

Министерство высшего образования
Российской Федерации

Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности

Кафедра «Процессы и аппараты пищевых производств»

«История и методология науки в области
технологии машиностроения»
Конспект лекций для студентов,
обучающихся по магистерской программе
551823 «Процессы и аппараты пищевых производств»

Составил: доц.,
к.т.н. Ратников С.А.

Рассмотрено и утверждено
на заседании кафедры
Протокол № от “__” _____ 2003г.

Рекомендовано к печати
методической комиссией
механического факультета
Протокол № от “__” _____ 2003г.

Кемерово 2003

Введение

Обучение студентов направления 551800 «Технологические машины и оборудование по магистерской программе 551823 «Процессы и аппараты пищевых производств» предполагает подготовку высококвалифицированных научных работников. Поэтому изучение такой дисциплины как «История и методология науки в области технологии машиностроения» является весьма важным этапом, поскольку закладывает в сознании студента основные методы научного познания окружающего мира, основные принципы научно-технического творчества, умение формулировать конкретные цели и задачи исследований и т.п.

Курс лекций содержит общие теоретические сведения об истории развития науки и техники, а также о принципах этого развития; психологию, социокультурные и индивидуальные начала научно-технического творчества и методы научного познания; проблемы нравственной оценки научно-технического творчества; некоторые сведения о влиянии современного развития науки и техники на состояние технологии машиностроения и т.д.

1. Понятия науки и техники. Основные теоретические аспекты и логика развития научного знания и техники

По мере накопления знаний невольно возникает проблема изучения истории науки и техники, т.е. необходимо систематизировать накопленные знания, чтобы двигаться дальше. Поэтому история науки и техники ставит следующие задачи:

1. подойти к изучению производственных сил исторически, т.е. показать, как данное явление возникло, какие этапы оно прошло и чем стало теперь;
2. изучить прошлое, чтобы знать настоящее и предвидеть будущее, т.е. знать историю науки и техники не только с древних времён и до наших дней, но и наметить тенденции развития в пределах предвидимого будущего;
3. вскрыть закономерности развития науки и техники, связанные с внутренней логикой их развития;
4. познать социально-экономическую обусловленность развития науки и техники на всех этапах истории человечества;
5. рассмотреть взаимосвязь и взаимовлияние науки и техники;
6. показать действительный вклад каждого народа в развитие науки и техники.

Слово «наука» обозначает знание. Научное знание предполагает не только констатацию фактов и их описание, но также их объяснение и осмысление.

С помощью науки человек осуществляет влияние на силы природы, развивает материальное производство.

Наука – система развивающихся знаний достигаемых по средством соответствующих методов познания в процессе производственной деятельности людей.

Наука – форма общественного познания, исторически сложившаяся система упорядоченных знаний истинности, которая проверяется общественной практикой.

В процессе исторического развития наука, взаимодействуя с техникой, изменила своё место по отношению к ней (сначала наука отставала от техники).

Техника – это совокупность средств, процесса труда, методов и приёмов овладения каким-либо производством.

Развитие науки и техники происходит эволюционно и революционно. Независимо от интенсивности развития науки и техники в различные времена, основной целью этого развития было стремление человека «переложить на машину» свои функции (энергетическую, технологическую, транспортную, контрольно-измерительную, логическую и т.д.), т.е. облегчить условия своего труда.

В истории науки и техники выделяют следующие периоды:

- период возникновения и распространения простых орудий труда в условиях первобытнообщинного способа производства;
- развитие и распространение сложных орудий труда (по отношению к предыдущему) и возникновение отдельных отраслей знаний;
- распространение сложных орудий труда приводимых в действие силами природы и накопление естественных научных знаний;
- возникновение предпосылок для создания машин, техники и формирование естествознания как науки;
- создание и распространение машин на базе первого двигателя;
- развитие системы машин на базе электродвигателя;
- подготовка к осуществлению перехода к автоматизированным системам;
- современная научно-техническая революция.

Не трудно заметить, что история науки и техники неотъемлемо связана с уровнем развития энергетики, поскольку наличие источников энергии – это обязательное условие жизни и развития нашего мира.

