхождении, и разнарядки на прием в партию единиц из интеллигенции. Как жили инженеры в те годы?

«У Чарновского много лет подряд не было свободных вечеров, так он был занят преподаванием и разработкой новых наук (организация производства, научные начала рационализации). Инженеров-профессоров тех лет мне сохранила память детства, именно такими они и были: вечерами донимали их дипломанты, проектанты, аспиранты, они к своей семье выходили только в одиннадцать вечера. Ведь тридцать тысяч на всю страну, на начало пятилетки — ведь на разрыв они!»

Одну честную фразу сказал Рамзин на суде: «Путь вредительства чужд *внутренней конструкции* инженерства» [44, с. 375–381].

Это очень важная, принципиальная характеристика инженерного мышления. Ведь инженерная деятельность это всегда созидание, а не разрушение.

А теперь Солженицын о социальном статусе инженеров: «...инженерство не только рассматривается как социально-подозрительная прослойка, не имеющая даже права учить своих детей; инженерство не только оплачивается неизмеримо ниже своего вклада в производство; но спрашивая с него успех производства и дисциплину на нем — лишили его прав эту дисциплину поддерживать» [44, с. 382].

Так эти «правила» благополучно дожили до конца века. Например, в ЭНИМСЕ первый секретарь комитета комсомола, студент 3 курса юридического института, не имеющий никакого специального образования, вдруг становится (1974) начальником вычислительного центра, где работают выпускники мехмата МГУ! Это же запланированный, искусственно создаваемый парадокс. А еще точнее — подлинное вредительство делу.

И все это происходит на международном фоне все возрастающего имиджа инженерного корпуса в других странах. В СССР происходит рубка технической интеллигенции под корень (а то и с корнем вырывали), в то же время в США инженер становится фигурой номер один. Покажем это с помощью цитаты, взятой из письма Франклина К. Лэйна, министра внутренних дел в кабинете Вильсона, к издателю американского журнала «Industrial Management» (от 20 февраля 1920 г.): «Люди, которые составили конституцию Соединенных Штатов, были инженеры. Они не пытались достичь невозможного, а стремились достичь возможно лучшего при помощи тех фактов, которые были им знакомы. Наши большие законодательные акты — это инженерные сооружения, подобно большому плану орошения, при котором мы накапливаем в огромном резервуаре воду из нескольких рек для того, чтобы затем по каналам и трубам распределить ее по жаждущей земле. Точно так же обстоит дело и с деловым человеком. Если он действительно деловой человек, то он инженер» [51, с. X].

Вот, что поразительно! Ведь эти процессы — уничтожение инженеров в СССР и превозношение инженеров в США, происходят в одно и то же время. Ну а потом началось в СССР движение «Догоним и перегоним». Даже станки в 30-е годы были выпущены с такой аббревиатурой в названии — ДИП. Так догоняли вплоть до эпохи Н.С. Хрущева, бывшего первым секретарем ЦК КПСС с 1953 по 1964 год, когда уж весь народ окончательно понял: нет, так не догонишь.

Вышеизложенный анализ периода социализации инженерной деятельности касается лишь истоков и некоторых признаков данного процесса. Однако и этот краткий обзор позволил выделить основное социальное противоречие данного периода, которое с полным на то основанием может быть обозначено как исторический нонсенс. Ликвидация высококультурных, действительно интеллигентных «старых» инженерных кадров с одновременной подготовкой «новых» инженеров из среды рабочих и крестьян, т.е. инженеров первого поколения, которые просто в силу объективных обстоятельств не могли иметь ни высокого уровня общей культуры (обстоятельства жизни), ни условий для ее приобретения (советская система обучения), ни возможностей для саморазвития (преследование властей за любое инакомыслие) — этот процесс и является основным признаком периода социализации.

Четвертый период — это период своего рода экстенсификации инженерной деятельности. Он относится к концу 50-х — началу 60-х годов. Основной признак этого периода — гонка за количеством выпускаемых втузами инженеров. Появляются и волюнтаристским способом насаждаются во всех втузах вечерние формы обучения, резко расширяется сеть заочных факультетов. Второй признак этого периода — развитие узких инженерных специальностей. Эти меры не могли не привести к такому же резкому снижению качества подготовки, а следовательно, и престижа инженеров. В штатном расписании предприятий и организаций появляются самые разнообразные «инженерные» должности. Вначале еще хоть как-то объяснимые, например, «инженер по технике безопасности», эти названия постепенно превратились в нечто несуразное: инженеры по снабжению, инженеры в жилищно-эксплуатационных конторах, инженеры, выполняющие функции машинисток, лаборантов и т.д.

Все ли было только плохим в подготовке и деятельности инженеров Советской России? Конечно, нет. Выше был рассмотрен главный признак социализации инженерной деятельности, которому до настоящего времени внимания не уделялось, — идеологизация инженерного дела и, как следствие, процесс технократизации высшего технического образования.

Однако страна наша не только велика и обширна территориально, но и богата могучими талантами. Далее в условиях репрессий и «чисток» десятки тысяч молодых людей ежегодно вступали на тернистый путь постижения инженерных наук, обогащая развитие инженерного дела свежими идеями. Даже в так называемых шарашках, в тюремных условиях, инженеры работали и работали вдохновенно! Находясь в условиях изоляции от внешнего мира, они, конечно, не могли участвовать в общественной жизни страны. В сущности, эти инженеры и ученые исполняли роль героя научно-фантастического романа Александра Романовича Беляева (1884–1942) «Голова профессора Доуэля», лишенного всех прав, кроме права передачи результатов своего интеллектуального труда. Вероятно, именно в силу такого положения, имена наиболее талантливых советских инженеров остались неизвестными. Из 2378 названий московских улиц, только 6 посвящены инженерам [18]. Но это совсем отдельная тема.

Возвращаясь еще раз к третьему периоду развития инженерного дела, обратим внимание на одну имманентно присущую этому периоду особенность. Этот характерный для современного инженерного дела признак развития появляется как раз к концу 30-х годов, начинается свой рост в 40-е годы, и получает достаточно бурное развитие к концу экстенсификационного периода, т.е. в 70-е годы. Специально для раскрытия этого признака дадим следующее определение.

Под социализацией инженерной деятельности, вообще говоря, следовало бы понимать не политизацию и не идеологизацию ее в духе устава КПСС, но своеобразный дискретный переход, скачок, от преимущественно чисто технократической ее детерминации к общесоциальной ее обусловленности; т.е. переход от инженерной деятельности, формирующейся под влиянием главным образом лишь изобретений новых образцов техники, к инженерной деятельности, обусловленной общеэкономическими, общекультурными и другими социальными факторами. Здесь мы неизбежно выходим на проблему количества и качества подготовки.

К концу 1930-х годов потребность в отечественных инженерных кадрах была в основном удовлетворена. Вопрос количества был решен. Однако «машина воспроизводства инженеров» продолжала ра-

ботать с прежней интенсивностью. В 1985 году в народном хозяйстве СССР работало в 3,2 раза больше инженеров, чем в США. При этом выпуск инженеров не снижался. Наоборот, в том же 1985 году, вузы страны выпустили инженеров в два раза больше, чем США, Япония, ФРГ и Франция вместе взятые. При этом производительность труда в СССР по официальным источникам составляла около 60% от производительности труда в США [58, с. 368]. В действительности эта цифра сильно завышена, особенно в части интеллектуального труда. По некоторым данным производительность труда инженерно-технических работников (ИТР) была ниже в 20–30 раз. И этому есть косвенное подтверждение. В то время в отечественной промышленности работало инженеров в пять раз больше, чем техников.

Поэтому уже в середине 1970-х годов, как только немного «потепело», в печати все активнее начал звучать голос научно-технической общественности о необходимости изменения системы подготовки инженеров.

Однако истоки «качественно-количественной» проблемы подготовки специалистов с высшим техническим образованием следует искать в более раннем периоде. Промышленное производство передовых в техническом отношении стран к 40-м годам XX века достигло такого уровня мощностей, который фактически исчерпывал возможности используемых в то время технологий. От экстенсивного развития необходимо было переходить к интенсивному. А такой путь уже невозможен за счет «лобового» увеличения технических параметров. Переход количественных изменений в качественные всегда связан со скачкообразными процессами. Теоретический анализ подобных процессов приводит Т. Кун в своей книге «Структура научных революций» [21].

На первое место выдвинулась инновационная деятельность принципиально нового типа. Возникла острая необходимость в таких новшествах, которые отвечают требованию разработки принципиально новых способов производства, новых конструкций машин и механизмов. На первый план вышло изобретательство как массовый общественный феномен. Именно к этому периоду относится повсеместное развитие патентных ведомств, вплоть до создания на каждой

фирме (предприятию, институте) своих собственных патентных подразделений. Вторая мировая война явилась мощным катализатором этого процесса. При этом начал активно расти неизбежный спутник научно-технического прогресса — промышленный шпионаж, направленный в первую очередь на заимствование наиболее значимых изобретений, вернее их ноу-хау. Соединенные Штаты Америки оказались в этом смысле дальновиднее всех своих и союзников, и врагов. Они превратили в «импортный товар» самих разработчиков новой технологии и техники.

В краткой форме вышеуказанные процессы могут быть определены с помощью следующего тезиса. Социальный заказ определил требования к промышленному производству. В свою очередь, промышленность, вынужденная перестраиваться, предъявила новые требования к уровню инженерных разработок, что потребовало изменений характера инженерной деятельности. Именно этот процесс мы связываем с социализацией инженерной деятельности.

С учетом вышесказанного и для четкой фиксации рассмотренных понятий введем соответствующее определение. Инженерная деятельность — это деятельность по интеллектуальному обеспечению процессов создания искусственных систем в соответствии с социотехническими потребностями общества.

Следующим признаком четвертого периода, как ни странно это покажется, является разработка новых и интенсивное развитие уже известных методов научно-технического творчества (НТТ). Несмотря на достаточно длительную историю возникновения самих методов, до этого периода они никогда не были «рабочим инструментом» собственно инженера. В 40-х же и 50-х годах методы НТТ не только получают все большее распространение, но и оформляются в действенную методологию научной и технической деятельности. Соединение понятий «научного» и «технического» также имеет свое основание. Ключом к пониманию этого основания является раскрытие содержания одного из этапов социализации инженерной деятельности.

Социотехнические запросы общества, придавшие особую значимость инновационной, творческой, в конечном итоге изобретательской деятельности инженера, потребовали от инженерного корпуса

не столько самих научных знаний, важность которых для инженера никто не отрицал, но и умения использовать эти знания. Воспитание этого умения, в свою очередь, потребовало систематизации и классификации многовекового опыта человечества в области научно-технических исследований. Простых исторических примеров гениальных деятелей, таких как Архимед и Микельанджело, сочетавших в своей работе выполнение функций ученого, художника, инженера, исполнителя, и все на уровне высокого искусства, было уже недостаточно. Нужен был четкий и хорошо разработанный аппарат для оперативного решения многочисленных производственно-технических задач. Это было реальное и весьма сильное социально-историческое требование того времени. И этот аппарат был создан. В современном варианте его принято обозначать как методология научно-технического творчества.

Методы научно-технического творчества (НТТ) начали появляться одновременно в самых различных странах и отраслях науки и техники. Большинство из них имеет своих авторов-разработчиков. В качестве примера можно назвать наиболее известных в настоящее время: Г.С. Альтшуллер (СССР), Ю.М. Соболев (СССР), В.И. Гордон (США), А.Ф. Осборн (США), Ф. Цвикки (Швейцария).

Однако воспользоваться этими методами оказалось не так-то просто. Выяснилось, что практически все они требуют знаний и умений, носящих междисциплинарный характер, а как раз такого типа знаний и умений высшая школа не давала. Естественным образом возникло особое направление обучения, имевшее в различных странах разные названия, смысл которых можно раскрыть с помощью двух слов — школы изобретательства. Все они относились к постдипломному варианту образования, т.е. фактически занимались тем, что пытались уже сложившийся во втузе тип мышления узкого специалиста, «инженера по специализации», переделать в подлинно инженерное мышление с характерным для него универсально-прагматическим подходом к решению задач.

Понимание необходимости формирования нового научно-технического мышления привело к активному развитию системного подхода и системного анализа, о чем свидетельствуют многочисленные публикации и создание специальных научных подразделений,

занимавшихся системными исследованиями. Процесс этот приходится на 50–60-е годы и характеризует второй этап периода экстенсификации инженерной деятельности. К 70-м годам наступает третий этап, связанный с практическими попытками изменения системы подготовки инженеров. К сожалению, эти действия основывались только на энтузиазме специалистов в области НТТ и практически не поддерживались государственным аппаратом высшей школы СССР. Хотя официально власти это направление и не запрещали, но и ничего для его развития практически не делали. Тем не менее многое удалось. Появились методические рекомендации, учебные пособия, научные и научно-популярные издания, связанные с подготовкой инженеров в области методологии НТТ. Вышли в свет и переводные издания специалистов в данной области. Стали организовываться семинары и конференции; возникли как самостоятельные научные направления: психология НТТ, теория НТТ, обучение НТТ.

Таким образом, потребность оперативного решения большого количества научно-технических задач, необходимость качественно-го изменения системы подготовки инженеров, развитие методологии НТТ также определяют признаки периода, обозначенного в соответствии с общегосударственной политикой СССР как период экстенсификации инженерного дела.

Прибегая к метафоре, рассмотренные периоды инженерной деятельности можно сравнить с двумя волнами. После первой волны проявилась и в ее генезисе, и в ее образе техническая сущность инженерной деятельности, после второй — ее социальная направленность.

Подтверждением наличия «волн», связанных с исследованием проблем, имеющих отношение к научному и техническому творчеству, может служить число публикаций по этой теме. По данным Я.А. Пономарева, если число работ, опубликованных в 1920–1924 годы, приравнять к 100%, то в период 1925–1929 годов оно сокращается вдвое, т.е. до 50%, а в 1930–1934 годы — приближается к 10%. В 1935–1939 годы работ по психологии творчества вообще нет, почти нет их в 1940–1944 годы, совсем мало — в 1945–1949 годы. И лишь в 1950–1954 годах, особенно к концу этого периода (после смерти вождя), публикаций становится немногим более 50%. К

1959 году число публикаций уже несколько превышает уровень 1920–1924 годов, в 1960–1964 годы оно увеличивается до 125%, а к концу 1967 года — почти до 150% [31, с. 59].

Процесс преобразования инженерной деятельности продолжается и в настоящее время. Начиная с середины 80-х годов мы стали свидетелями начала нового, пятого периода в истории инженерного дела в России — периода все возрастающей гуманизации инженерной деятельности. Под гуманизацией инженерной деятельности следует понимать выход на первый план, среди всех вообще социальных факторов человеческого фактора, в том числе и главным образом — экологического фактора в самом широком смысле этого слова. При всей важности таких общесоциальных факторов, как экономические, юридические, политические и т.д., они не только не устраняют господства технократии в жизни индустриально развитого общества, но даже создают эйфорию техники. Выход на первый план среди них человеческого фактора должен устранить все то, что препятствует человеку стать полным хозяином в своем общественном доме.

Противоречия, возникшие в промышленно развитых странах и приведшие общественную систему к умалению или даже падению гуманистических идеалов, имеют глубокие корни. Во многом эти корни связаны с тем, как решало человечество вопросы науки и религии. Вот что писал по этому поводу Николай Александрович Бердяев (1874–1948): «Век маловерия, в век ослабления не только старой религиозной веры, но и гуманистической веры XIX века единственной сильной верой современного цивилизованного человека остается вера в технику, в ее мощь и бесконечное развитие. Техника есть последняя любовь человека, и он готов изменить свой образ под влиянием своей любви» [4, с. 149].

К концу нашего века человек не только готов изменить свой образ, а изменил и изменил его так существенно, что часто уже непонятно, где человек, а где машина.

«И все, что происходит с миром, питает эту новую веру человека. Человек жаждал чуда для веры, и ему казалось, что чудеса прекратились. И вот техника производит настоящие чудеса. Проблема техники очень тревожна для христианского сознания, и она не была еще христианами осмыслена. Два отношения существуют у христиан к технике, и оба недостаточны. Большинство считает технику религи-

озно нейтральной и безразличной. Техника есть дело инженера. Она дает усовершенствования жизни, которыми пользуются и христиане. Техника умножает блага жизни. Но эта специальная область, не затрагивающая никак сознания и совести христианина, не ставит никакой духовной проблемы» [4, с. 150].

Здесь есть все основания для дискуссии. Да, конечно, техника — дело рук инженеров, это их творение. Но ведь сам-то создатель техники не машина, а человек! И то, что техника умножает блага человека и не затрагивает души, также весьма спорно. А военная техника? Ведь именно с ней связан основной научно-технический прогресс человечества.

«Христианское же меньшинство, — продолжает Бердяев, — переживает технику апокалиптически, испытывает ужас перед ее возрастающей мощью над человеческой жизнью, готово видеть в ней торжество духа антихриста, зверя, выходящего из бездны. Злоупотребление апокалипсисом особенно свойственно русским православным. Все, что не нравится, все, что разрушает привычное, легко объявляется торжеством антихриста и приближением конца мира. Это есть ленивое решение вопроса. В основании его лежит эффект страха. Впрочем, первое решение в смысле нейтральности тоже ленивое, оно просто не видит проблемы...

Европейский гуманизм верил в вечные основы человеческой природы. Эту веру он получил от греко-римского мира. Христианство верит, что человек есть творение Божие и несет в себе Его образ и подобие, что человек искуплен Сыном Божиим. Обе веры укрепляли европейского человека, который считал себя человеком универсальным. Ныне вера эта пошатнулась. Мир не только дехристианизируется, но и дегуманизируется. В этом вся острота вопроса, перед которым ставит нас чудовищная власть техники» [4, с. 153].

Дегуманизация деятельности вследствие потери веры — это прямой путь к деятельности не только бездушной, но и бездуховной. Очень хорошо отразил противоречивость чувств, связанных со стремлением разобраться в состоянии души «человека технического», Андрей Платонович Платонов (1899–1951). Вот пример, показывающий четкое разделение в сознании простого матроса человеческого и машинного. Герой рассказа «Одухотворенные люди» воспомина-

ет танковую атаку противника: «Василий Цибулько наслаждался, слушая мощную работу дизелей; он понимал, что хотя фашисты едут на этих машинах убивать его, однако машины тут ни при чем, потому что их создали свободные гении мысли и труда, а не эти убийцы тружеников, которые едут сейчас на машинах... Мощные танки шли напрямую... Цибулько вслушался сквозь скрежет гусениц и дребезг стальных кузовов в частое мелодичное дыхание дизельмоторов и произнес самому себе: “Эх, и все это против меня! Здравствуйте, инженер Рудольф Дизель! Я на Вас не обижаюсь, я уважаю Вас за великое изобретение двигателя, я — Цибулько, простой краснофлотец, но великий человек!”» [29, с. 59–31].

Эту же проблему рассматривал в 1867 году, еще в начале периода становления инженерной деятельности, Федор Михайлович Достоевский (1821–1881). Так, именно он, одним из первых высказал важную мысль о влиянии технического прогресса на человека.

В азарте спора, под смех присутствующих, несколько бессвязно, но по сути дела очень верно один из героев его романа — Лебедев, произносит следующий монолог: «Закон саморазрушения и закон самосохранения одинаково сильны в человечестве! <...> Спешат, гремят, стучат и торопятся (речь идет о железных дорогах — *И.К.*) для счастья, говорят, человечества!». «Слишком шумно и промышленно становится в человечестве, мало спокойствия духовного», — жалуется один удалившийся мыслитель. «Пусть, но стук телег, подвозящих хлеб голодному человечеству, может быть, лучше спокойствия духовного, — отвечает тому победительно другой, разъезжающий повсеместно мыслитель, и уходит от него с тщеславием. — Не верю я, гнусный Лебедев, телегам, подвозящим хлеб человечеству! Ибо телеги, подвозящие хлеб всему человечеству, без нравственного основания поступку, могут прехладнокровно исключить из наслаждения подвозимым значительную часть человечества, что уже и было...» [15, с. 428–429].

Подобные противоречия между людьми творчески одаренными — техническими гениями — талантливыми инженерами и представителями мира экономического и политического насилия, людьми без моральных и нравственных принципов мы встретим в самых разных литературных произведениях. Таковы, например, герои научно-фан-

тастических романов А.Н. Толстого «Аэлита» (1922–1923), «Гиперболоид инженера Гарина» (1925–1927). Эти же проблемы поднимаются и в романах Александра Александровича Богданова (1873–1928) «Красная звезда» (1908) и «Инженер Мэнни» (1912).

Да разве в нашем недавнем прошлом мало таких примеров? Есть целые социальные движения, уже вошедшие в отечественную историю как примеры тотального политического и идеологического насилия не только над отдельными учеными и инженерами, но и над целыми научными направлениями и школами. Такова судьба генетики, в защиту которой замечательный и до сих пор недооцененный русский ученый Александр Александрович Любищев (1890–1973) не побоялся выступить со статьей: «Об аракчеевском режиме в биологии» (1953) [23, с. 25–35].