Различают пять ступеней развития энергетики:

1. биоэнергетика (мускульная сила человека и животных);
2. механическая энергетика (потоки воды воздуха);
3. тепловая энергетика (сжигание);
4. комплексная энергетика (первичным являются гидро- и теплоэнергетика, а вторичным электроэнергетика);
5. атомная энергетика.

Наука оперирует такими понятиями как закон и закономерности. Закон – это внутренняя, существующая связь явлений, обуславливающая необходимость их развития. Понятие закономерность более широкое и представляется как совокупность законов. К основным законам и закономерностям развития науки и техники можно отнести:

1. Критика и борьба мнений. Нарушение этого закона ведет к утверждению ложных идей и учений;
2. Большое значение в развитии науки в целом имеет взаимодействие отдельных ее отраслей, т.к. наиболее крупные и существенные открытия и достижения зарождаются именно на границах специфических научных знаний;
3. Большую роль в развитии науки играет ее дифференциация и интеграция. Т.е. с одной стороны, наука должна быть разбита на отдельные специфические области знаний (это способствует более глубокому научному познанию), но с другой стороны, чрезмерное разветвление науки может привести к «научной близорукости» в результате потери согласованности знаний в тех или иных областях познания мира.

4. Преемственность научных знаний, отражающаяся в укреплении связей между наукой и производством (теорией и практикой).

История науки и техники показывает, что их развитие происходит эволюционно от простого к сложному с «качественными скачками», т.е. революционными открытиями и достижениями, которые являются результатом накопления некоторого «критического количества» знаний. При этом новые гипотезы, теории и т.д. не отрицают предшествующие знания, а доказывают, что они являются их частными случаями. Таким образом, развитие науки и техники вполне подчиняется законам диалектики.

Наука в целом – это колоссальное количество информации, даже в масштабах умственных возможностей самых гениальных и эрудированных личностей. При этом существует мнение, и вполне обоснованное, что чем больше познается, тем больше возникает новых вопросов и противоречий. Очевидно, что для надежного хранения такого количества информации ее необходимо систематизировать, классифицировать и архивировать. В настоящее время порой легче найти новый метод исследования, получить новую формулу и т.д., чем искать то, что имеется в материалах по данному вопросу (как нередко можно услышать: «все новое это хорошо забытое старое»).

Именно классификация, систематизирование и архивирование знаний и являются основными элементами истории науки и техники, которая пополняется из различных «источников»: вещественных, письменных, этнографических, устных, лингвистических, фото- фоно- киноисточников и т.п..

Проблема существования объектов теоретического знания. Формы научного познания мира

Со времени своего возникновения наука постоянно вынуждена решать, казалось бы, тривиальный вопрос: существуют ли объекты, знанием о которых она является, а если существуют, то как и что собой представляют.

Нет особой необходимости специально доказывать, что для практической деятельности не существует такого вопроса. Существование – это проблема теоретического знания. Но и внутри теоретического знания она обладает как бы двойственной природой: собственно научной (внутринаучной для данной науки) и методологической (философской).

Существование как методологическая проблема далеко не всегда четко осознается работающими учеными. Чаще всего она формулируется и исследуется логиками и философами. Это отнюдь не означает, что в самой науке эта проблема не возникает и не находит своего решения. Речь идет о другом. Работающий физик, например, сталкиваясь с проблемой существования, воспринимает ее лишь как конкретный вопрос физической науки и соответственно ищет конкретного научного решения: существует ли теплород? существуют ли атомы? существует ли электрон как частица? и т. п. Каждый раз он ищет лишь физический ответ на эти вопросы. Физический, т. е. опирающийся на методы физической науки. Так обстоит дело во всех науках. Тем не менее, наконец, наступает такой период в развитии науки, когда решение конкретных проблем существования сталкивается с непреодолимыми препятствиями. Анализируя трудности развития своей науки, ученый обнаруживает их зависимость от философских, методологических и других, подобным им, проблем. Здесь перед ним открываются две

возможности: либо принять какую-либо готовую философскую доктрину (форму познания), либо попытаться самому создать новую.