Такова судьба кибернетики, которую в 50-е годы советские газеты обличали как «продажную девку империализма». Книга отца кибернетики, Норберта Винера (1894–1964) «Кибернетика или управление и связь в животном и машине», изданная в США и Франции в 1948 году, появилась в СССР лишь в 1958 году.

Пожалуй, лучше всего показать процессы внутренней нравственной борьбы ученых и инженеров удалось Даниилу Александровичу Гранину (род. 1919) [11]. Сам писатель, обращаясь к читателям, говорит в предисловии: «Меня интересовала не величина, не степень таланта, а скорее, те душевные переживания, те нравственные проблемы, какие приходится решать почти каждому, кто посвящает свою жизнь научному творчеству... Неверно считать, что в наше время, время больших научных коллективов, такие нравственные драмы упростились или исчезли... Человеческие качества ученого, пожалуй, не менее важны, чем его достижения, моральный облик великих ученых имеет большее значение для поколений, чем чисто интеллектуальные достижения. Возьмите Джордано Бруно, Пржевальского, Ломоносова, Резерфорда, Галилея, Николая Вавилова — вроде забылись подробности их открытий, многое устарело, но история их жизни и подвигов живет, ею пользуются, ее знают» [11, с. 5].

Герои его произведений «Иду на грозу», «Размышления перед портретом, которого нет», «Повесть об одном ученом и одном императоре», «Вариант второй» и др. убедительно подтверждают это.

В результате проведенного исследования можно дать достаточно четкое разделение введенных в работе периодов развития инженерной деятельности с помощью их классификационных признаков. Приведенная ниже краткая характеристика каждого периода включает их основные и дополнительные признаки, а также временной диапазон их действия.

Для первого периода — «Зарождение инженерного дела» (1820–1860) в качестве основного признака выделяется появление и развитие на территории России промышленного производства. Дополнительными признаками этого периода являются: появление первых высших технических учебных заведений, привлечение к учебному процессу в качестве преподавателей ведущих отечественных ученых, начало формирования нового социального слоя — инженеры.

Второй период — «Становление инженерного дела» (1880–1920) характеризуется прежде всего организацией системы высших технических учебных заведений. Особенностью данного периода является изобретение и внедрение в промышленность принципиально новых технологических процессов, что обусловило бурный рост промышленного производства на территории России. В аграрной стране возникают предпосылки для интенсивного роста производства. К разряду наиболее существенных признаков этого периода можно отнести также широкое общественное движение ученых по объединению научно-технических сил России.

Третий период — «Социализация инженерной деятельности» (1925–1950) связан прежде всего с трансформацией инженерного дела из класса привилегированных профессий в профессию, если и не массовую, то широко распространенную, обычную и доступную. Уникальной особенностью этого времени становится явление замены путем ликвидации или отстранения от работы старых «буржуазных» инженерных кадров и замена их на новые — пролетарские (инициатива сверху) с одновременной «идеологизацией» инженерного дела. Еще более уникальной особенностью периода является зарождение отечественных методов научно-технического творчества (инициатива снизу).

Четвертый период — «Экстенсификация инженерной деятельности» (1960–1980), или, иначе говоря, — погоня за количеством в ущерб

качеству, — связан с резким увеличением числа высших технических учебных заведений и количеством как самих студентов, так и специальностей, по которым их готовят. Продолжается процесс технократизации обучения, его дегуманизации. В обществе начинается и к концу периода принимает широкие масштабы явление падения престижа инженерной профессии. Положительными признаками периода можно считать организацию на территории СССР системы патентных служб и ведомств (государственная политика) и разработка методологии научно-технического творчества (силами энтузиастов ученых и изобретателей).

Пятый период — «Гуманизация инженерной деятельности» (начиная ориентировочно с 1990 г.) в качестве основного признака имеет новые условия инженерной деятельности, а именно, выдвижение на первый план технологических, экологических и социальных задач. Особенности периода являются: процесс гуманитаризации высшего технического образования, введение в обучение, методологии научно-технического творчества, появление и развитие «социальных технологий» (табл. 5.1).

Базой для научного осмысления сложных и во многом противоречивых вышеописанных процессов могут послужить не только социологические теории. Среди малоизвестных работ академика Евгения Викторовича Тарле (1874–1955) есть «Очерк развития философии истории», являющийся стенограммой вводной части курса по всеобщей истории, читавшейся Е.В. Тарле в 1908 году студентам Петербурга. В «Очерке» раскрывается внутренняя логика общесоциологических концепций и их преемственность. Нам представляется методологической удачей позиция Е.В. Тарле в той ее части, где говорится о том, что в истории и социологии колеблются и часто разрушаются установленные воззрения, даже раньше, чем к ним успевают привыкнуть. Нижеприведенный тезис полностью применим и к историко-социологическим аспектам развития инженерного дела.

«Как и в других науках, когда человек стал задумываться над тем историческим материалом, который был в его распоряжении, мысль его была поражена двумя феноменами, из которых каждый казался в высшей степени удивительным, а оба друг другу противоречащими. Это противоречие было стимулом, особенно подгоняв-

Развитие инженерного дела в России

Периоды развития						
Номер периода	0	1	2	3	4	5
Название	Доинженерный	Зарождение	Становление	Социализация	Экстенсификация	Гуманитаризация
Время	До 1800 г.	1820—1860 гг.	1880—1920 гг.	1925—1950 гг.	1960—1980 гг.	С 1990 г.
Основные признаки периодов						
Производственные	Кустарный промысел. Ремесленные мастерские	Появление мануфактурной стадии развития промышленности	Переход к фабричной системе производства	Появление поточных систем производства	Количественный рост производства устаревшей техники	Приоритет технологических задач по отношению к технике
Учебные	Единичные специальные учебные заведения	Появление высших технических учебных заведений	Система высших технических учебных заведений	Развитие узкоспециализированной подготовки инженеров	Опережающий рост инженерных кадров. Развитие вечернего и заочного обучения	Гуманитаризация обучения
Социальные	Розмыслы. Первые инженеры	Формирование социального слоя — инженеры	Объединение научно-технических сил России	Инженер — обычная профессия. Появление методов НТТ	Система патентных служб. Методология НТТ	Появление социальных технологий

шим человеческую мысль, особенно возбуждавшим любопытство. Люди, присматриваясь к историческому материалу, во-первых, видели какую-то целесообразность, какую-то внутреннюю закономерность, какую-то логику в истории, но, с другой стороны, они чувствовали невозможность осмыслить эту логику. Есть какая-то последовательность исторических феноменов, но она нами не улавливается, есть какая-то внутренняя целесообразность, но мы ее не понимаем. История творится человечеством; в этом какой-то прогресс, бесспорно, замечается, однако путь этого прогресса, по меньшей мере, странен — пять шагов вперед, три шага назад.

И до настоящего времени историческая мысль смущается этим противоречием. Какая-то настойчивая объективная целесообразность и вместе с тем совершенно нелепый, совершенно иррациональный путь, по которому совершается движение к цели» [17, с. 116–117].

Не такова ли и история, и судьба развития инженерного дела в России? Да и прогресс-то все больше в ненужную сторону. Если бы только назад, мы бы вернулись в патриархальное прошлое. А мы заехали в чудовищное будущее. И не хочет, не хочет колесо истории поворачиваться вспять.

Конечно, были и шаги вперед. Причем шаги значительные. Мир не забудет первый запуск искусственного спутника Земли в СССР (1957), первый полет советского человека — Юрия Алексеевича Гагарина (1934–1968) в космос 12 апреля 1961 и другие достижения космической ракетной техники. Но даже такие выдающиеся достижения далеки от потенциальных возможностей российских инженеров.

Поэтому был глубоко прав поэт и актер Владимир Семенович Высоцкий (1938–1980), указывая на многочисленные недостатки Советской системы в своей песне с припевом «Зато мы делаем ракеты и покоряем Енисей...» И в самом деле, сколько нелепых проектов и еще более нелепых грандиозных замыслов пытались воплотить в СССР, да так и не воплотили! А сколько никому не нужных сооружений! Сколько бездарных не инженерных решений! Ведь за последние девять десятков лет на территории России практически ничего не сделано из того, чем могут гордиться следующие за нами поколения. А сколько прекрасного и действительно ценного за это же время разрушено!

В муках появляется на свет период гуманизации инженерной деятельности.

Поэтому честь и слава тем русским, советским инженерам, которые, несмотря на все отрицательное влияние и давление «сверху», пытались выжить в один из самых тяжелых для российской научно-технической интеллигенции периодов, вначале третьего тысячелетия мировой цивилизации.

5.2. Инженерное искусство в России в конце XIX — начале XX века

После характеристики периодов инженерной деятельности есть смысл перейти непосредственно к вопросу об инженерном искусстве в России в конце XIX — начале XX века. Обойтись в разговоре о любом виде искусства, в том числе об искусстве техническом, без исследования проблем творчества невозможно [39].

Согласно самому общему определению искусство трактуется как одна из форм общественного сознания или как специфический род практически-духовного освоения мира [49, с. 222]. В этом смысле к искусству относят группу разновидностей человеческой деятельности — живопись, музыку, литературу и т.д. В более широком значении понятие «искусство» относят к любой форме практической деятельности, когда она совершается умело, мастерски, искусно в технологическом, а часто и в эстетическом смысле. Отметим, что категории «технологического» и «эстетического» являются основными для характеристики любой технической и в первую очередь инженерной деятельности. В качестве примера можно привести такие устоявшиеся в научно-техническом мире выражения, как «технологическая революция» и «техническая эстетика». Интересно также, что формы художественного творчества, ремесла и вообще всякого умения обозначались первоначально одним словом: у древних греков это было слово «техне»; в романских языках слова, обозначающие «искусство», «художник», «ремесленник», связаны с общим латинским корнем «аг» [49, с. 222].

Собственно наука о творчестве возникла как в России, так и за рубежом, на грани XIX–XX столетий. На первом этапе наука о твор-

честве развивалась как область знаний, направленная на поиски закономерностей создания человеком оригинального, нового [40].

Главной целью, например психологии творчества, было описание ситуации, в которой идея, воплощаемая сознанием в определенные формы, всплывает в сферу сознания помимо воли субъекта творчества. При этом первоначально областью исследования было в основном художественное творчество, деятельность людей искусства и литературы. В дальнейшем появилась психология технического и научного творчества. Для нашего исследования важен факт признания «русской школы в науке и творчестве. Особенно ценно то, что это признание принадлежит всемирно известному ученому того времени, австрийскому физику, философу, одному из основателей эмпириокритицизма — Эрнсту Маху [1838–1916]. Эти слова написаны им в мае 1909 года в предисловии к немецкому изданию книги нашего соотечественника П.К. Энгельмейера «Теория творчества» [56].

Родоначальниками науки о творчестве в России принято считать Александра Афанасьевича Потебню (1835–1891), разработавшего теорию словесности, и литературоведа Александра Николаевича Веселовского (1838–1906). Из зарубежных работ, основополагающими являются труды французского психолога Теодюля Армана Рибо (1839–1916) [36]. Немаловажно отметить такую историческую деталь. Указанные авторы являются не просто людьми одного поколения, но и практически ровесниками. Социально-научная атмосфера того периода не могла не сказаться на развитии взглядов этих передовых для своего времени ученых. Эстафету исследований по развитию школы научного творчества приняли такие ученые, как Д.Н. Овсяннико-Куликовский, А.Г. Горнфельд, В.И. Харциев и др. [9, 25, 26]. Для нашего исследования особенно существенны размышления Б.А. Лезина об искусстве и научном творчестве.

В 1907 году в Харькове вышел в свет сборник статей под названием «Вопросы теории и психологии творчества (пособие по изучению теории словесности в высших и средних учебных заведениях)». Издателем-составителем был Б.А. Лезин. Вот что он пишет в предисловии к сборнику: «Когда сказывается потребность человека выразить себя и когда создается соответственно выражению удач-

ное или неудачное — это все равно, но такое, которым человек утоляет жажду — выразиться, мы имеем художественное творчество, искусство в обширном смысле этого слова» [7]. Далее он развивает эту мысль, говоря о том, что, поскольку техника есть процесс творческий и возникает как результат внутренней потребности изобретения, служа утолением этой духовной жажды и выражением стремлений технического таланта и гения, постольку и техника есть деятельность мысли, психологически родственная художественной. Мы уже обсуждали вопросы иррационального в инженерной деятельности (п. 2.3.3). В этой связи интересен взгляд Б.А. Лезина на взаимосвязь между религией и искусством: «Поскольку религия есть порождение живой душевной потребности, поскольку в ее догматах, формах, обрядах и молитвах человек находит утоление этой “духовной жизни” и выражение своих религиозных идей и настроений, постольку представляется несомненным внутреннее, психологическое сродство (художественное творчество) между религией и искусством» [7, с. 24].

Итак, по мнению Б.А. Лезина, художественное творчество естественно координируется с творчеством религиозным, метафизическим, научным, научно-философским и техническим. Для нас весьма существенными в вышеприведенных материалах являются два момента: во-первых, появление самого термина «научно-техническое творчество» в работе психологов, и, во-вторых, рассмотрение НТТ в качестве составной части художественного творчества. В дальнейшем Лезин развивает содержание определения понятия «искусство», последовательно уточняя и раскрывая внутренний смысл определения этого понятия. Приведем еще два варианта определения, являющихся примером сложного процесса формулирования понятия. «Искусство есть творческая деятельность мысли, направленная на постижение всего человеческого и имеющая целью развитие человечности, — орудующая образами, как художественно-техническими, так и иными, если только эти последние оказываются, так сказать, на высоте призвания» [7, с. 24]. И далее следующий вариант. «Искусство есть умственная творческая деятельность, направленная на постижение и развитие человечности и орудующая особыми стимулами (возбудителями) творчества, которыми служат образы (типичные, символические и иные) и лирические чувства» [7, с. 37].

Уже в этих определениях можно увидеть черты перехода к пониманию инженерной деятельности второго и третьего периодов (см. 5.1). Прежде всего гуманистическое основание определений (достижение человеческого и развитие человечности), затем использование аналогий (образы типичные, символические и иные) и, наконец, введение инструмента творческой деятельности — художественно-технические образы. Именно эти категории широко использовались впоследствии в различных методах и приемах НТТ.

Однако наиболее ценной представляется работа Б.А. Лезина «Художественное творчество как особый вид экономии мысли» [22]. Анализируя в исторической ретроспективе тезис о том, что «мысль наша по содержанию, или образ, или понятие (т.е. искусство или наука)», Лезин в подтверждение приводит следующие исторические примеры с соответствующими комментариями. «Ритм» по Аристотелю соответствует самой природе человека, определяя «порядок», который в свою очередь дает «экономии». И в этом смысле ритм принимается как «экономический принцип жизни». Естественный отбор Дарвина также расценивается как особого вида «экономия — целесообразность». Мышление, по Э. Маху, «целесообразно». По мнению А.А. Потемкина, «искусство — сгущение мысли». При этом речь идет совсем не о рационалистическом или логическом. «Область бессознательного сберегает, совершая колоссальную по трудности и количеству работу... Бессознательная сфера сберегает, экономизирует психические акты; сознательная — тратит».

Продолжая доказывать роль экономичного мышления, Б.А. Лезин отмечает: «Язык с самого своего возникновения заключает в себе основную черту — способность экономизировать психические силы человека, что и послужило причиной создания искусства и науки и вообще — человеческого процесса» [22, с. 270]. Сегодня мы можем добавить к этому положению знания о новых знаковых информационных системах: машинных языках, лежащих в основе построения и использования искусственного интеллекта. Заключает же свою работу Лезин следующей идеей: «Дать возможно больше при наименьшей затрате мысли — таков от начала до конца характер деятельности научного и художественного мышления» [22, с. 311].

Знаменательным является то, что данный сборник заканчивается статьёй Д.Н. Овсяннико-Куликовского: «О преподавании “теории словесности” в средней школе». Развивая целый ряд актуальных и для современной системы образования идей, он, в частности, пишет, «...что задача средней школы — не обучать таким-то наукам, а развить мышление учащегося на материале этих наук, ибо фактически знания без развитого мышления — ненужный балласт, который и выбрасывается из памяти, между тем как, упражняя и развивая мышление ученика, преподаватель заставляет его, незаметно для него самого, как бы “попутно”, усваивать и фактические знания. Преподавание в средней школе должно быть по преимуществу дедуктически дедуктивного характера и постепенно в старших классах переходить к упражнению индуктивных и критических приемов мысли» [27]. Мы же, соглашаясь с основными положениями Овсяннико-Куликовского, все же добавим, что развитие системы обучения во второй половине XX века по таким направлениям, как «открытые школы», педагогика сотрудничества, проблемное обучение, доказало возможность введения творческого процесса в обучение с еще дошкольного возраста.

Итак, мы видим, что уже у истоков теории творчества суть творчества связывалась с принципом «экономии мышления» и, более широко, с принципом целесообразности. Научное творчество человека усматривалось в достижении максимума знаний при минимальных затратах познавательных сил.

В этот же период появились работы, создающие как бы встречное движение, исходящее из анализа природы не только художественного и научного, но и технического творчества. В качестве основы объяснения этого явления можно привести следующие рассуждения, встречающиеся в различных работах тех лет. Так, например, профессор Г.Ф. Ганфштенгель в предисловии к своей книге «Техническое мышление и творчество», изданной в Берлине в 1923 году, пишет: «Во всех кругах общества обнаруживается желание познакомиться с сущностью технических процессов... и понять методы мышления инженеров». Далее, отвечая на вопрос, в чем разница между техникой и ремеслом, Ганфштенгель отмечает, что в эпоху ремесла человек борется с природой. Техника же с помощью науки

исследовала силы природы и вследствие этого не только научилась господствовать над ними и заставлять их служить себе, — зачатки этого имелись уже и в ремесле, — но, идя дальше, стремится полностью использовать их, извлечь из них все, что в них есть.

Развивая эту мысль, можно выделить главное отличие между наукой и техникой. Наука ведет к познанию законов природы, техника использует эти знания на практике. Поэтому научному работнику в первую очередь следует знать как познавать, а инженеру — как использовать знания и законы. При этом и тот и другой должны знать эти законы. Отметим, что указанные различия относительны. Их нельзя абсолютизировать.

С одной стороны техника, в отличие от фундаментальных наук, является «наукой приложений», которая целиком покоится на почве опыта. Здесь нет места ложным путям, так как результаты с суровостью выносят свой приговор. С другой стороны, мало есть профессий, в которых радость творчества, чувство удовлетворения достигнутым успехом получали бы такое яркое проявление, как в ответственной технической работе. В этом чувстве счастья свободной творческой деятельности художник и инженер близко стоят друг к другу. Ведь фактически история инженерной деятельности это и есть история человечества, определенная через историю развития техники [51, с. 4–5].

Однако техника проникает и в казалось бы далекие от нее виды деятельности. Вот что пишет далее профессор Ганфштенгель: «Судья и адвокат должны углубляться в технические вопросы; многие администраторы ежедневно стоят перед техническими задачами... Что коммерческие директора и служащие промышленных предприятий не могут обойтись без технических знаний, если они хотят успешно справиться со своей работой, об этом вряд ли надо говорить» [51, с. 6]. Эксперты, учителя, учащиеся, преподаватели технических учебных заведений — все они должны владеть «техническим мышлением».

Развивая мысль о связи научного, технического и социального, Ганфштенгель одним из первых сформулировал противоречие, возникающее между общим и специальным образованием. Вот как он завершает свою книгу: «В большом числе научных областей требу-

ются такие детальные познания, что чрезвычайно трудно давать учащимся еще и “общее образование”. Это звучит как противоречие, но его здесь нет. Под общим, или гуманистическим, образованием надо понимать введение во все те области, которые могут способствовать выработке у человека правильного взгляда на окружающий мир и его положение в нем» [51, с. 223]. И далее, вновь об уровне ответственности и особенностях инженерно-технического труда: «Ни одна профессия так не принуждает, как техника, к разному ограничению определенных целей работы и к неутрачиваемому труду по мелочам с таким чувством, что каждая ошибка обнаружится и сурово отомстит за себя. Такими качествами, как требуются здесь, мы особенно охотно хотели бы снабдить каждого правительственного служащего!» [51, с. 6].

5.3. Инженеры России

В отечественной литературе по истории науки и техники имеется несколько фундаментальных изданий, в которых можно найти немало сведений о русских инженерах. Прежде всего, к таким работам следует отнести книги Льва Гумилевского [12], Виктора Васильевича Данилевского [13] и Семена Викторовича Шухардина (1917–1980) [53], в которых дается достаточно полная панорама развития технических достижений, осуществленных на территории России.