Обычно естествоиспытатель не создает оригинальной философской системы (даже если он ее предлагает, то чаще всего оказывается, что в философии такая точка зрения уже существовала). Это естественно, так как, обращаясь к проблеме существования, ученый вольно или невольно приходит к кардинальной проблеме философии: взаимоотношению субъекта и объекта. В этом смысле проблема существования, с которой сталкивается ученый в процессе развития научного знания – это каждый раз лишь новая модификация извечной философской проблемы.

Но означает ли все это в свою очередь, что проблема существования исключительно философская и не имеет никакого отношения к конкретному научному знанию? С точки зрения **позитивизма** так оно и есть. Для позитивизма это – псевдопроблема, не относящаяся к области науки вообще. В связи с этим позитивизм объявляет проблему существования метафизической (термин «метафизический» в позитивизме употребляется как синоним «бессмысленного»). Но не только позитивисты, но и сторонники **антипозитивизма (неопозитивизма)** – логики и философы – утверждают, что все, что связано с проблемой существования – область метафизики, а не науки. Верно, противники позитивизма не считают метафизику (т.е. философию) бессмыслицей. Такую позицию, например, занял К. Поппер. Суть его рассуждений такова. Знание считается эмпирическим, т.е. научным (в концепции Поппера термины «научный» и «эмпирический» обычно употребляются как синонимы), если оно фальсифицируемо, говоря иначе, если оно может быть

опровергнуто каким-либо способом. В противном случае знание верифицируемое, т.е. принимается на веру. В связи с этим, он приходит к следующему выводу (при условии обычного истолкования аппарата классической логики): собственно научным может быть признано знание, которое выражено либо в единичных терминах (т.е. представляет собой описание индивидуальных событий), либо в форме предложений с квантором всеобщности.

Еще одной формой научного познания является **платонизм**. Основными его чертами является парадоксальность знаний о мире и неизбежное признание мистического начала, которое стоит над миром идей и вещей. Простым примером такой парадоксальности может послужить следующее: любая вещь существует как нечто целое, однако ее можно рассматривать как совокупность взаимосвязанных более простых элементов, которые также могут существовать как нечто целое.

Основным положением **номинализма** является утверждение, что существовать – значит быть какой-либо индивидуальной переменной величиной.

В противовес номинализму выступает **детерминизм**, которому свойственны такие понятия как определенность, статичность. Эта форма научного познания основана на классической механике.

Многие исследователи являются сторонниками реализма, сущность которого заключается в тезисе: «от содержания к мышлению, а затем к практике».

2. Научно-техническая революция и ее диалектические аспекты. Социокультурные и индивидуальные начала научно-технического творчества

В повседневной жизни не редко приходится слышать словосочетания «научно-техническая революция», «научно-технический прогресс» и т.п. Для одних людей они ассоциируются с развитием компьютерных технологий, для других с атомной энергетикой, для третьих с экологически чистыми и безотходными технологиями и т.д. Понятие научно-технической революции весьма емкое. Хотя появилось оно не так давно, однако в мировой истории с древнейших времен можно найти немало примеров различных научно-технических достижений, которые позволяли делать человечеству крупные шаги в своем развитии.

Существующие точки зрения (концепции) на научно-техническую революцию можно разбить на две группы.

В первой группе научно-техническая революция рассматривается как объективный процесс: результат общего исторического развития человечества. При этом часть авторов называет этот процесс не научно-технической, а промышленной революцией. Во второй группе под научно-технической революцией понимают результат только научных открытий и технических изобретений.

В книге «Человек – наука – техника» [1] научно-техническая революция определяется как коренной переворот в производительных силах современного общества, осуществляемый при опережающей роли науки. Но более широко она определяется так: «Научно-техническая революция есть коренное преобразование науки и техники, их связей и общественных функций,

ведущее к универсальному перевороту в структуре и динамике производительных сил общества в смысле изменения человека в системе производительных сил на базе комплексного технологического применения науки как непосредственной производительной силы, проникающей во все составные части производства и преобразующей вещественные условия жизни человека». Авторы, таким образом, отождествляют коренное преобразование науки и техники и изменение человека в системе производственных сил с коренным переворотом, т.е. с революцией в производственных силах.

Существуют и другие определения. Так, Н. В. Марков [2] научно-технической революцией называет крупнейший качественный скачок в познании природы и использовании ее законов в производстве. Она означает коренную перестройку технических основ материального производства, качественный скачок в развитии орудий труда, предметов труда, технологии производства, в развитии энергетики, в организации производства, труде и управлении, в характере трудовой деятельности людей». А. Гусаров и В. Радаев [3] видят в научно-технической революции качественный скачок в познании природы и использовании ее законов. Этот скачок неразрывно связан с превращением науки в непосредственную производительную силу общества. Производя переворот во всей системе производительных сил, научно-техническая революция ведет к резкому, скачкообразному росту производительности труда и повышению эффективности производства.

С точки зрения марксизма научно-техническая революция рассматривается как исторический, объективно необходимый процесс, связанный с переходом всего человечества от одной общественно-экономической формации к другой. На материалах анализа истории

человечества и законов исторического материализма можно доказать, что каждая формация имеет адекватный себе технологический способ производства и уклад техники. Но возникают они не одновременно с социальной (политической) революцией, а в процессе развития новой формации. Переход от одного технологического способа производства, характерного для развитой фазы старой формации, к технологическому способу производства, адекватному новой, развивающейся формации, означает производственную революцию. Такие революции происходили в каждой формации.

Исходя из объективных законов развития производства и состояния науки и техники, опираясь на имеющиеся прогнозы, можно считать, что главная тенденция развития общественного производства в период научно-технической революции состоит в принципиальных изменениях способов достижения конечного результата, а также в освоении новых источников энергии и способов ее передачи.

Таким образом, можно утверждать, что исследователи, даже придерживающиеся различных точек зрения на характер, сущность, содержание научно-технической революции, едины в понимании ее как революции в производительных силах.

Поскольку научно-техническая революция неразрывно связана с потребностями человечества в производстве материальных благ и уровнем развития производственных сил, то именно человек и его деятельность, связанная с познанием мира являются изначальными причинами любого прогресса и революции. Поэтому социальные или общественные силы являются первичными. Так с точки зрения марксизма к производительным силам относятся:

- человек, осуществляющий процесс труда и обладающий для этого знаниями, навыками и умением;

- формы и методы организации производства;
- искусственные, созданные человеком средства труда или техника (машины, агрегаты, установки, промышленные здания, железные и шоссейные дороги, средства связи и др.);
- примененная к производству наука;
- используемые в производстве силы природы.

При этом человек был, является и останется главной производительной силой, а из материальных производительных сил наиболее революционной является техника.

Производительные силы в совокупности с производственными отношениями составляют способ производства. На конкретной ступени своего развития материальные производительные силы общества, по мнению Маркса приходят в противоречие с существующими производственными отношениями. Из форм развития производительных сил эти отношения превращаются в их оковы. Тогда наступает революций.

Закон соответствия производственных отношений характеру и уровню развития производительных сил является основным положением исторического материализма. Для того чтобы представить себе механизм его действия, необходимо проанализировать взаимосвязь между технологическим способом производства и укладом техники. Каждый технологический способ производства предполагает использование технических средств, характеризующих в совокупности определенный уровень развития техники. Уклад техники характеризует определенные фазы общественно-экономической формации.

Факторы, влияющие на производительную силу труда, Маркс подразделял на материальные и духовные, естественные и искусственные. К духовным производительным силам он относил духовные потенции человека и науку, а к материальным – материально-

физические потенции человека, силы природы, технику, формы и методы организации производства. Наука, техника, формы и методы организации производства являются искусственными, а человек и силы природы естественными производительными силами.

Остановимся на некоторых общих факторах, влияющих на производительную силу труда, и на связях между ними.

Силы природы не могут использоваться в труде и быть его производительной силой иначе, как только посредством техники. Только техническими средствами или посредством них они применяются к производству. Но и техника лишь тогда производительная сила, когда она используется человеком. Однако такое использование осуществляется всегда в определенных формах и при соответствующих методах организации производства. Формы и методы организации производства соединяют человека со всеми другими производительными силами, и этим последние связываются с производственными отношениями.