Эти издания выполнены на высоком научно-художественном и историко-документальном уровне и вполне могут служить в качестве основных источников информации при рассмотрении многих вопросов, связанных с инженерной деятельностью. В частности, книга Л. Гумилевского «Русские инженеры» начинается с анализа истории развития русской технической мысли, с осмысления исконно русского понятия — «розмысел». Автор совершенно справедливо указывает на близость этого понятия к русскому языку и по смысловому, семантическому значению, и по корневому, этимологическому звучанию [12, с. 7–8].

Однако вышеуказанные издания вышли в свет в период жестокого прессинга официальной цензуры и по этой причине не могли не иметь существенных недостатков, присущих всем официальным источникам того периода. Эти недостатки проявились прежде всего в

создании атмосферы ура-патриотизма, при которой выпячивались, часто несоразмерно с действительностью, заслуги отечественных деятелей науки и техники. В то же время полностью замалчивались имена тех крупных представителей научно-технической интеллигенции, которые были поставлены Советской властью вне закона как внутри страны, так и за ее пределами. И, наконец, такое распространенное явление, когда на фоне полной или почти полной неизвестности истинных деятелей науки и техники выдвигались на первый план, в том числе становились академиками, люди весьма далекие от науки, но зато хорошо разбиравшиеся в политической обстановке, а проще говоря, лжеученые. Ярким примером является история борьбы А.А. Любищева (1890–1972) с академиком Т.Д. Лысенко (1898–1976) за признание генетики в СССР [2, 23].

В силу указанных причин книги Л. Гумилевского, В.В. Данилевского и С.В. Шухардина, а также подобные им издания, не могли содержать достаточно полного перечня деятелей русской науки и техники. Все же впоследствии появился целый ряд изданий, в которых дается более объективное, а иногда и совершенно новое освещение достижений русских инженеров. К таким изданиям можно отнести сборник статей «Советские инженеры», составленный А.Б. Ивановым и вышедший в 1985 году в серии биографий «Жизнь замечательных людей» с предисловием ректора МВТУ Г.А. Николаева [42]; книгу В.П. Демьянова «Призвание. Творцы новой техники (о русских инженерах)», изданную в серии «Техника» в 1989 году [14]; сборник «Российские ученые и инженеры в эмиграции», подготовленный Институтом истории естествознания и техники по результатам Круглого стола «Творческое наследие российских ученых и инженеров за рубежом — достояние национальной и мировой культуры», состоявшегося в рамках II Конгресса соотечественников России (г. Санкт-Петербург, 8–12 сентября 1992 г.) [37].

Говоря о российской научной эмиграции первой волны, составитель сборника В.П. Борисов пишет: «В потоке русской эмиграции первой волны (после 1917 года) оказываются многие представители интеллигенции, в том числе деятели науки, техники и высшей школы. Основная часть их покидает Россию в период 1920–1925 гг.» [37, с. 6]. Он же приводит свидетельство известного петербургского

врача, ученого и общественного деятеля И.И. Манухина об атмосфере тех лет: «Годы 19–20-й были периодом все нарастающего, из недели в неделю, из месяца в месяц, тягчайшего для нормального человека ощущения какой-то моральной смертоносной духоты, которую даже трудно определить точным словом, разве термином “нравственной асфиксии”. Люди были поставлены в условия, когда со всех сторон их обступала смерть либо физическая, либо духовная... Все делается лживо, обманно, враждебно, озлобленно вокруг вас и безмерно, беспредельно, интегрально-беззаконно, Декреты сыплются на обывателя без счета, а закона нет и самый принцип его отсутствует. Нет ничего удивительного, что русские люди устремились к границам — кто куда: в Финляндию, на Украину, в Польшу, Белоруссию. Хотелось жить как угодно: в бедности, в убожестве, странником, пришельцем лишь бы не быть принуждаемым жить не по совести» [24, с. 196].

Конечно, трудно с категоричной определенностью утверждать, кому именно, какой стране, принадлежит то или иное достижение науки и техники, если оно было сделано русским инженером, работавшим за рубежом. И в этом смысле справедливо замечание авторов предисловия сборника о том, что «Интернациональный характер научного знания и инженерно-технологической деятельности в принципе обуславливает и возможность мирной миграции этих знаний» [37, с. 3]. Тем более, что ситуация за рубежом была такова, что ее трудно оценить только с положительной или только с отрицательной стороны. Безусловно, наиболее известные ученые и инженеры получили средства и условия для продолжения своих исследований. В то же время сотням эмигрировавших специалистов не повезло, и они были вынуждены зарабатывать на жизнь различными и часто весьма далекими от своей специальности способами деятельности. Одновременно происходили такие явления, которые свидетельствуют о развитии системы образования русской молодежи уже за пределами родины.

Так, в Праге создается Русский юридический факультет; для русских эмигрантов открываются Педагогический институт, Институт сельскохозяйственной кооперации, Высшее училище техников путей сообщения, Русский институт коммерческих знаний, Русский народ-

ный университет. О широком размахе поддержки студенчества в Праге говорит тот факт, что вначале для русских студентов были выделены 1000 стипендий, а затем около 2000 [37, с. 6].

В г. Харбине (Китай) в это же время можно было получить образование на юридическом факультете, где преподавание велось на русском и частично английском языках. По такому же принципу шло обучение еще в двух Харбинских вузах — Политехническом институте и Институте восточных и коммерческих наук. Во Франции эмигранты из России «могли получать образование с преподаванием на русском языке также в Технологическом институте» [37, с. 9–10].

Несмотря на вышеуказанные обстоятельства, во многом затрудняющие объективную оценку приоритетности достижений в пользу русских или иностранных инженеров, все же имеются веские основания говорить о наличии фундаментальной инженерной школы непосредственно в самой России. Главными аргументами для доказательства такого утверждения служат, во-первых, наличие системы высших технических учебных заведений на территории России и, во-вторых, возникновение в конце прошлого века и дальнейшее широкое развитие общественного научно-технического движения, сконцентрированного вокруг научных и инженерных центров в России [20].

Вот краткая справка об истории возникновения вузов в России. В Петербурге в 1773 г. был основан Горный институт, в 1810 году — Институт инженеров путей сообщения, в 1828 году — Технологический институт, в 1842 г. — Институт гражданских инженеров, в 1898 году — Электротехнический и Политехнический институты. В Москве были созданы: в 1868 году — Высшее техническое училище, в 1895 году — Инженерное училище. В Риге в 1862 году был открыт Политехнический институт, в 1885 году основан Технологический институт в Харькове. В 1898 году созданы Политехнические институты в Киеве и в Варшаве. В Екатеринославе в 1899 году открывается Высшее горное училище, а в 1900 году в Томске — Технологический институт.

Во второй половине XIX века были основаны также различные русские технические общества. Хронология их создания такова: 1866 год — Русское техническое общество (Петербург); 1869 год — Общество распространения технических знаний (Москва) и Обще-

ство распространения ремесленных знаний (Одесса); 1884 год — Политехническое общество (Москва) и Общество технологов (Петербург); 1892 год — Электротехническое общество (Петербург). Крупнейшим из них было Русское техническое общество, состоявшее из 9 отделов: химическая технология и металлургия, механика и механическая технология, инженерно-строительное и горное дело, техника военного и морского дела, фотография и ее применение, электротехника, воздухоплавание, железнодорожное дело, техническое образование. К 1898 году у Общества было 23 отделения, в том числе уральское, кавказское, восточно-сибирское, николаевское, киевское и др. [13, с. 508–509].

Вопросы приоритета отечественных достижений всегда были и остаются уязвимым местом как в системе подготовки русских инженеров, так и в их профессиональной деятельности. Даже в наше время проблемы охраны интеллектуальной собственности так и не нашли достойного разрешения [34, 45]. Для того чтобы понять степень неповоротливости отечественной законодательной машины, достаточно вспомнить, что, несмотря на то, что первый русский закон о привилегиях на изобретения был опубликован 17 июня 1812 года (манифест Александра I), до 1838 года в России было выдано всего 124 привилегии на изобретения, а к 1850 году это число достигло лишь 394. Есть данные, подводящие итог в этом направлении за прошлый век. К 1897 году число привилегий на изобретения во всем мире составило 1 544 419, из них в США — 562 458, а в России — 46 500 [48, с. 510]. Таким образом, доля запатентованных решений в процентном отношении выглядит следующим образом: в России было защищено 0,12% решений от общего количества в США или 0,04% от мирового количества изобретений.

Не лучше обстоит дело и в настоящее время. Отсутствие стимулов не только для внедрения, но и для регистрации своих изобретений не дают возможности отечественным изобретателям-инженерам занять достойное место в статистике мировых научно-технических достижений. Однако ни для кого не секрет, что колоссальное количество идей, технологий, проектов «уплыло» и продолжает «уплывать» за рубежи нашей Родины и часто вместе с их авторами.

5.4. Выдающиеся инженеры, ученые, изобретатели России

Наступило время для выпуска весьма необходимого издания, значение которого трудно переоценить. Речь идет о создании словаря-справочника о русских инженерах. Однако это в значительной мере дело будущего, так как для составления достаточно полного справочника такого типа потребуется большая и кропотливая работа.

В настоящем же издании приводится в качестве первого шага, призванного хоть в какой-то мере восполнить пробел в наших знаниях об отечественном инженерном корпусе, краткий список инженеров, ученых, изобретателей России. Для составления этого списка, были использованы как вышеназванные источники, так и ряд других трудов, включая различные энциклопедические издания [5, 19, 28, 32, 43, 46, 50, 54, 55]. Представленный указатель имен не может в силу уже указанных причин претендовать на полноту, да это было бы и невозможно. Основная цель данного перечня показать читателю и особенно молодому поколению ту роль, которую сыграли изобретения российских инженеров в истории науки и техники, а также значимость интеллектуального вклада наших соотечественников в историю человеческой цивилизации.

Указатель имен составлен в алфавитном порядке с приведением краткой справки о периоде жизни, направлении деятельности и основных проектах. Приведены только те сведения, которые имеют непосредственное отношение к достижениям в инженерном деле.

Александров Иван Гаврилович (1875–1936) — инженер и ученый в области энергетики и гидротехники, академик. Окончил Московское инженерное училище путей сообщения (1901). Участвовал в составлении плана ГОЭРЛО, разработал генеральные схемы электрификации Средней Азии, план строительства Байкало-Амурской магистрали и др.

Алексеев Ростислав Евгеньевич (1916–1980) — специалист в области судостроения, доктор технических наук. Главный конструктор судов на подводных крыльях типа «Ракета», «Метеор», «Комета».

Аносов Павел Петрович (1799–1851) — металлург. Создал новый метод получения высококачественной литой стали, объединив науглероживание и плавление металла. Раскрыл секрет изготовления булатной стали. Впервые применил микроскоп для исследования структуры стали (1831).

Бабакин Георгий Николаевич (1914–1971) — конструктор в области космической техники. Под его руководством созданы межпланетные космические аппараты и «Луноход-1».

Бардин Иван Павлович (1883–1966) — академик. Внес огромный вклад в развитие мировой металлургии. Окончил Киевский политехнический институт (1910). Главные работы связаны с проектированием металлургических заводов, интенсификацией металлургических процессов и др.

Бахмутский Алексей Иванович (1893–1939) — изобретатель. Создал первый в мире промышленный образец угольного комбайна (1932).

Белелюбский Николай Аполлонович (1845–1922) — инженер и ученый в области мостостроения. Окончил институт путей сообщения. По его проекту построены мосты через Волгу, Днепр, Обь и др. Под его руководством разработаны методы испытаний стройматериалов, нормы и технические условия на железобетонные работы.

Бенардос Николай Николаевич (1842–1905) — изобретатель, один из создателей дуговой электросварки металлов. Учился в Киевском университете и в Петровской земледельческой и лесной академии в Москве. Предложил (патент 1885 г.) способ электрической дуговой сварки металлов с помощью угольных электродов. Запатентовал более 100 изобретений.

Благоврагов Анатолий Аркадьевич (1895–1975) — академик, генерал-лейтенант артиллерии. В 1916 году окончил Петроградский политехнический институт, в том же году — Михайловское артиллерийское училище. Труды по механике и артиллерийскому вооружению.

Блинов Федор Абрамович (1827–1899) — изобретатель. Строитель пароходов и конструктор первого в мире гусеничного трактора (1880).

Бонч-Бруевич Михаил Александрович (1888–1940) — ученый, один из пионеров радиотехники. Организовал первое отечественное производство электронных ламп (1916–1919). Под его руководством создана первая в мире мощная радиовещательная станция в Москве (1922).

Бородин Александр Парфеньевич (1848–1898) — инженер и ученый. Брат известного ботаника И.П. Бородина. Окончил Институт путей сообщения (1872). Основоположник русского паровозостроения. Создал первую в мире лабораторию испытания паровозов.

Бочкин Андрей Ефимович (1906–1979) — инженер-гидротехник. Начальник строительства ирригационных систем, каналов, Иркутской и Красноярской ГЭС.

Веденисов Борис Николаевич (1869–1952) — ученый в области железнодорожного транспорта. Окончил Московское инженерное училище ведомства путей сообщения. Руководил строительством ряда железнодорожных линий и сооружений; автор многих фундаментальных работ в области железнодорожного строительства.

Вейц Вениамин Исаакович (1904/1905–1961) — ученый в области энергетики. Окончил 1-й Московский университет (1924) и Московское высшее техническое училище (1925). Разработал основы энергетической статистики (1925–1930), выполнил цикл исследований по созданию единой энергетической системы СССР.

Ветчинкин Владимир Петрович (1888–1950) — ученый в области аэродинамики, самолетостроения и ветроэнергетики. Окончил Московское высшее техническое училище (1915). Ближайший ученик и продолжатель работ Н.Е. Жуковского. Один из основателей Центрального аэрогидродинамического института. Работы по теории и расчету гребных винтов, динамике полета, использованию энергии ветра и др.

Винтер Александр Васильевич (1878–1958) — академик, окончил Петербургский политехнический институт (1912). Был начальником строительства Шатурской ГРЭС, Днепростроя и др. Занимался изучением энергетических ресурсов, структурой энергетической системы СССР, вопросами сооружения Куйбышевской и Волгоградской ГЭС.

Витберг Александр Лаврентьевич (1787–1855) — архитектор. Учился в петербургской Академии художеств по классу живописи (1802–1809). Автор проекта памятника — ансамбля в честь победы в Отечественной войне 1812 года и др.

Вышнеградский Иван Алексеевич (1831/32–1895) — ученый, один из основоположников теории автоматического регулирования, основатель научной школы по конструированию машин.

Гарин-Михайловский Николай Георгиевич (1852–1906) — инженер-путеец, известный писатель. Работал на строительстве крупнейших русских железных дорог. Тетралогия «Детство Темы» (1892), «Гимназисты» (1893), «Студенты» (1895), «Инженеры» (опубл. 1907).

Гаккель Яков Модестович (1874–1845) — инженер. Окончил Петербургский электротехнический институт (1897). Спроектировал и построил ряд оригинальных самолетов (1909–1912), первый в России гидросамолет-амфибию. Разработал проект одного из первых в мире мощных тепловозов (ок. 1000 л.с.).

Горячкин Василий Прохорович (1868–1935) — ученый, основоположник сельскохозяйственной механики. Инициатор создания Московского института сельскохозяйственного производства в 1930 году (с 1968 г. институт носит его имя).

Грабин Василий Гаврилович (1899/1900–1980) — конструктор, генерал-полковник технических войск, доктор технических наук. Руководил созданием ряда образцов артиллерийских орудий.

Графтио Генрих Осипович (1869–1949) — ученый-энергетик и инженер, один из пионеров отечественного гидроэнергостроительства, академик. Окончил Новороссийский университет в Одессе (1892) и Петербургский институт инженеров путей сообщения (1896). Был членом комиссии по разработке плана ГОЭРЛО, возглавлял строительство Нижнесвирской ГЭС и др.

Дельвиг Андрей Иванович (1813–1887) — инженер, генерал-лейтенант инженерного корпуса. Руководил строительством водопровода в Москве и Нижнем Новгороде, железных и шоссейных дорог. Один из организаторов и первый председатель (1866–1870) Русского технического общества.

Депп Георгий Филиппович (1834–1921) — ученый-теплотехник. Окончил Петербургский технологический институт (1881). Инициатор производства в России двигателей внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия. Был председателем 2-го (механического) отделения Русского технического общества.

Дикушин Владимир Иванович (1902–1979) — академик. Окончил Московское высшее техническое училище им. Н.Э. Баумана (1928). Под его руководством разработана система агрегатированных станков для обработки тел вращения в автоматических линиях.

Доливо-Добровольский Михаил Иосифович (1862–1919) — физик и электротехник, заложивший основы техники трехфазного тока. Учился в Рижском политехническом институте, окончил Дармштадтское высшее техническое училище (1884). Автор многих изобретений: первый генератор трехфазного тока с вращающимся магнитным полем, трансформаторы трехфазного тока, фазометр и др.

Жеребов Леонид Петрович (1863–1958) — специалист в области химической переработки древесины. Обосновал процесс и технологию сульфитной варки целлюлозы. Руководил проектированием крупных целлюлозно-бумажных комбинатов.

Жук Сергей Яковлевич (1892–1957) — гидротехник, академик, генерал-майор инженерно-технической службы. Окончил институт инженеров путей сообщения в Петрограде (1917). С 1942 года возглавлял институт Гидропроект, руководил проектированием и строительством канала им. Москвы, Волго-Донского комплекса, Волго-Балтийского водного пути и др.

Жуковский Николай Егорович (1842–1921) — ученый, основоположник современной аэродинамики. Труды по механике твердого тела, гидродинамике и гидравлике, прикладной механике и др. Организатор и первый руководитель ЦАГИ (1918).

Журавский Дмитрий Иванович (1821–1891) — ученый и инженер, основатель научной школы в области строительной механики и мостостроения. Труды по сопротивлению материалов.

Зворыкин Владимир Кузьмич (1889–1982) — инженер и изобретатель, окончил Петербургский технологический институт. В 1917 году эмигрировал, с 1919 года жил в США. Создал телевизионное устройство (1923), кинескоп (1929), телевизионную систему (1932), фотоэлементы, электронные микроскопы и др. — 120 патентов.

Ильюшин Сергей Владимирович (1894–1977) — авиаконструктор, академик, генерал-полковник инженерно-технической службы. Окончил Военно-воздушную инженерную академию им. Н.Е. Жуковского (1926). Создал не только большое количество типов самолетов: ЦКБ-26...ЦКБ-30, Ил-2...Ил-62, но и свою школу в самолетостроении.

Ипатьев Владимир Николаевич (1867–1952) — академик, химик-органик, окончил Михайловскую артиллерийскую академию в

Петербурге (1892), генерал-лейтенант (1915), вынужденно эмигрировал в 1930 году в США. Создал основы современной нефтехимии и химической технологии. Открыл множество каталитических реакций при высоких температурах и давлениях. Автор более 200 патентов.

Исаев Алексей Михайлович (1908–1971) — конструктор авиационных и ракетных двигателей. Под его руководством разработана серия жидкостных реактивных двигателей для космических кораблей «Восток», «Восход», «Союз».

Камов Николай Ильич (1902–1973) — советский авиаконструктор, создатель вертолетов «Ка». Окончил томский политехнический институт (1923), доктор технических наук (1962). Герой Социалистического труда (1972), лауреат Государственной премии СССР (1972).

Катаев Семен Исидорович (1904–1991) — советский ученый и изобретатель в области телевидения и радиоэлектроники, доктор технических наук (1951), заслуженный деятель науки и техники (1968). Окончил Московское высшее техническое училище им. Н.Э. Баумана (1929). Разработал первую в СССР высоковакуумную приемную телевизионную трубку (1931–1932), изобрел передающую электроннолучевую трубку с накоплением зарядов — прототип современного иконоскопа (1931).

Калантар Аветис Айрапетович (1859–1937) — специалист в области молочного хозяйства. Один из организаторов первого в России высшего сельскохозяйственного учебного заведения по молочному делу.

Калашников Михаил Тимофеевич (1919) — конструктор. Создал автоматы АК и АКМ, пулеметы. Государственные премии СССР (1949, 1997), Ленинская премия (1964).

Кербедз Станислав Валерьянович (1810–1899) — инженер. Окончил Петербургский институт инженеров путей сообщения (1831). Разработал оригинальные проекты мостов через реки Невы, Луги, Вислы, Западная Двина. Создал метод расчета цилиндрических сводов и многорешетчатых мостовых ферм.

Кирпичев Виктор Львович (1845–1913) — ученый в области теоретической и прикладной механики и сопротивления материалов.

Окончил Михайловскую артиллерийскую академию (1868). Основатель и первый директор Харьковского технологического (1885–1898) и Киевского политехнического (1898–1905) институтов. Воспитал несколько поколений русских инженеров.

Кирпичев Михаил Викторович (1879–1955) — ученый в области теплотехники и теплофизики, академик. Сын В.Л. Кирпичева. Окончил Петербургский технологический институт (1907). Создал теорию теплового моделирования.

Классон Роберт Эдуардович (1868–1926) — инженер-электротехник. Окончил Петербургский технологический институт (1891). Построил одну из первых в России электростанций трехфазного тока (1895–1896). По его проектам и по его инициативе построены городские электростанции в Москве и Петербурге. Предложил гидравлический способ добычи торфа (1914).

Климов Владимир Яковлевич (1892–1962) — ученый в области авиационного моторостроения, конструктор авиационных двигателей, академик. Окончил Московское высшее техническое училище (1918). Под его руководством были созданы мощные двигатели для истребительной и бомбардировочной авиации.

Королев Сергей Павлович (1907–1966) — ученый и конструктор в области ракетостроения и космонавтики. Под его руководством созданы баллистические и геофизические ракеты, искусственные спутники, космические корабли «Восток», «Восход».

Котельников Глеб Евгеньевич (1872–1944) — изобретатель. Окончил Киевское военное училище (1894). Изобрел авиационный ранцевый парашют и воздушный тормоз для самолета.

Кошкин Михаил Ильич (1898–1940) — советский конструктор. Окончил Ленинградский политехнический институт (1934). Начальник КБ танкостроения Харьковского завода, создавшего знаменитый танк Т-34.

Кржижановский Глеб Максимилианович — (1872–1959) — инженер, труды по электрификации народного хозяйства. Окончил Петербургский технологический институт (1889). Председатель комиссии ГОЭРЛО (1920).

Крылов Алексей Николаевич (1863–1945) — кораблестроитель, механик и математик. Автор основополагающих трудов по теории корабля. Труды по теории магнитных и гироскопических компасов и др. Создал ряд корабельных и артиллерийских приборов.

Кулибин Иван Петрович (1735–1818) — изобретатель, механик, конструктор. Спроектировал одноарочный мост через реку Неву с пролетом 298 м (1773). Создал оптический телеграф, самодвижущийся экипаж, водоходное судно и многое др.

Курако Михаил Константинович (1872–1920) — металлург. Внес принципиальные усовершенствования в конструкцию доменной печи и технологию доменного процесса. Основатель школы доменщиков.

Курчатов Игорь Васильевич (1902/03–1960) — академик. Окончил физико-математический факультет Крымского университета (1923). Возглавлял работы, связанные с атомной проблемой. Под его руководством были созданы: циклотрон (1944), первый в Европе атомный реактор (1946), первая советская атомная бомба (1949), первая в мире промышленная атомная электростанция (1954) и др.

Лавочкин Семен Алексеевич (1900–1960) — авиаконструктор, генерал-майор инженерно-технической службы. Окончил Московское высшее техническое училище (1927). Под его руководством были созданы самолеты истребители Ла-3, Ла-5, Ла-7 и др.

Лачинов Дмитрий Александрович (1842–1902) — физик и электротехник. Закончил Петербургский университет (1864). Доказал возможность передачи энергии по проводам на значительные расстояния (1880). Автор электролитического способа получения водорода и кислорода в промышленности (1888).

Ленц Эмилий Христианович (1804–1865) — физик и электротехник, академик. Учился в Дерптском (Тартусском) университете (1820–1823). Установил правило, названное его именем, экспериментально обосновал закон Джоуля-Ленца (1842). Дал методы расчета электромагнитов (совместно с Б.С. Якоби).

Летний Александр Александрович (1848–1883) — химик-технолог. Окончил Петербургский технологический институт (1871). Впервые выделил из нефти ароматические углеводороды (1877). По его проектам построены заводы по выработке нефтепродуктов.

Лодыгин Александр Николаевич (1847–1923) — электротехник. Окончил Московское военное училище (1867). Изобрел угольную лампу накаливания (1872) — патент 1874 года. Один из основателей электротермии. Первый конструктор вертолета с электрическим двигателем (проект 1869). После 1916 года работал в США.

Ломоносов Михаил Васильевич (1711–1765) — первый русский академик, ученый-естествоиспытатель, поэт, историк, художник. Основал Московский университет (1755). Положил начало русской технологической литературе — сочинение «Первые основания металлургии» (изд. 1763). Создал новую отрасль русской промышленности — производство цветных стекол и мозаик (1753). Построил первый вертолет и др.

Лутугин Леонид Иванович (1856–1915) — геолог. Окончил горный институт в Петербурге (1889). Основатель инженерной геологии. Исследователь Донбасса, Кузбасса и др.

Макаров Степан Осипович (1848/49–1904) — флотоводец, вице-адмирал. Выдвинул идею и руководил строительством ледокола «Ермак». Исследовал проблемы непотопляемости кораблей.

Марсаков Георгий Петрович (1886–1963) — инженер, изобретатель. Окончил Томский технологический институт (1914). Создатель первых в мире хлебозаводов-автоматов кольцевой системы.

Микоян Артем Иванович (1905–1970) — авиаконструктор, генерал-майор инженерно-технической службы. Окончил Военно-воздушную академию им. Н.Е. Жуковского (1936). Под его руководством спроектированы истребители МиГ-1 и МиГ-3. Один из пионеров реактивной авиации в СССР.

Микулин Александр Александрович (1895–1985) — конструктор авиационных двигателей, академик, генерал-майор инженерно-технической службы. Под его руководством разработаны двигатели для АНТ-25, МиГ, Ил-2, ТУ-104 и других самолетов.

Мосин Сергей Иванович (1849–1902) — конструктор стрелкового оружия. Окончил Михайловскую артиллерийскую академию (1875), генерал-майор (1900). В 1890 году создал 7,62-мм магазинную 5-зарядную «трехлинейную» винтовку.

Моторины: Иван Федорович (1660–1735) и **Михаил Иванович** (ум. 1750) — знаменитая семья московских колоколотейных мастеров Моториных оставила многочисленные памятники своего литейного мастерства, относящиеся к 1687–1750 годам Иван Моторин отлил знаменитый Царь-колокол (1733–1735) — непревзойденный образец русского и мирового колокольного искусства.

Можайский Александр Федорович (1825–1890) — изобретатель в области воздухоплавания, контр-адмирал. Изобрел «воздухоплавательный снаряд» — самолет (привилегия 1886), который был построен в 1883 году.

Нартов Андрей Константинович (1693–1756) — русский ученый, механик и скульптор, статский советник, член Академии наук (1723–1756), изобретатель первого в мире токарно-винторезного станка с механизированным суппортом и набором сменных зубчатых колес.

Никитин Николай Васильевич (1907–1973) — ученый в области строительных конструкций. Участник создания МГУ на Ленинских горах, автор проекта Останкинской телевизионной башни в Москве.

Обухов Павел Матвеевич (1820–1869) — металлург. Разработал способ производства высококачественной стали для артиллерийских орудий.

Орлов Иван Иванович (1861–1928) — изобретатель. Окончил Строгановское училище технического рисования (1882). Один из пионеров промышленного применения фотографии в России. Изобрел способ однопрогонной многокрасочной печати — орловская печать (1890).

Павлов Михаил Александрович (1863–1958) — металлург, академик. Окончил Петербургский горный институт (1885). Труды по теории доменного процесса и расчету доменных печей. Основал школу доменщиков.

Павлов Игорь Михайлович (1900–1985) — металлург. Сын М.А. Павлова. Окончил Петроградский политехнический институт (1923). Труды по теории прокатки и других процессов пластической деформации металлов.

Панин Дмитрий Михайлович (1911–1987) — ученый и философ. Окончил МИХМ, был репрессирован, с 1956 года — главный конструктор проекта в Московском НИИ, с 1972 года — эмигрант, автор теории густот.

Патон Евгений Оскарович (1870–1953) — ученый в области мостостроения и сварки. Автор фундаментальных трудов по электросварке. Организатор и первый директор НИИ электросварки (1934).

Передерий Григорий Петрович (1871–1953) — ученый в области мостостроения и строительной механики, академик. Окончил Петербургский институт путей сообщения (1897). В 1901 году организовал издание журнала «Инженерное дело». Основные труды посвящены теории и расчету самолетов.

Петляков Владимир Михайлович (1891–1942) — советский авиаконструктор. Участник разработки первых тяжелых бомбардировщиков ТБ-1 и ТБ-3. Создал бомбардировщики Пе-8 и Пе-2. Лауреат Сталинской премии (1941).

Петров Василий Владимирович (1761–1834) — физик и инженер, академик. Один из первых русских электротехников. Открыл электрическую дугу (1802), исследовал электропроводность, люминесценцию, электрические явления в газах и др. Создал оригинальные электрические приборы.

Петров Николай Павлович (1836–1920) — ученый, инженер-генерал. Создал основы гидродинамической теории смазки. Труды по теории машин и механизмов, железнодорожной технике.

Ползунов Иван Иванович (1728–1766) — изобретатель, теплотехник. Разработал проект универсального парового двигателя — первой в мире двухцилиндровой машины непрерывного действия (1763).

Поликарпов Николай Николаевич (1892–1944) — авиаконструктор. Окончил Петербургский политехнический институт (1916), доктор технических наук. Под его руководством созданы истребители, учебные самолеты, самолеты разведчики. Государственная премия (1941).

Попов Александр Степанович (1859–1905/06) — физик и электротехник, изобретатель радиосвязи. Продемонстрировал первый в мире действующий радиоприемник в 1895 году. Создал прибор для регистрации грозových разрядов.

Рагозин Виктор Иванович (1833–1901) — инженер и предприниматель. Окончил физико-математический факультет Московского университета (1854). Разработал технологию получения смазочных масел из нефти, и для их производства под его руководством были построены первые в России заводы.

Розинг Борис Львович (1869–1933) — российский физик, ученый, педагог. Окончил физико-математический факультет Петербург-

ского университета (1891). Изобретатель телевидения, автор первых опытов по телевидению, за которые Русское техническое общество присудило ему золотую медаль и премию имени К.Г. Сименса.

Сикорский Игорь Иванович (1889–1972) — авиаконструктор и промышленник, основоположник российской самолетостроительной промышленности. Создатель многомоторных самолетов-гигантов «Русский витязь» и «Илья Муромец». Эмигрировал в США в 1918 году, где под его руководством созданы пассажирские и военные самолеты, вертолеты.

Славянов Николай Гаврилович (1854–1897) — электротехник, один из основателей дуговой электросварки. Окончил горный институт в Петербурге (1877). Разработал способ сварки металлами электрическим электродом с предварительным подогревом изделия (1898). Впервые применил для электросварки электрический генератор.

Сыромятников Сергей Петрович (1891–1951) — ученый в области паровозостроения и теплотехники, академик. Окончил Московское высшее техническое училище (1917). Основатель научного проектирования паровозов; разработал теорию и расчет тепловых процессов, создал теорию топочного процесса паровозных котлов.

Титов Петр Акиндинович (1843–1894) — кораблестроитель. Под его руководством построены крейсера, броненосцы, фрегаты и др. (1873–1891).

Туполев Андрей Николаевич (1888–1972) — авиаконструктор, академик, генерал-полковник, инженер. Окончил Московское высшее техническое училище (1918). Организатор (вместе с Н.Е. Жуковским) и руководитель Аэрогидродинамического института (ЦАГИ). Разработал более 100 типов самолетов (Ту-104, Ту-144 и др.).

Уфимцев Анатолий Георгиевич (1880–1936) — изобретатель и авиаконструктор. Изобрел биротативные двигатели для самолетов, инерционный аккумулятор, типографскую машину, патроны для шомпольных ружей и др. Внес значительный вклад в развитие ветроэнергетики.

Федоров Иван (ок. 1520–1583) — традиционно считается первым русским книгопечатником, издатель первой точно датированной печатной книги «Апостол» (1564) на территории Русского царства.

Федоров Семен Андреевич (1860–1934) — специалист в области технологии волокнистых веществ, основатель Московского прядельно-ткацкого училища (впоследствии преобразованного в Московский текстильный институт), один из основоположников производства текстильных машин на заводах СССР.

Фролов Кузьма Дмитриевич (1726–1800) — изобретатель. Создал комплекс сооружений и гидросиловых установок, позволивших механизировать многие производственные процессы.

Фролов Петр Кузьмич (1775–1839) — инженер, изобретатель. Сын К.Д. Фролова. Окончил Петербургское горное училище. Построил первую в России конно-чугунную дорогу (1809). Провел ряд мероприятий по развитию металлургической техники.

Цандер Фридрих Артурович (1877–1933) — ученый, изобретатель, один из пионеров ракетной техники в СССР. Окончил Рижский политехнический институт (1914). Разработал реактивные двигатели ОР-1, ОР-2. Был одним из создателей первой советской ракеты на жидком топливе «ГИРД-Х».

Циолковский Константин Эдуардович (1857–1935) — ученый и изобретатель в области аэродинамики, ракетодинамики, теории самолета и дирижабля; основоположник современной космонавтики. Основные работы связаны с решением проблем: цельнометаллического аэростата (дирижабля), обтекаемого аэроплана, поезда на воздушной подушке, ракеты для межпланетных сообщений. Построил в 1897 году первую в России аэродинамическую трубу. Заложил основы теории ракет и жидкостного ракетного двигателя, разработал теорию многоступенчатых ракет. Автор многих других теорий и идей.

Цыдзик Владимир Евгеньевич (1886–1958) — специалист в области холодильного дела. Окончил Московское высшее техническое училище (1911). Организовал холодильную лабораторию, проектировал холодильные машины и агрегаты.

Чаплыгин Сергей Александрович (1869–1942) — ученый. Окончил физико-математический факультет Московского университета (1890). Совместно с Н.Е. Жуковским участвовал в организации ЦАГИ. Работы в области гидро-, аэро- и газовой динамики.

Чебышев Пафнутий Львович (1821–1894) — математик, занимался многими вопросами, в частности естествознанием и техническим творчеством. Разработал конструкцию арифмометра (1882).

Черепановы — изобретатели, механики. Отец — Ефим Алексеевич (1774–1842). **Сын — Мирон Ефимович** (1803–1849). Построили паровые машины (1824, 1828), первый русский паровоз (1831), первую в России железную дорогу (1834).

Чернов Дмитрий Константинович (1839–1921) — ученый, основоположник металловедения и теории термической обработки стали. Открыл критические точки фазовых превращений стали. Внес значительный вклад в теорию металлургических процессов и в развитие артиллерийского производства.

Чиколев Владимир Николаевич (1845–1898) — русский электротехник, конструктор, изобретатель. Окончил Московский университет (1867). Труды по электротехнике, светотехнике и прожекторной технике.

Чохов Андрей (около 1545–1629) — выдающийся русский пушечный и колокольный мастер, литейщик. Более 40 лет работал в Москве на Пушечном дворе, где создал большое количество (по документам известно более 20) тяжелых орудий, в том числе Царь-пушку (1586).

Шателен Михаил Андреевич (1866–1957) — электротехник. Окончил Петербургский университет (1888). Один из организаторов Петербургского политехнического института. С 1929 года президент Главной палаты мер и весов СССР. Основные труды по общим вопросам электротехники, светотехники, метрологии, истории техники.

Швецов Аркадий Дмитриевич (1892–1953) — конструктор, генерал-лейтенант инженерно-авиационной службы. Под его руководством создан ряд поршневых звездообразных авиационных двигателей воздушного охлаждения.

Шиллинг Павел Львович (1776–1837) — ученый, электротехник, изобретатель и востоковед. Окончил первый кадетский корпус (1802). Изобрел электрическую мину (1812), создал первый клавишный электромагнитный телеграф (1832).

Шпагин Георгий Семенович (1897–1952) — конструктор оружия. Создал крупнокалиберный пулемет, пистолет-пулемет. Государственная премия СССР (1941), герой социалистического труда (1945).

Шухов Владимир Григорьевич (1853–1939) — инженер, изобретатель, ученый. Создал десятки оригинальных конструкций: нефтепроводы, нефтехранилища, паровые котлы, мосты, гиперболоидные башни. Шуховская башня — высота 148,3 м, Москва.

Яблочков Павел Николаевич (1847–1894) — электротехник. Окончил Николаевское инженерное училище (1866) и техническое гальваническое заведение в Петербурге (1869). Изобрел дуговую лампу без регулятора («свеча Яблочкова» — патент 1876). Работал над созданием электрических машин и химических источников тока.

Якоби Борис Семенович (Мориц Герман) (1801–1874) — физик и электротехник, изобретатель, академик. Родился в Германии, с 1835 г. жил в России. Учился в Берлинском и Геттингенском университетах. Изобрел электродвигатель (1834) и опробовал его для привода судна (1838). Создал гальванопластику (1838), несколько типов телеграфных аппаратов (1840–1850) и др.

Яковлев Александр Сергеевич (1906–1989) — советский авиаконструктор, генерал-полковник авиации (1946). Окончил Академию им. Н.Е. Жуковского (1931). Академик АН СССР (1976), дважды Герой Социалистического Труда, десятикратный кавалер ордена Ленина.

Библиографический список к пятой главе

1. *Алексеева Л.П.* Анализ состояния подготовки к педагогической деятельности преподавателей технических вузов / Л.П. Алексеева, И.Г. Кухтина, В.Б. Лидова и др. — М. : НИИВО-1995. — 48 с.

2. Анализ процесса появления лженауки и лжеученых на примере борьбы в СССР с генетикой дан в статье М.Д. Голубовского «Любищев против Лысенковщины: история и уроки противостояния» // Вопросы истории естествознания и техники, 1990. — № 3. — С. 79–89.

3. *Ашукин А.С.* Крылатые слова / А.С. Ашукин, М.Г. Ашукина. — М. : Художественная литература. — 1966. — 824 с.

4. *Бердяев Н.А.* Человек и машина / Н.А. Бердяев // Вопросы философии, 1989. — № 2.

5. Большая Советская Энциклопедия. 2-е изд. — М. : Сов. энциклопедия, 1949–1952; Большая Советская Энциклопедия. 3-е изд. — М. : Сов. энциклопедия, 1969–1981.

6. *Булгаков М.* Избранное / М. Булгаков. — М. : Художественная литература, 1990. — 402 с.
7. Вопросы теории и психологии творчества. — Харьков, 1907. — 447 с.
8. *Гарин-Михайловский Н.Г.* Студенты. Инженеры / Н.Г. Гарин-Михайловский. — М. : Правда, 1981. — 528 с.
9. *Горнфельд А.Г.* Пути творчества. Статьи о художественном слове / А.Г. Горнфельд. — СПб. : Колос, 1922. — 232 с.
10. *Горький. А.М.* Собр. соч. в 30 т., т. 17. — М., 1952. — С. 81.
11. *Гранин Д.А.* Сад камней / Д.А. Гранин. — М. : Современник, 1972. — 288 с.
12. *Гумилевский Л.* Русские инженеры / Л. Гумилевский. — М. : Молодая гвардия, 1953. — 440 с.
13. *Данилевский В.В.* Русская техника / В.В. Данилевский — Л. : Газетно-журнальное и книжное изд., 1949. — 548 с.
14. *Демьянов В.П.* Призвание / В.П. Демьянов. — М. : Знание, 1989. — 64 с.
15. *Достоевский Ф.М.* Идиот / Ф.М. Достоевский — М. : Художественная литература, 1960. — 664 с.
16. *Дудинцев В.Д.* Белые одежды / В.Д. Дудинцев. — М. : Книжная палата, 1988. — 688 с.
17. Из литературного наследия академика Е.В.Тарле. — М. : Наука. — 1981. — 392 с.
18. Имена московских улиц. — М. : Московский рабочий, 1972.
19. *Истомин В.С.* Самые знаменитые изобретатели России / В.С. Истомин. — М. : Вече, 2002. — 480 с.
20. *Корнилов И.К.* Развитие инженерного дела в России / И.К. Корнилов // Высшее образование в России. — 1998. — № 4. — С. 130–139.
21. *Кун Т.* Структура научных революций / Т. Кун. — М. : Прогресс, 1977. — 300 с.
22. *Лезин Б.А.* Художественное творчество как особый вид экономики мысли / Б.А. Лезин // Вопросы теории и психологии творчества. — Харьков. — 1907. — Т. 1.
23. *Любищев А.А.* В защиту науки : Статьи и письма / А.А. Любищев. — Л. : Наука, 1991. — 295 с.