Показателем того, что наука превращается в непосредственную производственную силу общества, является то, что все больше происходит соединение ее с трудом непосредственных производителей, который постепенно принимает научный характер. Тем самым и наука как производительная сила приобретает новое качество.

Производство все больше основывается на науке, связывается с наукой, и главными становятся уже не отдельные научные достижения, какими бы блестящим они ни были, а высокий научно-технический уровень всего производства. Поэтому превращение науки в непосредственную производительную силу не противоречит тому, что человек остается главной

производительной силой. Человек все более активно участвует в создании новых научных и технических знаний и в использовании их в производстве. Его роль и значение как главной производительной силы усиливается.

Наука становится самостоятельным фактором процесса производства именно тогда, когда она, примененная к производству, «заключается» в приборы и кибернетические устройства, которые действуют без непосредственного участия человека.

Действие науки в качестве непосредственной производительной силы не исключает, а предполагает ее постоянную связь с другими производительными силами.

Каждая производительная сила актуальна только благодаря тому, что она встроена в совокупную систему производительных сил.

Научно-техническая революция вносит существенные изменения как в компоненты техники, так и в их соотношения между собой и с другими производительными силами. Таким образом, предмет труда наряду с инструментом, технологией и энергией является посредником между человеком и природой.

Человек – творец техники. При этом современная техника переросла роль чисто производственной техники, хотя для нее основной сферой приложения остается производство материальных благ. Техника все больше проникает в такие области, как досуг, развлечение, игра, домашнее хозяйство и т. п. Причиной этому являются постоянно растущие потребности человека, которые возникают при потреблении уже имеющихся материальных благ. Таким образом, без потребления нет производства и наоборот. Иначе говоря, потребление и производство – моменты единого процесса.

Не трудно понять, что факторы, влияющие на производительную силу труда, как все в природе и обществе, развиваются по диалектическим законам

единства и борьбы противоположностей, перехода количества в качество и отрицания отрицания.

Ядром диалектики является учение об единстве и борьбе противоположностей. В технических науках этот закон, например, дает возможность правильно решить возникающие перед учеными и практиками противоречия, т.е. находить компромисс между, казалось бы, взаимоисключающими факторами. Единство и борьба противоположностей проявляются в форме борьбы нового со старым, и не только в борьбе прогрессивных научно-технических идей с идеями консервативными, но и в форме возникновения и развития нового, его сосуществования со старым и постепенного вытеснения последнего.

Отрицание отрицания выступает в форме якобы возврата к старым техническим идеям и использования их на новой технической основе.

Переход количества в качество и обратно находит выражение в эволюционном и революционном развитии факторов, влияющих на производительную силу труда.

Одним из важнейших элементов методологии диалектического материализма является положение о взаимосвязи развития природы и ее единстве. Конкретно это находит свое выражение в том, что структура вещи или системы вещей трактуется как закономерный результат их происхождения и развития. Это положение становится одним из главных принципов технических наук, в которых рассматривается строение определенной технической системы, каждый элемент которой подчиняется своим законам, а все вместе они подчиняются общим законам; одновременно каждый элемент и каждый закон является закономерным результатом основных законов физики.

Переход количества в качество применительно к развитию компонентов производительных сил, и в первую очередь техники, определяется иными показателями.

Качество – это универсальная категория, охватывающая как явления внешнего мира, так и сознание человека. Качество не только субъективная, но и объективная реальность. Новое качество предполагает возникновение принципиально новой объективной реальности. Применительно к технике в целом это означает появление искусственно созданных орудий труда (технических средств), впервые способных выполнять в производстве совершенно новые задачи. При этом речь идет о функциях, выполняемых в процессе любого труда.

Создание технических средств, способных решать такую задачу, вновь означает переход техники на новый, более высокий качественный уровень. Это новое качество техники. Переход количества в качество, возникновение техники нового качества всегда является революционным процессом, представляет собой революцию в технике. Такими революциями было появление железных орудий, водяных и ветряных двигателей, рабочих машин.