24. *Манухин И.И.* Революция / И.И. Манухин // Новый журнал, 1963. — Кн. 73. (цит. по [7, с. 5–6].
25. *Нечаев А.П.* Психология технического изобретательства / А.П. Нечаев. — М.-Л.: Гос. изд., 1929. — 250 с.
26. *Овсяннико-Куликовский Д.Н.* Вопросы психологии творчества / Д.Н. Овсяннико-Куликовский. — СПб., 1902. — 301 с.
27. *Овсяннико-Куликовский Д.Н.* О преподавании «теории словесности» в средней школе / Д.Н. Овсяннико-Куликовский // Вопросы теории и психологии творчества. — Харьков. — 1907. — С. 431–436.
28. Очерки развития техники в СССР : Техника легкой, пищевой, бумажной и полиграфической промышленности. — М. : Наука, 1976. — 312 с.
29. *Платонов А.П.* Одухотворенные люди. Рассказы о войне / А.П. Платонов. — М. : Правда. 1986. — 432 с.
30. *Плетнев Б.Д.* Высшая школа и советская промышленность / Б.Д. Плетнев // Вечерняя Москва. — № 182, 12 августа 1927.
31. *Пономарев Я.А.* Развитие проблем научного творчества в советской психологии / Я.А. Пономарев // Проблемы научного творчества в современной психологии. — М., 1971. — 336 с.
32. Политехнический словарь. — М. : Сов. энциклопедия, 1976. — 608 с.
33. *Прашкевич Г.М.* Самые знаменитые ученые России / Г.М. Прашкевич. — М. : Вече, 2000. — 576 с.
34. Проблемы защиты интеллектуальной собственности // И.К. Корнилов, Т.М. Шамба. — М. : Международная академия информатизации, 1996. — 82 с.
35. *Пушкин А.С.* Романы и повести / А.С. Пушкин. — М. : Московский рабочий, 1968. — 392 с.
36. *Рибо Т.* Творческое воображение ; пер. с франц. / Т. Рибо. — СПб. : тип. Ю.Н. Эрлих, 1901. — 318 с.
37. Российские ученые и инженеры в эмиграции. — М. : ПО «Перспектива», 1993. — 202 с.
38. 7 лет работы ГЭМИКШ. — М., 1927. — 310 с.
39. См. труды М.М. Бахтина, В. Виндельбанда, В. Вундта, С.О. Грузенберга, В.Я. Курбатова, Г.И. Маркелова.

40. См. работы М.А. Блоха, Л.И. Гумилевского, Б.В. Данилевского, С.Ф. Ольденбурга, В.Л. Омелянского, Т.И. Райнова, В.Я. Курбатова, В.Л. Левингсон-Лессинга, К.А. Эрберга, П.М. Якобсона.

41. *Соболев Л.С.* Морская душа / Л.С. Соболев. — М. : Московский рабочий, 1980. — 432 с.

42. Советские инженеры. — М. : Молодая гвардия, 1985. — 398 с.

43. Советский энциклопедический словарь. — М. : Сов. энциклопедия, 1987. — 1600 с.

44. *Солженицын А.И.* Архипелаг Гулаг. — Т. 1 / А.И. Солженицын. — Минск : Художественная литература, 1990. — 580 с.

45. Социология интеллектуальной собственности // И.К. Корнилов, А.С. Кулагин, Т.М. Шамба. — М. : Международная академия информатизации, 1996. — 92 с.

46. Техника в ее историческом развитии (70-е годы XIX — начало XX в.). — М. : Наука, 1982. — 512 с.

47. *Толстой А.Н.* Хождение по мукам / А.Н. Толстой. — М. : Художественная литература, 1969. — 590 с.

48. III съезд русских деятелей по техническому и профессиональному образованию. Общая часть. — СПб., 1904.

49. Философский энциклопедический словарь. — М. : Советская энциклопедия, 1983. — 840 с.

50. *Храмов Ю.А.* Физики : Биографический справочник / Ю.А. Храмов. — М. : Наука, 1983. — 400 с.

51. *Г.Ф. Ганфштенгель.* Техническое мышление и творчество — Берлин : Восток, 1923. — 227 с.

52. *Шарль де Костер.* Легенда об Уленшпигеле. — М. : Художественная литература, 1983. — 431 с.

53. *Шухардин С.В.* Документы по истории науки и техники : Источники / С.В. Шухардин. — М. : МГИАИ, 1982. — 93 с.

54. *Шухардин С.В.* История науки и техники (с древнейших времен и до конца XVIII в.) : учеб. пособие. — Ч. 1 / С.В. Шухардин. — М. : МГИАИ, 1974. — 152 с.

55. *Шухардин С.В.* История научно-технических достижений второй половины XX в. (1946–1980 гг.) / С.В. Шухардин. — М. : МГИАИ, 1981. — 88 с.

56. *Энгельмейер П.К.* Теория творчества / П.К. Энгельмейер. — СПб. : Образование, 1910. — 208 с.

57. *Юдина И.М.* Диссертация «Н.Г. Гарин-Михайловский» / И.М. Юдина. — Л., 1954.

58. *Ягодин Г.А.* Современные проблемы инженерного образования и высшая химико-технологическая школа / Г.А. Ягодин // Журнал ВХО им. Д.И. Менделеева. — Т. XXXI. — № 4, 1986, — С. 361–477.

Заключение

Обобщая сказанное, следует отметить, что на фоне увеличения числа публикаций, посвященных отдельным сторонам инженерного труда, становится заметной малочисленность исследований, в которых она рассматривалась бы как духовно-практическая деятельность. Творчество инженера еще недостаточно глубоко исследуется в социологической и философской литературе. Научно-техническая и инженерная деятельности как совокупный источник технологических инноваций по ряду важнейших аспектов находятся вне поля исследований. Поэтому возникла необходимость не столько оптимизации процессов научно-технического творчества и научно-технической деятельности, сколько разработки общей концепции дальнейшего развития системы подготовки специалистов с высшим техническим образованием и методологии управления этой системой. Создание новой парадигмы процесса образования стало не только педагогической, технологической или экологической проблемами, но и переходит в разряд философских и социально-экономических задач, от успешного решения которых зависит научно-технический прогресс в масштабах всей страны. Необходимо отметить, что до настоящего времени процесс как теоретического, так и практического осмысления категорий «инженерная деятельность», «инженерное мышление», «научно-техническое творчество» складывался таким образом, что наибольшее развитие получили психологические, логические и гносеологические его аспекты, а общесоциологические, по существу, исследованы очень мало и, как правило, носят характер общих рекомендаций, труднодоступных для реального воплощения в социотехническую деятельность инженера. Поэтому закономерно то обстоятельство, что в общественном сознании доминирует представление о научно-технической и инженерной деятельности как особого рода духовной деятельности, как бы оторванной от творчества вообще и тем более от искусства. Не принимая ограниченности таких взгля-

дов, автор пришел к выводу, что инженерную деятельность надо рассматривать как диалектическое единство изменения объекта и, субъекта деятельности, как постоянный дивергентно-конвергентный процесс научно-технической деятельности, включающий ее предметные, духовные и организационные составляющие. Инженерная деятельность может быть понята и раскрыта только с помощью конкретно-исторического изучения социально-технических и социально-экономических процессов. Такой анализ делает возможным понимание неразрывной связи способа производства и НТТ, НТТ и культуры, связи инженерной деятельности с искусством, с нравственными ценностями творческой личности. Современное высокоиндустриальное и в значительной мере технократическое общество остро нуждается в таких теоретических работах, которые несут в себе потенциал практичности, дают возможность с помощью технологических инноваций гармонизировать процессы научно-технической деятельности.

Следует также отметить резко возросшую общественную потребность в объединении представителей разных научных дисциплин при решении технических задач. Подтверждением этого является материальное поощрение японскими и американскими фирмами получения научными сотрудниками и инженерами второго и третьего образования вплоть до изучения иностранных языков и нетехнических наук. Реальным воплощением этой тенденции являются группы синекторов в консультационных фирмах по анализу эффективности производства. Примером, свидетельствующим об отрицательном влиянии дифференциации наук, является разделение инженерных кафедр вуза на кафедры по оборудованию и по технологии в одной и той же отрасли производства. Такое разъединение, формально удобное для организации учебного процесса и для составления номенклатуры специальностей, привело к глубокому и многолетнему взаимному отчуждению стиля инженерного мышления инженеров-технологов и инженеров-механиков, вследствие чего возникло много неудачных и неэффективных решений при проектировании и изготовлении технических объектов.

Дать универсальные рекомендации по изменению всей системы высшего технического образования — задача нереальная. Данная

работа является лишь попыткой заполнить «белые пятна», возникшие между социально-философскими и предметно-техническими направлениями обучения в системе образования, с помощью конкретно-социологического и конкретно-методологического исследований.

Решение поставленных в работе задач осложняется тем, что в период кризисов проявляется множество социальных противоречий, имманентно присущих существующему социальному строю. Поэтому данное исследование не претендует на решение всех проблем, связанных с научно-технической и инженерной деятельностью. Рассматривая многоаспектность инженерной деятельности в свете наступления нового периода в системе обучения, обусловленного необходимостью формирования у студентов системного и компьютерного стилей мышления, автор в качестве базового выдвигает следующую тезис: процесс развития естественного интеллекта не должен отождествляться с развитием все более универсальных систем искусственного интеллекта, в том числе с компьютеризацией. Автор не согласен и с высказываниями о том, что инженерная деятельность станет искусством только тогда, когда на базе полностью автоматизированного и компьютеризированного труда приемы и методы НТТ соединятся с художественным творчеством.

Возникновение ценностных подходов к деятельности человека является давней гуманистической традицией. Мифология фактически считается началом гуманитарной культуры. Религия разделила мир на материальный и нематериальный (мистический, потусторонний, сверхъестественный), что привело к осознанию значимости духовного в этом мире, что также может быть отнесено к гуманистической культурологии. Философия разрабатывает рационалистическую картину бытия, основываясь на разуме человека и научных достижениях. Гуманистическая направленность философских концепций выражена в разработанных философией системах ценностей. Как показано в данной работе, искусство, в том числе и техническое искусство (технэ), взяв начало в родниках мифотворчества, религиозных учениях, философии, в конце концов привело человечество к развитию рационализма, выродившегося в XX веке в техницизм и технократизм.

Произошел перевод системы ценностей в сторону все большего удовлетворения материальных потребностей человека. Человечество в истории своего развития все дальше и дальше уходило от подлинно гуманистических идеалов, удаляясь от социально-гуманистического направления прогресса в сторону прогресса научно-технического. Испугавшись результатов такого движения, приведшего к экологической и нравственной катастрофе, мировое сообщество, по крайней мере его передовая часть, пытается изменить курс развития человечества в сторону гуманизации. Наиболее важен этот процесс для системы образования. В самой системе образования — для гуманизации процесса технического образования.

С помощью различных социокультурных подходов (социального, философского, системного, структурно-функционального, общей теории систем) мы попытались сформулировать парадигму технологии формирования инженерного мышления, связанную с разрушением идеологий утилитарно-прагматических целей. Мы попытались также внести свой вклад в работу по упорядочению массы конгломеративных по форме и эклектичных по содержанию рекомендаций, введя социотехнический подход к решению технических проблем с использованием НТТ и инновационных технологий. В отличие от дескриптивного (описательного) способа построения гуманистических концепций, принятого в социально-философских трудах, в исследовании предлагается конструктивное определение методологии движения системы высшего технического образования по пути гуманизации. Для раскрытия такого подхода в настоящем исследовании по мере необходимости поднимались вопросы диалектики, этики и эстетики.

За последние десятилетия требования общества к специалисту существенно трансформировались. Кроме высокой квалификации в своей области, работники науки, техники, управления должны быть способными к творческой деятельности и самосовершенствованию. Инженерная деятельность стала носить планетарный характер, техногенез стал соизмерим с природными масштабами, охватив всю территорию земли.

Гуманизация научно-технического прогресса для смягчения технократических ударов должна быть направлена в первую очередь в

сторону гуманизации процесса образования инженеров. Сейчас продолжает действовать дисциплинарная, узкопредметная парадигма образования, воспитывающая «шовинизм специальных дисциплин».

Те, кто призывает перейти в обучении инженеров к смене парадигмы, к внедрению проблемного метода и тому подобному, правы, по сути дела. Трудность такого перехода заключается в том, что приводящих к успешным результатам в образовании, простых и быстрых решений не бывает. Очевидно, что для переходного периода нужно не только время, но и специальные методики. В этот период должно прийти понимание того, как от знаний технических, как от мышления технократического перейти к знаниям социотехническим, к мышлению гуманистическому.

Прежде всего, должна быть сменена цель образования, важны не знания сами по себе, а развитие личности с помощью знаний. Такая постановка цели требует решения проблемы обучения студента творчеству, самосовершенствованию. Недостаточно призывать к интерналистской деятельности, ориентированной на самообразование. Необходимо разработать инструменты для этой деятельности. Если это удастся, то и студент, и дипломированный инженер получат возможность воспользоваться тем содержанием и объемом знаний, которые уже имеются в существующих учебных программах, используя эти знания для гуманизации технической деятельности. Высказанное положение и составляет основную цель данного труда. Именно для достижения этой цели показано, как с помощью социотехнического подхода, используя поливариантность таких понятий, как «потребительские свойства» и «качество результата», можно прийти к полноценному творческому учебному процессу.

Поэтому в данной работе значительное внимание уделено рассмотрению трансцендентного в инженерной деятельности, т.е. таким категориям, как вера, интуиция, воображение, фантазия, творчество, «работающим» на гуманизацию инженерного мышления. Введение таких условных понятий, как «коэффициент эффективности», связано с необходимостью инструментально-конструктивного описания инновационных процессов в инженерной деятельности. Умение оперировать указанными понятиями даст возможность инженеру не только адаптироваться к инновациям, но и самому активно

участвовать в творческом процессе, овладеть искусством решения реальных жизненных проблем. Инструменты, которые имеет в своем арсенале методология НТТ, помогут инженеру построить переход от системы концептуальных знаний к системе знаний инструментальных, перейти к реальному творчеству.

Поиски эффективных критериев оптимизации инженерной деятельности являются основополагающим моментом, которому в исследовании уделено значительное внимание. Антропологический аспект результатов деятельности может быть реализован при достаточно глубоком анализе понятия «качество результата». Это позволит помочь при обучении перейти от объяснительно-иллюстративных методов к проблемно-поисковым.

Несколько слов о семиотическом (языковом) аспекте подготовки инженера. Основным операциональным средством инженерного мышления является умение выражать свои мысли с помощью знаковых средств и понимать смысл нормативных текстов, форма которых может иметь различный вид: схемы, чертежи, спецификации и т.п. Именно поэтому необходимо использование большого количества иллюстрационного материала, позволяющего методично, поэтапно подвести субъекта обучения, уже усвоившего из специальных курсов язык «технической графики» (куда, кроме чертежей и схем, могут быть включены также и различные формулы, в иной знаковой форме выражающие графические зависимости), к социальным и философским категориям, раскрывающимся в нашем исследовании с помощью языка конструктивно-понятийного аппарата системного подхода. По этой причине мы посчитали необходимым дать в приложении словарь понятий, который должен составить основу тезауруса инженера, раскрыть обучаемому основные категории гуманистического мышления инженера.

Расставаясь с читателем, обратим его внимание еще раз на то, что кроме знаний, полученных рациональным путем, инженер, опираясь на систему нравственных ценностей, в реальной жизни использует волю, эмоции, интуицию, веру и другие иррациональные составляющие человеческой деятельности. Поэтому стратегия высшего технического образования должна быть связана с ростом самосознания обучаемого, с обучением, выполняющим функцию гуманизации личности.

Автор надеется, что изложенный в монографии материал поможет инженерам России развить творческие способности, сформировать чувство уверенности в своих знаниях и реализовать жизненные цели с помощью образования и инженерного искусства.

Словарь

Абстракция (от лат. abstractio — отвлечение) — 1) метод научного исследования, основанный на том, что при изучении некоторого явления или процесса не учитываются его несущественные стороны и признаки; 2) продукт познания (понятие, описание, закон, модель, идеальный объект и т.п.), рассмотренный в сопоставлении с конкретной эмпирической действительностью, которая не фиксируется в этом продукте во всем богатстве своих свойств и связей.

Аддитивность (от лат. additivus — прибавляемый). Свойство величин, состоящее в том, что значение величины, соответствующее целому объекту, равно сумме величин, соответствующих его частям, каким бы образом ни был разделен этот объект.

Аксиология (от греч. axia — ценность и logos — учение) — учение о ценностях.

Актуализм — сравнительно-исторический метод, согласно которому, изучая современные процессы, можно судить об аналогичных процессах далекого прошлого.

Актуальность (от лат. actualis — деятельный) темы — степень ее важности в данной ситуации для решения конкретной проблемы или задачи.

Алгоритм (от лат. Algorithmi — латинизированная форма имени среднеазиатского математика IX века аль-Хорезми) — точное предписание о выполнении в определенном порядке действий или операций, приводящих к решению задачи.

Алгоритм решения изобретательских задач — комплексная программа алгоритмического типа, основанная на законах развития систем и предназначенная для анализа и решения изобретательских задач, т.е. программа последовательных операций по обработке изобретательской задачи путем выявления противоречия, из-за которого она возникла, и его устранения.

Анализ (от греч. analysis — разложение) — 1) метод научного исследования путем рассмотрения отдельных сторон, свойств, составных частей чего-нибудь; 2) расчленение (мысленное или реальное) объекта на элементы; 3) процесс расчленения целого на части; 4) является одной из операций, из которых складывается реальный процесс мышления; 5) способ исследования объектов, который позволяет вычленять отдельные части из целого и подвергать их самостоятельному изучению; в ходе познания синтез осуществляется через анализ, а анализ через синтез. Анализ и синтез тесно связаны с другими мыслительными операциями: абстрагированием, обобщением и т.д.; 6) необходимый этап познания целого.

Аналог изобретения — известное на дату приоритета изобретения техническое решение той же задачи, сходное с ним по технической сущности, т.е. имеющее признаки, идентичные и (или) эквивалентные части существенных признаков изобретения.

Антиномия (от греч. antinomia) — сочетание обоюдно противоречащих высказываний о предмете, допускающих одинаково убедительное логическое обоснование; неустранимое противоречие, мыслимое в идее или законе при попытке их доказательного формулирования.

Антропология (от греч. anthropos — человек и logos — учение) — наука о происхождении и эволюции человека, образовании человеческих рас и о нормальных вариациях физического строения человека. Комплекс дисциплин, занимающихся изучением человека и человеческого общества.

Артефакт (от лат. artefactum — искусственно сделанное). 1. Созданный человеком объект. 2. Обработанное доисторическим человеком орудие труда. 3. Продукт культуры, способный сохраняться более длительное время, чем сама породившая его культура. Обычно к артефактам относят материальные памятники культуры; однако признаются и неосязаемые артефакты, как, например, идеи, которым также может быть уготована более долгая жизнь, чем породившей их культуре.

Артефакт исследования — процесс, явление, образование, не свойственные изучаемому объекту как таковому и возникающие в ходе его исследования вследствие применяемых теорий, методов, инструментов, организационных приемов.

Аспект (от лат. *aspectus* — взгляд) — точка зрения, с которой рассматривается объект или предмет исследования.

«Бритва Оккама» — принцип, согласно которому всему следует искать наиболее простое истолкование («То, что можно объяснить посредством меньшего, не следует выражать посредством большего»).

Бытие — 1) философская категория, обозначающая независимо от сознания существование объективного мира, материи, природы, а в обществе — процесса материальной жизни людей; 2) центральное философское понятие, характеризующее все существующее — как актуально, так и потенциально (действительное бытие, возможное бытие), как в реальности, так и в сознании (мысли, воображении); предмет особой философской дисциплины — онтологии. Противоположность бытия — ничто.

Всемирная организация интеллектуальной собственности (ВОИС) (World Intellectual Property Organization — WIPO) — специализированное учреждение Организации Объединенных Наций (ООН). Конвенция ВОИС определяет «интеллектуальную собственность» как результат конкретной творческой деятельности человека в производственной, научной, литературной и художественной областях. Она охватывает два основных раздела: промышленную собственность (главным образом изобретения, товарные знаки и промышленные образцы) и авторские права (главным образом на литературные, музыкальные, художественные, фотографические и кинематографические произведения).

Всероссийская патентно-техническая библиотека (ВПТБ) — старейшее в стране хранилище патентной документации, основанное в 1896 году. Являясь ведомственной библиотекой, призванной обслуживать экспертов и других специалистов Роспатента, ВПТБ вместе с тем выполняет функции публичной библиотеки, представляющей свои фонды для нужд как российских, так и иностранных граждан.

Всероссийский институт научной и технической информации РАН и МИННАУКИ РФ (ВИНИТИ) — головной информационный центр и один из основных источников научной и технической информации для ученых и специалистов России и СНГ. Создан в 1952 году. Основными видами информационной продукции

ВИНИТИ являются Реферативный журнал (РЖ) и базы данных (БД) по точным, естественным и техническим наукам (а с 1997 г. и по медицине), построенные на основе единого Рубрикатора ВИНИТИ и единого формата представления данных.

Верификация (от лат. verification) — проверка истинности теоретических положений, установление их достоверности.

Воображение — 1) способность, фантазировать; мысленное представление; 2) психическая деятельность, состоящая в создании представлений и мысленных ситуаций, никогда в целом не воспринимающихся человеком в действительности; 3) психический процесс, выражающийся: а) в построении образа средств и конечного результата предметной деятельности субъекта; б) в создании программы поведения, когда проблемная ситуация не определена; в) в продуцировании образов, которые не программируют, а заменяют деятельность; г) в создании образов, соответствующих описанию объекта; 4) выступает в единстве с мышлением. Если исходные данные известны, то ход решения задачи подчиняется преимущественно законам мышления; если эти данные с трудом поддаются анализу, то действуют механизмы воображения; 5) активное воображение может быть творческим и воссоздающим. Возникшее в труде творческое воображение предполагает самостоятельное создание образов, реализуемых в оригинальных и ценных продуктах деятельности, и является неотъемлемой стороной технического, художественного и иного творчества. Воссоздающее воображение имеет в своей основе создание тех или иных образов, соответствующих описанию.

Восхождение от абстрактного к конкретному — метод научного исследования, состоящий в движении теоретической мысли ко все более полному, всестороннему и целостному восприятию предмета. Абстрактное в диалектической традиции понимается в широком смысле как «бедность», односторонность знания, а конкретное — как его полнота, содержательность. Необходимая генетическая предпосылка этого процесса — построение исходной теоретической конструкции, которая выражала бы некоторый синтез отправных абстракций. Подобная конструкция по своей методологической функции в развитии теоретического знания аналогична исходным идеали-

зированным объектам, которые выступают в качестве основы восхождения от абстрактного к конкретному в естественных науках (например, система материальных точек в механике, молекулярно-кинетическая модель идеального газа в теории газов и т.п.). Исходная теоретическая конструкция восхождения от абстрактного к конкретному представляет собой некоторую целостную, хотя и абстрактную модель воспроизводимого объекта. Синтетичность, конструктивность (в смысле последовательного расширения и прироста теоретического содержания), постоянная открытость теории по отношению к эмпирическим данным — все это характеризует развитие теоретического знания в процессе восхождения от абстрактного к конкретному.

Генетический (от греч. *geneticos* — относящийся к рождению, происхождению) метод — способ научного познания, исследующий возникновение, происхождение и становление развивающихся явлений.

Герменевтика (от греч. *hermeneutikos* — разъясняющий, истолковывающий) — искусство толкования текстов (классической древности, Библии и т.п.), учение о принципах их интерпретации. Направление в философии XX века, выросшее на основе теории интерпретации литературных текстов.

Гетерогенный (от греч. *heterogenes*) — неоднородный по составу (противоп. гомогенный).

Гештальтпсихология (нем. *Gestalt* — форма, образ, структура) — одна из основных школ европейской психологии первой половины XX века. В условиях кризиса механистических концепций и ассоциативной психологии выдвинула принцип целостности (введенное Г. фон Эренфельсом понятие «гештальта») в качестве основы при исследовании сложных психических явлений. Исходила из учения Ф. Брендано и Э. Гуссерля об интенциональности сознания.

Гипотеза (от греч. *hypothesis*) — научное предположение, выдвигаемое для объяснения каких-либо явлений.

Гипотетико-дедуктивный метод — способ научного исследования, заключающийся в выдвижении и проверке гипотезы путем дедуктивного вывода из нее эмпирически проверяемых следствий.

Гносеология (от греч. *gnostikos* — познание и *logos* — учение) — 1) то же, что теория познания (эпистемология); 2) раздел

философии, в котором изучаются закономерности и возможности познания, отношения знания (ощущений, представлений, понятий) к объективной реальности, исследуются ступени и формы процесса познания, условия и критерии его достоверности и истинности.

Дедукция (от лат. *deduction* — выведение) — вид умозаключения от общего к частному.

Детерминизм (от лат. *determine*) — философское учение, согласно которому все вещи целиком обусловлены причинными факторами.

Деятельность — 1) процесс (процессы) активного взаимодействия субъекта с миром, во время которого субъект удовлетворяет какие-либо потребности. Деятельностью можно назвать любую активность человека, которой он сам придает некоторый смысл. Деятельность характеризует сознательную сторону личности человека (в отличие от поведения); 2) специфически человеческая форма активного отношения к окружающему миру, содержание которой составляет его целесообразное изменение и преобразование. Всякая деятельность включает в себя цель, средства, результат и сам процесс деятельности. Если основанием деятельности является сознательно формулируемая цель, то основание самой цели лежит вне деятельности, в сфере человеческих мотивов, идеалов и ценностей. Современное научно-техническое развитие все более демонстрирует, что не только деятельность в сфере искусства или нравственности, но и научная, познавательная деятельность получает свой смысл в конечном счете в зависимости от ее нравственной ориентации, от ее влияния на человеческое существование. С точки зрения творческой роли деятельности в социальном развитии особое значение имеет деление ее на репродуктивную (направленную на получение уже известного результата известными же средствами) и продуктивную деятельность, или творчество, связанное с выработкой новых целей и соответствующих им средств или с достижением известных целей с помощью новых средств.

Диалектика (от греч. *dialektike* — искусство вести беседу) — логическая форма и способ рефлексивного теоретического мышления, имеющего своим предметом противоречия содержания мышления.

Диверсификация — изменение, разнообразие.

Дидактика (от греч. *didaktikos* — обучающий и *didasko* — изучающий) — раздел педагогики; теория образования и обучения. Часть

педагогики, разрабатывающая проблемы обучения и образования; вскрывает закономерности усвоения знаний, умений, навыков и формирования убеждений, определяет объем и структуру содержания образования. Основные вопросы дидактики: чему учить и как учить?

Достоверность научного открытия — один из критериев открытия, означающий неопровержимость факта установления закономерности, свойства или явления материального мира.

Душа — 1) внутренний психический мир человека, его сознание; 2) понятие, выражавшее исторически менявшиеся воззрения на внутренний мир человека; 3) нематериальное, независимое от тела животворящее и познающее начало; 4) по содержанию обычно соответствует понятиям «психика», «внутренний мир человека», «переживание», «сознание».

Единство и борьба противоположностей — 1) один из основных законов диалектики, раскрывающий источник самодвижения и развития мира и познания. Основу всякого развития составляет противоречие — борьба (взаимодействие) противоположных сторон и тенденций, находящихся вместе с тем во внутреннем единстве и взаимопроникновении. Единство противоположностей относительно, их борьба — абсолютна: единство фиксирует начальную стадию развития противоречия, борьба раскрывает высший этап его развития — предельную заостренность противоположностей, разрешение противоречия, приводящее к качественному преобразованию объекта и возникновению нового противоречия; 2) характеристика всякого объекта как подчиненного закону единства и борьбы противоположностей указывает на источник движения и развития не где-то вне его самого, а в самом объекте. Закон позволяет понять всякую целостность как сложную и расчлененную систему, заключающую в себе элементы или тенденции непосредственно друг с другом несовместимые. Относительно внешняя сторона единства и борьбы противоположностей состоит в том, что существуют вне друг друга полюсы или крайности, такие как левое и правое, хорошее и дурное, плюс и минус, северный и южный полюсы и т.п. Эти полюсы в равной мере взаимно предполагают друг друга (нераздельны) и исключают (вытесняют) один другой. Действительных противоположностей не бывает вне единства и взаимопроникновения. Точно так же

не бывает действительного конкретного единства без специфических противоположностей (например, нового и старого, традиционного и творческого и т.п.)

Заявка на выдачу охранного документа — законодательно установленная совокупность документов, подаваемых в Патентное ведомство с целью получения охранной грамоты. Различаются заявка на выдачу патента на изобретение, заявка на выдачу свидетельства на полезную модель, заявка на выдачу патента на промышленный образец.

Знание — проверенный общественно-исторической практикой и удостоверяемый логикой результат процесса познания действительности, адекватное ее отражение в сознании человека в виде представлений, понятий, суждений, теорий.

Значимость изобретения — относительная характеристика технического, технико-экономического и коммерческого совершенства изобретения, основанная на определении влияния изобретения на технико-экономические и иные показатели продукции с использованием изобретения в сравнении с базовыми образцами продукции. Различают техническую, технико-экономическую и коммерческую значимость изобретения.

Идеографический способ познания (от греч. *idea* — понятие и *grapho* — пишу) — способ познания, целью которого является изображение объекта в его индивидуальности и неповторимости как единого, уникального целого.

Изобретательский уровень — одно из условий патентоспособности изобретения. Изобретение имеет изобретательский уровень, если оно для специалиста явным образом не следует из уровня техники.

Изобретение — творческое техническое решение задачи как результат человеческой деятельности, направленное на удовлетворение определенной потребности в любой отрасли хозяйства: экономике, социально-культурном строительстве, обороне; объект правовой охраны. По Патентному закону РФ изобретению предоставляется правовая охрана, если оно является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо. Объектами изобретения могут являться: устройство, способ, вещество, штамм микроорганизма, культуры клеток растений и животных, а

также применение известного ранее устройства, способа, вещества, штамма по новому назначению.

Изоморфизм (от греч. *isos* — равный, одинаковый и *morphe* — форма) — понятие современной математики, уточняющее широко распространенное понятие аналогии, модели. Изоморфизм — соответствие (отношение) между объектами, выражающее тождество их структуры (строения).

Имманентный (от лат. *immanens* — свойственный) — присущий природе самого предмета, обусловленный ею независимо от внешних воздействий.

Имплицитный (от англ. *implicit*) — подразумеваемый, невыраженный.

Инвариантность (от фр. *invariant*) — свойство какого-либо объекта не изменяться при изменении условий, в которых он существует.

Индивидуальный фонд эвристических приемов — описание эвристических приемов, накапливаемых и используемых изобретателем и отражающих субъективные особенности творческой личности и круг ее творческих интересов.

Инновация (нововведение) — основанный на ориентированном вложении средств процесс создания, освоения и практической реализации научно-технических достижений. Процесс инновации обычно включает следующие фазы: фундаментальные исследования, приводящие к научным открытиям; прикладные научные исследования и инженерное творчество, приводящие к созданию изобретений в виде устройств, способов или веществ; разработка и испытание экспериментальных образцов новых изделий, технологий, материалов и т.п.; проектирование новой техники и ее промышленное освоение; реализация первых промышленных образцов и при достижении коммерческого успеха расширение производства; фаза диффузии (проникновения) инновации в другие области науки, техники, производства, духовной сферы и т.д.

Инновационная деятельность — сфера разработки и практического освоения технических, технологических и организационно-экономических нововведений, которая включает не только инновационные процессы, но и маркетинговые исследования рынков сбыта товаров, их потребительских свойств, а также новый подход к орга-

низации информационных, консалтинговых, социальных и других видов услуг.

Индукция (от лат. induction — наведение) — метод мышления, при котором из частных суждений выводится общее.

Инструментализм — учение, согласно которому научные законы следует оценивать по результатам их действия; направление в философии и методологии науки, рассматривающее научные понятия, теории и гипотезы как инструменты, необходимые для ориентации человека в его взаимодействии с природой и обществом.

Интеллектуальная собственность — права, относящиеся к результату конкретной творческой деятельности человека в производственной, научной, литературной и художественной областях.

Интенция (от лат. intentio — намерение) — намерение, устремленность, направленность сознания, воли, чувств на какой-либо предмет.

Интуиция (от лат. intueri — пристально, внимательно смотреть) — способность постижения истины путем прямого ее усмотрения без обоснования с помощью доказательства. Диалектика усматривает рациональное зерно понятия интуиции в характеристике момента непосредственности в познании, которое представляет собой единство чувственного и рационального. Роль интуиции особенно велика там, где необходим выход за пределы приемов познания для проникновения в неведомое. Интуиция не составляет особого пути познания, идущего в обход ощущений, представлений и мышления. Она представляет собой своеобразный тип мышления, когда отдельные звенья процесса мышления проносятся в сознании более или менее бессознательно, а предельно ясно осознается именно итог мысли — истина. Интуиции бывает достаточно для усмотрения истины, но ее недостаточно, чтобы убедить в этой истине других и самого себя. Для этого необходимо доказательство.

Иррациональный (от лат. irrationalis — неразумный) — невыразимый в логических понятиях и суждениях, недоступный пониманию разумом.

Искусство — 1) процесс или итог выражения внутреннего мира в художественном образе; творческое сочетание элементов таким способом, который отражает идеи, чувства, эмоции. Наука и искус-

ство — два способа познания материального мира. Долгое время искусством считался вид деятельности, удовлетворяющий любовь человека к прекрасному. Вместе с эволюцией социальных эстетических норм и оценок искусством получила право называться любая деятельность, направленная на создание выразительных форм в соответствии с эстетическими идеалами. В масштабах всего общества искусство — особый способ познания и отражения действительности, одна из форм общественного сознания и часть духовной культуры как человека, так и всего человечества, многообразный результат творческой деятельности всех поколений; 2) понятие искусства крайне широко — оно может проявляться как чрезвычайно развитое мастерство в какой-то определенной области. Этимология слова «искусство», как в русском, так и в греческом языке (греч. τέχνη — искусство, мастерство, умение, ремесло) подчеркивает такие положительные качества, как мастерство и искусность.

Истина — верное отражение объекта познающим субъектом, воспроизведение его таким, каким он существует сам по себе независимо от познающего субъекта и его сознания. Истиной может называться само знание (содержание знания) или сама познанная действительность. В целом истина есть универсальная категория, понятие, используемое, в частности, как в религии и философии, так и в рамках научного познания. Противоположным истине является понятие лжи.

Историография — научная дисциплина, изучающая историю науки.

Категория — форма логического мышления, в которой раскрываются внутренние существенные стороны и отношения исследуемых предметов.

Каузальный (от лат. *causalis* — причина) — причинный.

Качество — 1) философская категория, выражающая существенную определенность объекта, благодаря которой он является именно этим, а не иным. Качество — объективная и всеобщая характеристика объектов, обнаруживающаяся в совокупности их свойств; 2) категория качества выражает определенную ступень познания человеком объективной реальности. Познание идет от качества к количеству и далее к их единству — мере. Любой предмет пред-

ставляет собой единство качества и количества; 3) совокупность свойств веществ, изделий или процессов, обуславливающих их способность удовлетворять определенные потребности в соответствии со своим назначением.

Качество продукции — 1) совокупность свойств и мера полезности продукции, обуславливающие ее способность все более полно удовлетворять общественные и личные потребности. Улучшение качества продукции — важное условие повышения эффективности общественного производства; 2) совокупность свойств продукции, удовлетворяющих определенным потребностям в соответствии с ее назначением. Качество продукции определяется при одновременном рассмотрении и оценке технических, эксплуатационных, конструкторско-технологических параметров, норм надежности и долговечности, художественно-эстетических свойств и экономических показателей (стоимость производства и эксплуатации). Свойства, определяющие качество продукции, характеризуются показателями качества продукции, которые могут быть абсолютными, относительными или удельными. Показатели качества продукции устанавливаются объективными методами, органолептически (т.е. с помощью органов чувств), экспертным путем и т.д. Показатель качества продукции, характеризующий одно ее свойство, называется единичным, два свойства и более — обобщающим или комплексным. Относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении ее с соответствующей совокупностью базовых показателей, называется уровнем качества продукции.

Квалиметрия — 1) совокупность методов и средств количественной оценки качества продукции; 2) отрасль науки изучающая и реализующая методы количественной оценки качества продукции; 3) научное направление, объединяющее количественные методы оценки качества. Основные задачи квалиметрии: обоснование номенклатуры показателей качества, разработка методов их оптимизации, оптимизация типоразмеров и параметрических рядов изделий, разработка принципов построения обобщенных показателей качества и обоснование условий их использования в задачах стандартизации и управления качеством. Квалиметрия использует различные математические методы: линейное, нелинейное и динамическое програм-

мирование, теорию оптимального управления, теорию массового обслуживания и т.п.

Квантификация — количественное измерение качественных признаков.

Классификация (от лат. *classic* — разряд и *fasere* — делать) изобретений — классификационная система иерархического типа, используемая для классифицирования и поиска информации об изобретениях. В настоящее время действуют международная классификация изобретений (МКИ) и национальные классификации изобретений (НКИ).

Когнитивный подход (от англ. *cognitive* — познавательный, лат. *cognitio* — знание, познание) — современный подход в психологических исследованиях, в рамках которого предполагается, что основную роль в поведении человека играют знания.

Количественная оценка качества продукции — определение численных значений показателей качества продукции для лучшей обоснованности выбора оптимальных решений при управлении качеством продукции. Количественная оценка качества применяется при реализации разнородных задач, важнейшими из которых являются: выбор оптимального варианта продукции из некоторого числа сравнимых вариантов, планирование, контроль и аттестация качества продукции, изучение динамики качества продукции, отчетность и информация о качестве продукции.

Количество — 1) философская категория, выражающая внешнюю определенность объекта: его величину (число, объем), степень развития свойств и т.д.; изменение количественной определенности объекта (достигнув определенной меры) ведет к изменению качества; 2) категория диалектики, которая отображает общее и единое в вещах и явлениях, характеризуя их с точки зрения относительного безразличия к конкретному содержанию и качественной природе. С целью установления количественной определенности предмета сравниваются составляющие его элементы — пространственные размеры, скорость изменения, степень развития — с определенным эталоном как единицей измерения; 3) чем сложнее явление, тем труднее его подвергнуть изучению количественными методами (например, явления в сфере нравственности, политики, эстетического вос-

приятия мира и т.д.); в этих случаях часто прибегают к различного рода шкалам. Процесс познания реального мира как исторически, так и логически совершается таким образом, что познание качества предшествует познанию количественных отношений. Наука движется от качественных оценок и описаний явлений к установлению количественных закономерностей; опираясь на последние, она получает возможность глубже исследовать качество.

Коммерческая тайна — информация, составляющая коммерческую тайну, — научно-техническая, технологическая, коммерческая, организационная или иная используемая в экономической деятельности информация, в том числе ноу-хау, обладающая действительной или потенциальной коммерческой ценностью в силу ее неизвестности третьим лицам, которые могли бы получить выгоду от ее разглашения или использования, к которой нет свободного доступа на законном основании и по отношению к которой принимаются адекватные ее ценности правовые, организационные, технические и иные меры охраны.

Конкурентоспособность (от лат. *conspicere* — сталкиваться) объекта техники — совокупность свойств объекта, определяющая его способность как товара отвечать требованиям рынка в определенный момент (интервал) времени. Как правило, конкурентность обеспечивается высоким техническим уровнем, соответствием требованиям и стандартам стран-импортеров, фирм-покупателей, высоким уровнем технологического обслуживания, патентной чистотой и патентной защитой, приемлемой ценой, льготными условиями платежа и т.д.

Контрафакция — изготовление, продажа или содействие незаконному использованию патента, нарушение авторского права, подделка. К контрафакции, например, относится использование отдельными фирмами на своих товарах обозначений, помещаемых на популярных товарах других фирм, в целях недобросовестной конкуренции и введение в заблуждение покупателя, а также литературная подделка, воспроизведение или распространение чужого произведения.

Концепция (лат. *conception*) — система взглядов на что-либо, основная мысль, когда определяются цели и задачи исследования и указываются пути его ведения.

Копирайт — знак охраны авторского права. Владелец исключительных авторских прав для оповещения о своих правах вправе использовать знак охраны авторского права, который помещается на каждом экземпляре произведения и состоит из трех элементов: латинской буквы «С» (первая буква слова «Copyright») в окружности, имени (наименования) владельца авторского права и года первого опубликования произведения и указывает на то, что авторские права на данное произведение (печатное, видео- и кинопродукцию, некоторые виды дизайна и т.д.) защищены, и их нарушение может преследоваться в судебном порядке.

Козволюция (ко — приставка, обозначающая в ряде языков совместность, согласованность; лат. *evolutio* — развертывание) — 1) термин, используемый современной наукой для обозначения механизма взаимообусловленных изменений элементов, составляющих развивающуюся целостную систему; 2) совместная эволюция видов, взаимодействующих в экосистеме. Изменения, затрагивающие какие-либо признаки особей одного вида, приводят к изменениям у другого или других видов; 3) принцип гармонического совместного развития природы и общества, являющийся необходимым условием и предпосылкой будущего существования и прогресса человечества.

Критерий (от греч. *criterion*) — 1) средство для вынесения суждения; стандарт для сравнения; правило для оценки; мера степени близости к цели; 2) признак (или совокупность признаков), на основе которых производится оценивание, сравнение альтернатив, классификация объектов и явлений.

Культура (от лат. *cultura* — возделывание, воспитание, образование, развитие, почитание) — совокупность созданных человеком в ходе его деятельности и специфических для него жизненных форм, а также сам процесс их созидания и воспроизводства. В этом смысле понятие «культура», в отличие от понятия «природа», характеризует мир человека и включает в себя ценности и нормы, верования и обычаи, знания и умения, и установления (включая такие социальные институты, как право и государство), язык и искусство, технику и технологию, и т.д.

Кумулятивный эффект (от лат. *sumulo* — собираю, накапливаю). Накопление энергии и ее реализация в одном направлении.