Новое качество технические средства приобретают тогда, когда непрерывное увеличение технических параметров (количество) доходит до предела. Возникает необходимость принципиально нового решения технической задачи. Или скажем иначе. Новая техника появится тогда, когда практика поставит задачи, которые не могут быть решены старыми техническими средствами. Но элементы новой техники всегда зарождаются еще в недрах старой техники.

3. Психология научно-технического творчества. Взаимосвязь интуитивного, неосознанного и сознательного в научно-техническом творчестве

Когда мы говорим об умении изобретать, то невольно сталкиваемся с такими понятиями как интуиция, логика, опыт. И действительно, это наверно самые важные элементы искусства изобретательства. Без них, пожалуй, не было бы никаких изобретений. Однако здесь возникают всевозможные вопросы. Можно ли научиться изобретать или для этого нужен талант, природное дарование? Что важнее: интуиция, логика или опыт? Почему казалось бы простые решения находятся далеко ни сразу? И другие вопросы.

Альтшуллер Г.С. [4] говорит, что существуют привычные, но не верные суждения об изобретательском творчестве. «Всё зависит от случайности», – говорят одни. «Всё зависит от упорства, надо пробовать разные варианты», – говорят другие. «Всё зависит от природных способностей», – заявляют третьи. В этих суждениях, по мнению Альтшуллера Г.С., есть доля правды, но правды внешней. И действительно, если задуматься, то ни одно из этих суждений не сможет устоять перед сколько-нибудь существенной критикой.

Чтобы более полно понять, что только «сплав» интуиции, логики и опыта является истинным стержнем изобретательского творчества и искусства, нужно наверно рассмотреть эти элементы отдельно и выявить их преимущества и недостатки.

Рассмотрим интуицию. Каждому, наверно, приходилось иногда слышать от собеседника при обсуждении какой-либо проблемы примерно следующую фразу: «Я интуитивно чувствую, что это должно быть именно так» или «Интуиция мне подсказывает, что из этого ничего не получится». Человек уверен в своих суждениях и порой, на все 100%, но сколько-нибудь аргументировать

свою точку зрения не может, у него это не получается. Он не может доказать свою мысль. И действительно, часто бывает, если сделаешь всё наоборот, не доверяя интуиции, то ничего хорошего не получается. А начнёшь потом делать это же, учитывая интуитивное мнение, получаешь какие-нибудь результаты. Конечно, бывает, что интуиция и подводит, но отодвигать её совсем никак нельзя, потому что это своеобразный способ мышления, который порой приводит к большим достижениям при анализе и детальной проработке первых результатов, которые порой кажутся совершенно нелепыми. Вероятнее всего, интуиция – это частица бессознательного начала человека, которое по З. Фрейду значительно преобладает над сознанием, поэтому порой никак не аргументированные мысли могут оказаться верными и весьма глубокими и основательными.

Можно предположить, что интуиция во многом обуславливает талант, прирождённые способности человека, умение чувствовать, в каком направлении нужно искать ответ на тот или иной вопрос. В принципе, интуицию можно уподобить чувству осязания, обоняния, слуха. Как известно, подавляющее количество информации ($\approx 95\%$) человек воспринимает благодаря органам зрения. Однако слышать, обонять глазами человек не может, также как и не может с помощью зрения получить информацию об окружающей среде находясь в темноте, где на помощь приходит чувство осязания. Так и в реальной жизни человек не всегда может проанализировать какие-то события в своём сознании, сделать какой-либо прогноз, основываясь на законах физики и математике, логических рассуждениях. В этих ситуациях многие говорят: «Делай, как подсказывает сердце», т.е. так как чувствуешь сделать нужным, доверяя своей интуиции. Но прибегать к интуиции лишь в этих случаях было бы ошибкой. Ею нужно пользоваться, в принципе, всегда, когда позволяет ситуация, т.к. она тоже

дает свои результаты, наталкивает на оригинальные мысли, позволяя отойти от устоявшихся и порой «окостеневших» суждений. А это не мало важно в любой сфере деятельности человека, в том числе и в изобретательском творчестве. Однако стоит согласиться, что было бы чудом, если бы такая удивительная вещь, как интуиция, встречалась у невежд и тунеядцев. Известный советский изобретатель Б. Блинов говорит: «Интуиция опытного конструктора, инженера или квалифицированного рабочего – это не чудо, а результат накопленного опыта, многообразной практики. Решения, предлагаемые интуицией, лишь кажется неожиданными, а, по сути дела, являются плодом и сложным следствием нашей давней умственной работы и глубоких раздумий, которые никогда не проходят бесследно» [5]. Эти слова также подтверждают то, что интуиция – это частица нашего бессознательного начала, которое часто пополняется незаметно для нас самих.

И всё же интуиция – это не только опыт, это чувство, помогающее отыскивать новую идею, правильное решение. При этом, в большей степени, интуиция помогает не изобретателям и инженерам, а научным работникам: физикам, химикам, математикам. Ведь хороший изобретатель, инженер, проектировщик умеет грамотно пользоваться известными физическими явлениями и законами, математическим аппаратом и т.п. И поэтому для него интуиция ассоциируется, прежде всего, с огромным практическим опытом, который не укладывается в сознании, но оставляет осязаемый отпечаток в бессознательном. Однако физические законы, явления и т.п. были тоже кем-то когда-то открыты. Они тоже своего рода изобретения, но несколько другого рода. Они как бы находятся на грани известного и неизвестного, когда опытом воспользоваться трудно. А.С. Кармин [6] отмечает: «Когда ученый занят творческой работой, его внимание,

естественно, направлено именно на работу, а не на наблюдение за процессом её протекания; в силу этого он просто не в состоянии объяснить, как и почему появляется новая идея, после того, как она появилась. Но когда ученые пытаются всё же рассказать о процессе своего творчества, они редко обходятся без ссылок на «догадку», «озарение», «прозрение» и т.д. Интуиция, вот что, по всей вероятности, играет самую существенную и решающую роль в создании новых научных представлений и выражении новых идей. «Подлинной ценностью является, в сущности, только интуиция», – счёл возможным заявить А. Эйнштейн, характеризуя творческое мышление, ведущее к научным открытиям [А. Эйнштейн Физика и реальность. М.,1965]. Как сказал А. Де Сент-Экзюпери: «Самого главного глазами не увидишь».

Многие авторы по-разному трактуют понятие интуиция, но одного общего полноценного определения интуиции не дано и, наверное, не будет дано никогда. Ясно одно, что интуитивное мышление – это то, что находится вне нашего сознания, и поэтому не может сколько-нибудь грамотно аргументироваться в момент своего проявления. Как говорит А.С. Кармин: «Интуицию следует рассматривать как процесс, в ходе которого имеющиеся знания подвергаются каким-то преобразованиям и с их помощью формируются новые знания [7].

Как видно, понятие «интуиция» не отрицает необходимость наличия знания, опыта, которые приобретаются только в результате трудовой и умственной деятельности, а следовательно играют далеко немаловажную роль в процессе творчества. Ведь продвигаясь вперед, нужно на чём-то основываться и даже совершая скачек, нужно от чего-то отталкиваться. Знания, опыт – это, своего рода, строительный материал, без которого, даже если очень хочешь, ничего не построишь, не создашь, не изобретешь и т.п. Согласно закону

диалектики о переходе количества в качество, без «существенного багажа» знаний и опыта не возможно достичь качественных изменений, т.е. решить какую-нибудь практическую проблему. Однако следует отметить, что простое, неупорядоченное накопление знаний никогда не приведет к сколько-нибудь существенному результату, а поставит человека лишь перед ещё большим числом вопросов. Следовательно, получаемые человеком знания, его опыт требуют постоянной «сортировки», «классификации», «упорядочения». В этом случае трудно обойтись без логики.