Лицензия (от лат. *licentia* — разрешение, право) — 1) экспортная или импортная — специальное разрешение, получаемое от государственных органов, на ввоз/вывоз, транзит определенного количества товаров, свободный ввоз, вывоз или транзит которых не допускается; 2) выдаваемое специально уполномоченным органом государственного управления или местного самоуправления разрешение на осуществление видов деятельности, которые в соответствии с действующим законодательством подлежат лицензированию (торговля недвижимостью, автомобилями, оружием, издательская деятельность, строительство, монтаж, медицинские услуги, разведка и добыча полезных ископаемых, драгоценных металлов и камней, банковская деятельность, валютные операции и др.); 3) разрешение одного лица (лицензиара) на определенных условиях, как правило, за вознаграждение использовать другому (лицензиату) технологии, изобретения, полезные модели, промышленные образцы, товарные знаки, ноу-хау и иные научно-технические достижения в границах строго определенного рынка.

Логика (от греч. *logike*) — 1) наука о способах доказательств и опровержений; 2) наука, исследующая законы и формы мышления, способы развития знания и построения систем научного знания; 3) раздел философии, наука о формах, методах и законах интеллектуальной познавательной деятельности, формализуемых с помощью логического языка. Поскольку это знание получено разумом, логика также определяется как наука о правильном мышлении; так как мышление оформляется в языке в виде рассуждения, частным случаем которого являются доказательство и опровержение, логика иногда определяется как наука о способах рассуждения или наука о способах доказательств и опровержений. Логика как наука изучает способы достижения истины в процессе познания опосредованным путем, не из чувственного опыта, а из знаний, полученных ранее, поэтому ее также можно определить как науку о способах получения выводного знания.

Логика диалектическая — наука об общих законах и формах движения мышления.

Логика классическая математическая — основывается на принципе двужначности: любое суждение (высказывание) либо истинно, либо ложно.

Логика математическая — 1) современный этап развития формальной логики; 2) совокупность искусственных формализованных языков.

Мера — философская категория, выражающая диалектическое единство качественных и количественных характеристик объекта. Качество любого объекта органически связано с определенным количеством. В рамках данной меры количественные характеристики могут меняться за счет изменения числа, размеров, порядка связи элементов, скорости движения, степени развития и т.п. Мера указывает предел, за которым изменение количества влечет за собой изменение качества объекта, и наоборот. Мера — это своего рода зона, в пределах которой данное количество может модифицироваться, сохраняя при этом свои существенные характеристики.

Метафизика (от греч. *meta physika* — после физики) — 1) название философских сочинений Аристотеля, помещенных после его трактата по физике; 2) наука о духовных первоначалах бытия; 3) общая теория бытия, онтология. Синоним философии, постигающей путем умозрения основополагающие принципы (начала) бытия; 4) метод мышления и познания, противоположный диалектике, рассматривающий предметы и явления не в их взаимосвязи, а в состоянии покоя; 5) что-либо отвлеченное, умозрительное и потому малопонятное.

Метод (от греч. *methodos*) исследования — способ применения старого знания для получения нового; является средством получения научных фактов.

Методология научного познания — учение о принципах, формах и способах научно-исследовательской деятельности.

Мышление — 1) способность человека рассуждать, представляющая собой процесс отражения объективной действительности в представлениях, суждениях, понятиях; 2) позволяет получать знания о таких объектах, свойствах и отношениях реального мира, которые не могут быть непосредственно восприняты на чувственной ступени познания. Формы и законы мышления изучаются логикой, механизмы его протекания — психологией и нейрофизиологией; 3) процесс познавательной деятельности, характеризующийся обобщенным и опосредствованным отражением действительности; основные фор-

мы мышления (понятие, суждение, умозаключение) рассматриваются формальной логикой; кибернетика рассматривает мышление как информационный процесс, фиксируя общее и различное в работе ЭВМ и в мыслительной деятельности человека.

Наука — особый вид человеческой познавательной деятельности, направленный на выработку объективных, системно организованных и обоснованных знаний об окружающем мире. Основой этой деятельности является сбор фактов, их систематизация, критический анализ и на этой базе синтез новых знаний или обобщений, которые не только описывают наблюдаемые природные или общественные явления, но и позволяют построить причинно-следственные связи и, как следствие, — прогнозировать.

Научная дисциплина — раздел науки, который внедрен в учебный процесс высшего учебного заведения.

Научная теория — система абстрактных понятий и утверждений, представляющая собой идеализированное представление действительности.

Научное исследование — процесс целенаправленного познания, результаты которого выступают в виде системы понятий, законов, теорий.

Научное открытие — установление неизвестных ранее объективно существующих закономерностей, свойств и явлений материального мира, вносящих коренные изменения в уровень познания.

Научное познание — исследование, которое характеризуется особыми целями и методами получения и проверки новых знаний.

Научный факт — элемент, составляющий основу научного знания; событие или явление, которое является основанием для заключения или подтверждения.

Ноосфера — сфера взаимодействия природы и общества, в пределах которой разумная человеческая деятельность становится главным определяющим фактором развития.

Норма — 1) установленная мера, средняя величина чего-нибудь (например, норма выработки); 2) средняя величина, характеризующая какую-либо массовую совокупность случайных событий, явлений. В таком смысле это понятие употребляется в исследованиях, проводимых с применением методов теории вероятностей и математической статистики.

Ноу-хау (от англ. know-how — знаю как) — полностью или частично конфиденциальные знания, включающие сведения технического, экономического, административного, финансового характера, использование которых обеспечивает определенные преимущества лицу, их получившему.

Общественное бытие и общественное сознание — общественное бытие — это материальное отношение людей друг к другу и к природе. Общественное сознание — отражение общественного бытия в процессе деятельного отношения людей к действительности, духовная сторона исторического процесса. Выделяют уровни (теоретическое и обычное сознание, идеология и общественная психология) и формы (политическое и правовое сознание, мораль, религия, искусство, философия, наука) общественного сознания.

Объект (от лат. objectum — предмет) — 1) философская категория, выражающая то, что противостоит субъекту в его предметно-практической и познавательной деятельности. Объективная реальность, существующая независимо от человека и его сознания, выступает как объект для познающего индивида в формах деятельности, языка и знаний, выработанных в ходе исторического развития общества; 2) объект не просто тождествен объективной реальности, а выступает как такая ее часть, которая находится во взаимодействии с субъектом, причем само выделение объекта познания осуществляется при помощи форм практической и познавательной деятельности, выработанных обществом и отражающих свойства объективной реальности.

Объект исследования — процесс (или явление), порождающие проблемную ситуацию и избранный для изучения.

Онтология (от греч. on, ontos — сущее и logos — учение) — раздел философии, учение о бытии (в отличие от гносеологии — учения о познании), в котором исследуются всеобщие основы, принципы бытия, его структура и закономерности.

Отрицания отрицания закон — 1) один из основных законов диалектики, характеризующий направление, форму и результат процесса развития, единство поступательности и преемственности в развитии, возникновении нового и относительной повторяемости некоторых моментов старого. Согласно закону отрицания отрицания развитие осуществляется циклами, каждый из которых состоит из трех

стадий: исходное состояние объекта, его превращение в свою противоположность (отрицание), превращение этой противоположности в свою противоположность (отрицание отрицания). Форма процесса развития имеет вид спирали: каждый цикл выступает как виток в развитии, а сама спираль — как цепь циклов; 2) в материалистической диалектике закон отрицания отрицания рассматривается как закон развития природы, общества и мышления. Если закон единства и борьбы противоположностей вскрывает источник развития, а закон перехода количественных изменений в качественные — механизм развития, то закон отрицания отрицания выражает развитие в его направлении, форме и результате.

Оценивание качества продукции — определение значения показателей качества продукции и сопоставление их с базовыми.

Оценивание уровня качества продукции — выбор номенклатуры показателей качества оцениваемой продукции, определение значений этих показателей и сравнение их с базовыми.

Оценка — 1) статистическая характеристика, предназначенная для определения неизвестного значения некоторого параметра совокупности; 2) отношение к социальным явлениям, человеческой деятельности, поведению, установление их значимости, соответствие определенным нормам и принципам морали (одобрение и осуждение, согласие или критика и т.п.) Определяется социальной позицией, мировоззрением, уровнем культуры, интеллектуального и нравственного развития человека. Кроме того, учет мотивов, средств и целей действия, его условий, места в системе поведения личности — необходимое условие его правильной оценки.

Парадигма (от греч. *paradeigma* — образец) — 1) краткое описание (компактная структура) основных понятий, допущений, предложений, процедур и проблем какой-либо самостоятельной области знаний или теоретического подхода; 2) в методологии наук — представления о предмете науки, ее основополагающих теориях и специфических методах, в соответствии с которыми организуется исследовательская практика научным сообществом в определенный исторический период.

Параметр (от греч. *parametron* — отмеривающий) — 1) величина, характеризующая какое-либо свойство или состояние процесса,

явления, системы, изделия или технического устройства; 2) в механических системах: масса, коэффициент трения, момент инерции, натяжение и т.п.; из электрических параметров наиболее характерны сила тока, напряжения, сопротивление, индуктивность, емкость. Физические процессы описываются уравнениями, связывающими переменные величины этих процессов. Параметры обычно входят в коэффициенты уравнений, они могут быть постоянными или переменными (зависящими от времени или координат системы).

Патентование (от лат. *patens* — открытый, явный) — процесс получения охранных документов на созданные в стране патентоспособные объекты промышленной собственности, начиная от их отбора для защиты, подготовки на них заявочных материалов, их направления в патентные ведомства соответствующих стран (стран патентования) и до получения охранных документов включительно.

Переход количественных изменений в качественные — 1) один из основных законов диалектики, согласно которому изменение качества объекта происходит тогда, когда накопление количественных изменений достигает определенного предела. Переход одного явления в другое есть взаимодействие количественных и качественных изменений, проходящих через ряд промежуточных фаз. При этом различные фазы изменения данного качества означают изменение степени данного качества, т.е., по сути дела, количественное изменение. Со стороны количественных изменений этот переход выступает во времени как нечто постоянное, а со стороны качественных — как скачок. Начало скачка из одного явления в другое характеризуется началом коренного преобразования всей системы связей между элементами целого, самой природы элементов. Завершение скачка означает образование единства качественно новых элементов и иной структуры целого; 2) достигнув определенной пороговой величины (так называемой границы меры), «количественные изменения объекта» приводят к перестройке его структуры, в результате чего образуется качественно новая система со своими закономерностями развития и структурой. Количественно и качественно-изменения обуславливают друг друга; закон устанавливает и обратную зависимость: количественные изменения ведут к качественным изменениям. Процесс перехода одновременно прерывен и непрерывен.

вен: прерывность выступает в форме качественного скачка, непрерывность — в форме количественного изменения; 3) закон действителен только применительно к объектам системного характера, т.е. к таким, составные части (элементы) которых взаимно преобразуют друг друга, устойчивую упорядоченность или структуру. Применительно к объектам суммативного характера (куча песка, груда камней, вода, воздух и т.д.) закон не действителен.

Персонализация (от лат. *persona* — лицо и *facio* — делаю) — наделение животного, предмета, явлений природы, социальных структур, отвлеченных понятий человеческими свойствами. Распространена в мифологии, сказках, притчах.

Позитивизм (от фр. *positivisme*, от лат. *positivus* — положительный) — философское направление, исходящее из того, что все подлинное (позитивное) знание — совокупный результат специальных наук.

Познание — высшая форма отражения объективной действительности. В познании существуют разные уровни: чувственное познание, мышление, эмпирическое и теоретическое познание. Наряду с этим выделяют различные формы познания: познание, направленное на получение знания, неотделимо от индивидуального субъекта (восприятие, представление), и познание, направленное на получение обективированного знания, существующего вне отдельного индивида (например, в виде научных текстов).

Показатель — явление или событие, по которому можно судить о ходе какого-либо процесса.

Понятие — отображенное в мышлении единство существенных свойств, связей и отношений предметов или явлений; мысль или система мыслей, выделяющая и обобщающая предметы некоторого класса по определенным общим и в совокупности специфическим для них признакам.

Потребительная стоимость — полезность вещи, ее способность удовлетворять какую-либо человеческую потребность.

Праксеология — учение о человеческой деятельности, о реализации человеческих ценностей в жизни. Область социологических и экономических исследований, которая рассматривает различные действия или совокупности действий с точки зрения установления их эффективности.

Предмет — 1) категория, обозначающая некоторую целостность, выделенную из мира объектов в процессе человеческой деятельности и познания. Понятие предмета часто употребляют в менее строгом смысле, отождествляя его с понятием объекта или вещи. В соответствии с материальной или идеальной природой объекта, соотносящегося с данным предметом, последний может быть материальным (например, живой организм, электромагнитное поле или Галактика как предмет познания) либо идеальным (математическая формула, концептуальный образ, взятый как предмет познания). Один и тот же объект может быть предметом различных видов исследования: например, совокупность организмов одного вида (популяция) может выступать предметом математических (статистических), кинетических, эпидемиологических и других исследований. Синтез различных предметов с целью построения единой теории объекта требует системного подхода и нередко ведет к созданию новой научной дисциплины. В общегносеологическом плане противопоставление предмета и объекта является относительным. Основное структурное отличие предмета от объекта заключается в том, что в предмет входят лишь главные, наиболее существенные (с точки зрения данного исследования) свойства и признаки; 2) все то, что может находиться в отношении или обладать каким-либо свойством.

Предмет исследования — определенный аспект рассмотрения проблемы в границах объекта исследования.

Принцип (от лат. *principium* — начало, основа) — основное, исходное положение какой-либо теории, учения, науки.

Проблема (от греч. *problema* — задача) — множество научных вопросов, охватывающее область исследования; противоречивая ситуация, выступающая в виде противоположных позиций в объяснении каких-либо явлений и требующая адекватной теории для ее разрешения.

Проблема исследовательская — комплекс родственных тем исследования в границах одной научной дисциплины и в одной области применения.

Проблема комплексная научная — взаимосвязь научно-исследовательских тем из различных областей науки, направленных на решение важнейших народнохозяйственных задач.

Проблема научная — совокупность тем, охватывающих всю научно-исследовательскую работу или ее часть; предполагает решение конкретной теоретической или опытной задачи, направленной на обеспечение дальнейшего научного или технического прогресса в данной отрасли.

Противоположность — философская категория, выражающая одну из сторон диалектического противоречия; один из двух «борющихся» моментов конкретного единства, которые являются сторонами противоречия. Различают внешние и внутренние противоречия: если внешние выступают как полюсы противоречия, взаимно предполагающие и одновременно исключаящие друг друга, но существующие как относительно самостоятельные, то внутренние противоречия, отрицая друг друга, находятся в отношении взаимного проникновения.

Противоречие диалектическое — взаимодействие противоположных, взаимоисключающих сторон и тенденций предметов и явлений, которые вместе с тем находятся во внутреннем единстве и взаимопроникновении, выступая источником самодвижения и развития объективного мира и познания; в своем развертывании противоречие проходит несколько ступеней: различия, популяция, столкновение, антагонизм. Высший момент в развитии диалектического противоречия — переход противоположностей друг в друга; на этой ступени осуществляется разрешение диалектического противоречия и переход системы из одного качественного состояния в другое. Формы диалектического противоречия: основные и неосновные, существенные и несущественные, внутренние и внешние (по-разному влияющие на развитие системы), антагонистические и неантагонистические.

Прототип (от греч. *prototypon*) изобретения — наиболее близкий по технической сущности (по смыслу) и по достигаемому эффекту аналог (устройство, способ, вещество, штамм) предполагаемого изобретения.

Разум — 1) способность логически и творчески мыслить, высшая ступень познавательной деятельности человека, интеллект, в противоположность чувству; 2) ум, способность понимания и осмысления. В ряде философских течений — основа познания и поведения людей (рационализм); 3) обладает способностью анализировать и обобщать как данные чувственного опыта, так и собственные фор-

мы, наличные мысли, и, преодолевая их односторонность, вырабатывать отображающие диалектику объективного мира понятия. Выход за пределы наличного знания и порождение новых понятий — основное отличие разума от рассудка, предполагающего оперирование уже известными понятиями.

Редукционизм (от лат. *reductio* — возвращение) — методологический принцип, согласно которому сложные явления могут быть объяснены на основе законов, свойственных более простым (например, биологические явления — с помощью физических и химических законов; социологические — с помощью биологических).

Релевантность (от фр. *relevant* — зависящий от чего-либо, кого-либо) — смысловое соответствие между информационным запросом и полученным сообщением.

Религия — 1) особая форма осознания мира, обусловленная верой в сверхъестественное, включающая в себя свод моральных норм и типов поведения, обрядов, культовых действий и объединение людей в организации (церковь, религиозную общину); 2) одна из форм общественного сознания, совокупность духовных представлений, основывающихся на вере в сверхъестественные силы и существа (богов, духов), которые являются предметом поклонения; 3) организованное поклонение высшим силам. Религия не только представляет собою веру в существование высших сил, но устанавливает особые отношения к этим силам: следовательно, она есть известная деятельность воли, направленная к этим силам; 4) религиозная система представления мира (мировоззрение) опирается на веру или мистический опыт и связана с отношением к непознаваемым и нематериальным сущностям.

Репрезентативность (от фр. *representatif* — показательный) — в статистике соответствие характеристик, полученных в результате выборочного наблюдения показателям, характеризующим генеральную совокупность.

Референция — отнесенность включенных в речь имен, именных групп или их эквивалентов к объектам действительности (референтам, денотатам).

Рефлексия (от лат. *reflexio* — обращение назад) — 1) размышление, полное сомнений, противоречий, анализ собственного состояния; 2) принцип человеческого мышления, направляющий его на ос-

мысление и осознание собственных форм и предпосылок. Различают элементарную, научную и философскую рефлексия.

Сакрализация (от лат. *sacrum* — священный) — наделение предметов, вещей, явлений, людей «священным» содержанием; подчинение политики и общественных институтов, социальной и научной мысли, культуры и искусства, бытовых отношений религиозному влиянию.

Свойство — 1) философская категория, выражающая такую сторону предмета, которая обуславливает его различие или общность с другими предметами и обнаруживается в его отношении к ним; 2) качественная особенность объекта.

Синергетика (от греч. *synergetikos* — совместный, согласованно действующий) — научное направление, изучающее связи между элементами структуры (подсистемами), которые образуются в открытых системах благодаря интенсивному (потокосовому) обмену веществом и энергией с окружающей средой в неравновесных условиях. В таких системах наблюдается согласованное поведение подсистем, в результате чего возникает степень их упорядоченности, т.е. изменяется энтропия (самоорганизация). Основа самоорганизации — термодинамика неравновесных процессов, теория случайных процессов, теория нелинейных колебаний и волн. Синергетика — междисциплинарное направление научных исследований, задачей которого является изучение природных явлений и процессов на основе принципов самоорганизации систем (состоящих из подсистем). Наука, занимающаяся изучением процессов самоорганизации и возникновения, поддержания, устойчивости и распада структур самой различной природы. Синергетика изначально определялась как междисциплинарный подход, так как принципы, управляющие процессами самоорганизации, представляются одними и теми же, безотносительно природы систем, и для их описания должен быть пригоден общий математический аппарат.

Система — 1) совокупность взаимосвязанных и взаимопреобразующих друг друга элементов, образующих цельность, единство; 2) в науке и технике — множество элементов (узлов агрегатов, приборов и т.п.), понятий, норм с отношениями и связями между ними, образующих некоторую целостность и подчиненных определенному руководящему принципу; 3) средство достижения цели; основные

особенности систем: целостность, относительная обособленность от окружающей среды, наличие связи со средой, наличие частей и связей между ними (структурированность); подчиненность всей организации системы некоторой цели.

Системный анализ — 1) совокупность методологических средств, используемых для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам политического, военного, социального, экономического, научного и технического характера. Опирается на системный подход, а также на ряд математических дисциплин и современных методов управления. Основная процедура — построение обобщенной модели, отображающей взаимосвязи реальной ситуации; техническая основа системного анализа — вычислительные машины и информационные системы. Термин «системный анализ» иногда употребляется как синоним системного подхода; 2) с практической стороны системный анализ есть система методов исследования или проектирования сложных систем, поиска, планирования и реализации изменений, предназначенных для ликвидации проблем; с методологической стороны системный анализ является прикладной диалектикой, так как реализует идеи материалистической диалектики применительно к конкретным практическим задачам, особенность которых состоит в необходимости выяснения причин их сложности и устранения этих причин; с методической стороны системный анализ отличается междисциплинарным и наддисциплинарным характером и вовлечением в работу неформальных, эвристических, экспертных методов, а также при возможности и необходимости — строгих формальных математических методов; 3) методологический статус системного анализа весьма необычен: с одной стороны, системный анализ располагает детализированными методами и процедурами, почерпнутыми из современной науки и созданными специально для него, что ставит его в ряд с другими прикладными направлениями современной методологии, с другой — в рамках системного анализа применяются нестрогие, основанные на интуиции качественные суждения, оценки и методы, при этом, однако, необходимость их использования в каждом случае, специально обосновывается. Важнейшие принципы системного анализа сводятся к следующему: процесс принятия решений должен начинаться с выявления и четкого формули-

рования конечных целей; необходимо рассматривать всю проблему как целое, как единую систему и выявлять все последствия и взаимосвязи каждого частного решения; необходимы выявление и анализ возможных альтернативных путей достижения цели; цели отдельных подразделений не должны вступать в конфликт с целями всей программы.

Системный подход — 1) направление методологии научного познания и социальной практики, в основе которого лежит рассмотрение объектов как систем; ориентирует исследование на раскрытие целостности объекта, на выявление многообразных типов связей в нем и сведение их в единую теоретическую картину; 2) в настоящее время рассматривается либо как одна из ранних форм системного анализа, либо как начальная фаза современного системного анализа, этап первоначального анализа проблемы и постановки задач; 3) системный подход не существует в виде строгой методологической концепции: он выполняет свои эвристические функции, оставаясь не очень жестко связанной совокупностью познавательных принципов, основной смысл которых состоит в соответствующей ориентации конкретных исследований. Эта ориентация осуществляется двояко. Во-первых, содержательные принципы системного подхода позволяют фиксировать недостаточность старых, традиционных предметов изучения для постановки и решения новых задач. Во-вторых, понятия и принципы системного подхода существенно помогают строить новые предметы изучения, задавая структурные и типологические характеристики этих предметов и таким образом способствуя формированию конструктивных исследовательских программ.

Система социотехническая — 1) система, в составе которой имеются люди и коллективы, интересы которых существенно связаны с функционированием системы; 2) системное образование, включающее технико-технологическую подсистему и систему ролей и функций обслуживающего и управленческого персонала.

Система ценностей — идеологическая основа для постановки целей социотехнических систем; объект системного анализа на этапе выявления действительных целей лиц, причастных к решаемой проблеме.

Скачок — процесс перехода количественных изменений в качественные, начинающийся по достижении изменяющимся объектом

меры. Содержанием скачка является сложное переплетение двух процессов — уничтожение (исчезновение) старого качества и возникновение нового. Сущность скачка состоит в том, что силы и тенденции, направляемые на нарушение устойчивости целостности объекта, его качественной определенности, получают преобладание над силами, способствующими сохранению этой устойчивости. Возникновение и усиление этого преобладания обусловлены как логикой изменения самого объекта — различием меры у элементов, подсистем и объекта в целом, приводящим в определенной точке к утрате устойчивости, так и внешними воздействиями. Скачки осуществляются в многообразных конкретных формах, поэтому их можно классифицировать по различным основаниям. Наиболее существенно различие скачков по способу осуществления: скачки резко выраженные, «взрывного» характера и постепенные.

Сознание — одно из основных понятий философии, психологии и социологии, обозначающее высший уровень психической активности человека как социального существа. Своеобразие этой активности заключается в том, что отражение реальности в форме чувственных и умственных образов предвосхищает практические действия человека, придавая им целенаправленный характер.

Социальная антропология — первоначально социологическое исследование доиндустриальных обществ; в настоящее время распространяется на изучение развитых обществ.

Спорадический (от греч. sporadikus — отдельный) — единственный, случайный, появляющийся от случая к случаю (например, спорадические заболевания — в противоположность массовым, эпидемическим заболеваниям).

Стохастический (от греч. stochastikos — умеющий угадывать) — случайный, вероятностный.

Субстанция (от лат. substantia — сущность; то, что лежит в основе) — нечто относительно устойчивое, то, что существует само по себе, не зависит ни от чего другого.

Субъект (от лат. subjectum) — 1) носитель предметно-практической деятельности и познания (индивид или социальная группа), источник активности, направленный на объект; 2) человек, познаю-

щий внешний мир (объект) и воздействующий на него в своей практической деятельности; 3) человек как носитель каких-либо свойств, качеств; 4) носитель прав и обязанностей.

Суждение — мысль, с помощью которой что-либо утверждается или отрицается.

Сциентизм (от лат. scientia — наука, знания) — система убеждений, утверждающая основополагающую роль науки как источника знаний и суждений о мире. Нередко сциентисты считают «образцовыми науками» физику или математику и призывают строить остальные науки по их образу и подобию. Сциентизм ставит науку в главенствующее положение в идейной и культурной жизни общества.

Творчество — 1) деятельность, порождающая нечто качественно новое, никогда ранее не бывшее. Творчество может рассматриваться в двух аспектах: психологическом и философском. Психология творчества исследует процесс, «психологический механизм» протекания акта творчества. Философия рассматривает вопрос о сущности творчества, который по-разному ставился в разные исторические эпохи. Творчество — это деятельность человека, преобразующая природный и социальный мир в соответствии с целями и потребностями человека и человечества, на основе объективных законов действительности; 2) целенаправленная деятельность, результатом которой оказывается открытие (создание, изобретение) чего-либо нового, ранее неизвестного или активное, отвечающее потребностям времени, освоение уже существующего богатства культуры; 3) деятельность, результатом которой является создание новых материальных и духовных ценностей; 4) предполагает наличие у личности способностей, мотивов, знаний и умений, благодаря которым создается продукт, отличающийся новизной, оригинальностью, уникальностью. Изучение этих свойств выявило важную роль воображения, интуиции, неосознаваемых компонентов умственной активности, а также потребности личности в самоактуализации.

Телеология (от греч. teleos — цель и logos — слово, учение) — 1) учение о цели и целесообразности; 2) философское учение, приписывающее процессам и явлениям природы цели (целесообразность или способность к целеполаганию), которые или устанавливаются

богом (Х. Вольф), или являются внутренними причинами природы (Аристотель, Г.В. Лейбниц).

Теология (от греч. *theología*, *theós* — бог и *logos* — слово, учение) — богословие. Совокупность религиозных доктрин о сущности и действии бога, построенная в формах идеалистического умозрения на основе текстов, принимаемых как божественное откровение.

Теория (от греч. *theoría* — рассматриваю, исследую) — комплекс взглядов, представлений, идей, направленных на истолкование и объяснение какого-либо явления. В более узком и специальном смысле — высшая, самая развитая форма организации научного знания, дающая целостное представление о закономерностях и существующих связях определенной области действительности — объекта данной теории.

Теория познания (гносеология, эпистемология) — раздел философии, в котором изучаются закономерности и возможности познания, отношения знания к объективной реальности, исследуются ступени и формы процесса познания, условия и критерии его достоверности и истинности. Обобщая методы и приемы, используемые современной наукой (эксперимент, моделирование, анализ и синтез и т.д.), теория познания выступает в качестве ее философско-методологической основы. В отличие от психологии, физиологии высшей нервной деятельности и других наук, теория познания как философская дисциплина анализирует не индивидуальные, функционирующие в психике механизмы, позволяющие тому или иному субъекту прийти к определенному познавательному результату, а всеобщие основания, дающие возможность рассматривать этот результат как знание, выражающее реальное, истинное положение вещей.

Термин (от лат. *terminus* — предел, граница) — слово или словосочетание, призванное точно обозначить понятие и его соотношение с другими понятиями в пределах специальной сферы. Термины служат специализирующим, ограничительным обозначением характерным для данной сферы предметов, явлений, их свойств и отношений.

Техника — 1) общее название различных приспособлений, механизмов и устройств, не существующих в природе и изготавливаемых человеком; 2) какая-либо группа приемов, способов; 3) умение, мастерство, способность правильно делать что-либо.

Технологический процесс — часть производственного процесса, совокупность технологических операций, выполняемых планомерно и последовательно во времени и пространстве над однородными или аналогичными изделиями.

Технологичность — 1) соответствие продукции требованиям экономической технологии ее изготовления. Технологичность обеспечивается при разработке конструкции изделия. Технологичной называется такая конструкция изделия или составляющих его элементов (деталей, узлов, механизмов), которая обеспечивает заданные эксплуатационные качества продукции и позволяет при данной серийности изготавливать ее с наименьшими затратами труда, материалов; 2) свойство продукции, характеризующее ее качество и заключающееся в ее приспособленности к производству в требуемом объеме; показателями технологичности могут быть, например, энергоемкость, материалоемкость, длительность производственного цикла, себестоимость, трудоемкость.

Технология (от греч. *technē* — мастерство и *logos* — учение) — 1) совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции. Задача технологии как науки — выявление физических, химических, механических и других закономерностей с целью определения и использования на практике наиболее эффективных и экономичных производственных процессов; 2) наука и способы воздействия на сырье, материалы и полуфабрикаты соответствующими орудиями производства.

Трансцендентное (от лат. *transcendo* — переступать) — характеризует недоступное опытному познанию, не основанное на опыте.

Тренд (от англ. *trend* — тенденция, уклон) — доминирующее направление в развитии, в общественном мнении.

Ум — характеристика способности мышления и понимания. В истории философии — то же, что разум, дух.

Умозаключение — мыслительная операция, посредством которой из заданных суждений выводится новое, определенным образом связанное с исходными.

Уровень техники — совокупность конкурентоспособных объектов техники, определяющих максимальные значения технико-экономических показателей на определенный момент времени. Понятие

«уровень техники» связывают со степенью воплощения во вновь создаваемых (созданных) объектах техники перспективных научных идей (решений), отражающихся в конкретных технико-экономических характеристиках продукции.

Фактографический документ — научный документ, содержащий текстовую, цифровую, иллюстративную и другую информацию, отражающую состояние предмета. Фактографический документ может быть получен в ходе исследования или собран в результате научно-исследовательской работы.

Фальсификация (от лат. falsus — ложный и facio — делаю) — научная процедура, целью которой является установление ложности соответствующей гипотезы посредством эмпирической или теоретической проверки.

Фантазия (от греч. phantasia — воображение) — 1) способность к творческому воображению; 2) то же, что воображение.

Феномен (от греч. phainomenon — являющееся) — 1) необычный, исключительный факт, явление; 2) философское понятие, означающее явление, данное нам в опыте, чувственном познании (в противоположность ноумону, постигаемому разумом).

Философия (от греч. phileo — люблю и sophia — мудрость) — 1) одна из форм общественного сознания, представляющая собой систему взглядов на мир (мировоззрение) и место человека в ней. Общепринятого определения философии, как и общепринятого представления о предмете философии, не существует. Известно множество различных типов философии, отличающихся как своим предметом, так и методами. В самом общем виде под философией понимают деятельность, направленную на постановку и рациональное решение наиболее общих вопросов, касающихся сущности знания, человека, мира; 2) форма общественного сознания; учение об общих принципах бытия и познания, об отношении человека к миру; наука о всеобщих законах развития природы, общества и мышления. Философия вырабатывает обобщенную систему взглядов на мир и место человека в нем; она исследует познавательное, ценностное, социально-политическое, нравственное и эстетическое отношение человека к миру; 3) исторически сложившиеся основные разделы философии: онтология (учение о бытии), гносеология (теория познания), логика, этика, эстетика.

Философия науки — раздел философии, изучающий понятие, границы и методологию науки. Существуют более специальные разделы философии науки, например: философия математики, философия биологии, философия физики.

Философия техники — раздел философии, занимающийся исследованием первопричин техники. Основоположниками этого раздела философии являются Э. Капп и П. Энгельмейер.

Философская антропология — 1) философское учение о природе (сущности) человека, который служит исходной точкой и центральным предметом рассмотрения; 2) течение в западноевропейской философии XX века, истолковывающее сущность человека как результат противоборства естественных (биологических) и исторических сформировавшихся характеристик человека.

Формула (от лат. formula — форма, правило) изобретения — описание изобретения, составленное по утвержденной форме и содержащее краткое изложение его сущности.

Формула открытия — описание открытия, составленное по утвержденной форме и содержащее исчерпывающее изложение его сущности.

Функция — 1) внешнее проявление свойств какого-либо объекта в данной системе отношений; 2) отношение двух (групп) объектов, в котором изменению одного из них сопутствует изменение другого.

Хаос (от греч. chaos) — в греческой мифологии беспредельная первобытная масса, из которой образовалось впоследствии все существующее.

Характеристика — отличительный качественный и (или) количественный признак (или признаки) предметов, явлений или их совокупности; описание, определение отличительных признаков предмета, системы или явления.

Холистический подход — рассмотрение сложных сущностей (объектов) в их целостности.

Цель — 1) идеальное, мысленное предвосхищение результата деятельности; 2) образ желаемого будущего (субъективная цель); будущее реальное состояние (объективная цель); 3) осознанный образ предвосхищенного результата, на достижение которого направлено действие человека. В психологии понятие «цель» также упот-

ребляется в следующих значениях: формальное описание конечных ситуаций, к достижению которых стремится любая саморегулирующаяся функционирующая система: предвосхищаемый полезный результат, определяющий целостность и направленность поведения организма; 4) в крупномасштабной коллективной деятельности, отличительной особенностью которой является разделение общей цели на ряд составляющих, обычно применяется так называемое дерево целей, позволяющее системно представить порядок движения к конечной цели, учесть необходимое количество задач, требующих решения на пути к ее достижению; 5) выступает как способ интеграции различных действий человека в некоторую последовательность или систему. Анализ деятельности как целенаправленной предполагает выявление несоответствия между наличной жизненной ситуацией и целью; осуществление цели является процессом преодоления этого несоответствия. Цель — идеальное предвосхищение результата деятельности, а деятельность — сложный процесс осуществления цели, выбор оптимального пути среди возможных альтернатив и планирование деятельности.

Ценность — 1) положительная или отрицательная значимость объектов окружающего мира для человека, класса, группы, общества в целом, определяемая не их свойствами самими по себе, а их вовлеченностью в сферу человеческой жизнедеятельности, интересов и потребностей, социальных отклонений; критерии и способы оценки этой значимости, выраженные в нравственных принципах и нормах, идеалах, установках, целях; 2) термин, широко используемый в философской и социологической литературе для указания на человеческое, социальное и культурное значение определенных явлений действительности.

Ценностные ориентации личности — 1) разделяемые личностью социальные ценности, выступающие в качестве целей жизни и основных средств достижения этих целей и в силу этого приобретающие функцию важнейших регуляторов социального поведения индивидов. В структуре диспозиций личности ценностные ориентации образуют высший уровень иерархии предрасположенностей к определенному восприятию условий жизни и деятельности и к поведению в долгосрочной перспективе, а в ситуациях нравственного

выбора являются опорными критериями принятия личностью жизненно важных решений; 2) идеологические, политические, моральные, эстетические и другие основания оценок субъектом окружающей действительности и ориентации в ней; способ дифференциации объектов индивидом по их значимости.

Чувства — 1) способность ощущать, испытывать, воспринимать внешние воздействия, а также сами ощущения; 2) особый вид эмоциональных переживаний, носящих отчетливо выраженный предметный характер и отличающихся сравнительной устойчивостью; 3) одна из основных форм переживания человеком своего отношения к предметам и явлениям действительности. Особую группу составляют высшие чувства, в которых заключено все богатство эмоциональных отношений человека к социальной действительности.

Эвристика (от греч. *heurisko* — отыскиваю, открываю) — 1) специальные методы, использующиеся в процессе открытия нового (эвристические методы); 2) наука, изучающая продуктивное творческое мышление (эвристическая деятельность); 3) наука о возникновении нового (суждений, идей, способов действия) в знании и деятельности человека: эвристика представляет собой комплексную отрасль знания, объединяющую ряд разделов философии, психологии, математики, научной организации труда. Центральное место в ней занимает психология продуктивного (творческого) мышления, предметом которой являются психологические механизмы решения различных задач, проблемных ситуаций; 4) восходящий к Сократу метод обучения (сократические беседы).

Экспликация (от лат. *explicatio* — разъяснение) — 1) краткое письменное сопровождение экспозиции музея или выставки, содержит объяснение и оценку данного историко-художественного явления; пояснение к рисунку, чертежу; 2) в логическом позитивизме — замещение неточного понятия более точным; перевод неточных понятий в более точные; в процедуре экспликации требуется, чтобы значение нового понятия совпадало со значением старого и чтобы новое понятие могло заменять старое в любых возможных контекстах употреблений.

Экстраполяция (от лат. *polio* — приглаживаю, изменяю) — распространение выводов, полученных из наблюдения над одной частью явления, на другую его часть.

Элиминация (от лат. *elimino* — выношу за порог, удаляю) — 1) исключение, удаление, устранение; 2) исключение из рассмотрения (расчета, анализа) признаков (переменных факторов), каузально не связанных с данным явлением (процессом); 3) избирательное уничтожение отдельных особей или целых групп организмов в результате действия естественного отбора.

Экспертные (от лат. *expertus* — опытный) методы — 1) методы системного анализа, в которых для выполнения тех или иных не формализуемых операций используются знания, опыт, интуиция, изобретательность, интеллект экспертов, специалистов в нужной области; 2) процедуры получения первичных эмпирических данных, широко используемые при проведении социологических исследований; состоят в опросе специально отобранных экспертов относительно значений некоторых переменных, дающих необходимую информацию об объекте оценки.

Экспертные оценки — количественные и (или) порядковые оценки процессов или явлений, не поддающихся непосредственному измерению.

Эмоции (от фр. *emotion*; лат. *emovere* — волновать, потрясать) — 1) душевные переживания, чувства; 2) реакции человека и животных на воздействие внутренних и внешних раздражителей, имеющие ярко выраженную субъективную окраску и охватывающие все виды чувствительности и переживаний. Дифференцированные и устойчивые эмоции, возникающие на основе высших социальных потребностей человека, обычно называются чувствами (интеллектуальными, эстетическими, нравственными); 3) психическое отражение в форме непосредственного пристрастного переживания жизненного смысла явлений и ситуаций, обусловленного отношением их объективных свойств к потребностям субъекта.

Эмпатия (от англ. *empathy* — сочувствие, сопереживание) — способность индивида эмоционально отзываться на переживания других людей.

Энтропия (от греч. *entropia* — поворот, превращение) (обычно обозначается S) — функция состояния термодинамической системы, изменение которой dS в равновесном процессе равно отношению количества теплоты dQ , сообщенного системе или отведенного

от нее, к термодинамической температуре T системы. Неравновесные процессы в изолированной системе сопровождаются ростом энтропии, они приближают систему к состоянию равновесия, в котором S максимальна.

Эпистемология (от греч. *episteme* — знание и *logos* — учение) то же, что теория познания.

Этика (от греч. *ethika* (*ethikas*) — касающийся нравственности, выражающий нравственные убеждения, *ethos* — привычка, обыкновение, нрав) — философская наука, объектом изучения которой является мораль, нравственность как форма общественного сознания, как одна из важнейших сторон жизнедеятельности человека, специфическое явление общественно-исторической жизни. Этика выясняет место морали в системе других общественных отношений, анализирует ее природу и внутреннюю структуру, изучает происхождение и историческое развитие нравственности, теоретически обосновывает ту или иную ее систему.

Этос — в древнегреческой философии совокупность стабильных черт индивидуального характера.

Этос науки — по Р. Мертону — совокупность моральных императивов, принятых в научном сообществе и определяющих поведение ученого.

При составлении словаря использованы следующие литературные источники:

1. Новый энциклопедический словарь. — М. : Большая Российская энциклопедия : РИПОЛ классик, 2004. — 1456 с.

2. *Ожегов С.И.* Словарь русского языка / С.И. Ожегов. — М. : Сов. энциклопедия, 1972. — 816 с.

3. Политехнический словарь. — М. : Советская энциклопедия, 1976. — 608 с.

4. Философский энциклопедический словарь. — М. : Советская энциклопедия, 1983. — 840 с.

5. Социологическая энциклопедия : в 2 т. — М. : Мысль, 2003. — Т. 1. — 694 с. — Т. 2. — 863 с.

6. Краткий психологический словарь. — М. : Политиздат, 1985. — 431 с.

7. *Корнеева Т.В.* Толковый словарь по метрологии, измерительной техники и управлению качеством / Т.В. Корнеева. — М. : Рус. яз., 1990. — 464 с.

8. *Локина С.М.* Краткий словарь иностранных слов / С.М. Локина. — М. : Рус. яз., 1978. — 352 с.

9. Техническое творчество: теория, методология, практика. Энциклопедический словарь-справочник. — М. : НПО «Информ-система», 1995. — 408 с.

Научное издание

Корнилов Иван Константинович

ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО ИСКУССТВА

Монография

Редактор *Н.В. Герцеништейн*

Компьютерная верстка *И.В. Бурлаковой*

Подписано в печать 23.10.14.
Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Times New Roman».
Печать на ризографе. Усл. печ. л. 21,62. Тираж 500 экз. (1-й завод 50 экз.)
Заказ № 386.

Московский государственный университет печати имени Ивана Федорова.
127550, Москва, ул. Прянишникова, 2А.
Отпечатано в Издательстве МГУП имени Ивана Федорова.