В принципе понятие «логика» можно считать таким же многоликим как и понятие «интуиция». С помощью логики можно связать в цепочку отдельные факты, но при этом, в целом, получить сплошную путаницу. Поэтому логическое мышление не всегда приводят к верному решению. И все же без законов логики нашу жизнь, а значит и творческую деятельность представить не возможно. Если не связывать отдельные элементы нашего знания логикой, то процесс творчества превратится в блуждание в темноте в попытке найти что-то готовое, работоспособное, что практически не возможно. Поэтому логика – это, по сути дела, связующий компонент, который позволяет создавать из наших знаний, опыта нечто полезное и работоспособное. Логика позволяет разрешать некоторые типичные трудности и проблемы, решать не сложные изобретательские задачи, которых не мало в нашей жизни. Это, пожалуй, первое оружие, которым должен уметь пользоваться грамотный и уважающий себя изобретатель, конструктор, учёный, инженер. Логика позволяет анализировать идеи, заглядывать на шаг, два вперёд, избегать серьёзных ошибок и просчётов. Однако целиком полагаться на логику нельзя. Как говорил А. Эйнштейн: «Если не согрешишь против логики нельзя вообще ни к чему прийти».

Итак, можно видеть, что ни интуиция, ни опыт и знания, ни логика по отдельности не могут обеспечить полноценного решения серьёзной задачи. Можно провести такую аналогию, что опыт и знания – это своего рода «строительный материал» для творческой деятельности, логика – это связующий компонент, обеспечивающий «надёжность» и «прочность», а интуиция в процессе творчества позволяет находить оригинальные идеи и в совокупности с воображением двигать творческий процесс вперёд.

Г.С. Альтшуллер отмечает, что в процессе творчества некоторые этапы почти нацело «логиризированы», иногда логика отступает на второй план и, тогда алгоритм решения подталкивается в нужном направлении воображением изобретателя, создаёт условия для проявления интуиции. Есть и такие этапы, на которых алгоритм работает за счет обобщения изобретательского опыта.

4. Нестандартность мышления – основа творчества и изобретательства

Если проанализировать историю научных открытий, то во многих случаях можно столкнуться с тем, что сначала рождалась какая-то идея, которая иногда казалась совершенно абсурдной, а через несколько лет она становилась, чуть ли не очевидной и приводила к серьезным шагам науки вперед. При этом рождение новых идей происходило, как правило, нестандартным образом, т.е. не за счет использования уже имеющихся знаний, а путем взгляда на решаемую проблему с других сторон.

В своей книге Эдвард Де Боно [8] рассматривает проблемы творческого мышления в науке и изобретательстве. Основным акцент он делает на том, что рождение новой идеи возможно лишь в случае «нешаблонного (нестандартного) мышления». Такое мышление свойственно далеко не каждому человеку, однако этому вполне можно научиться.

Де Боно отмечает, что шаблонное мышление всегда было единственно почитаемым способом мышления. Логика, как крайняя форма такого мышления, перевозносилась как образец, достойный подражания. При этом не учитывалось, сколь серьезны ее недостатки. Лучшим примером ограниченности шаблонного логического мышления могут служить вычислительные машины. Инженер-программист четко определяет задачу и указывает тот метод, каким эта задача должна быть решена. Затем вычислительная машина на жесткой логической основе приступает к ее решению. Гладкий переход шаблонного мышления от одной надежной ступеньки к другой в корне отличен от нешаблонного мышления.

Когда решение проблемы уже найдено посредством нешаблонного мышления, вполне возможно (и в этом нет ничего плохого) дать ему рациональное объяснение.

Опасность заключается лишь в том, что поскольку шаблонный путь к решению задачи можно ретроспективно проследить, то создается впечатление, что с помощью шаблонного мышления можно с такой же легкостью решить любую задачу, как и с помощью нешаблонного.

Фактически оба типа мышления не исключают, а дополняют друг друга. В том случае, когда нет возможности решить проблему шаблонным мышлением или когда возникает потребность в новой идее, следует применить нешаблонное мышление. Новые идеи зависят от нешаблонного мышления, ибо самой природе шаблонного мышления свойственны ограничения, делающие его неэффективным для подобных целей. Шаблонное же мышление своей прерогативой имеет развитие возникшей идее, ее обоснование.

Подобно тому, как вода, стекая вниз по склону горы, прорывает себе все более глубокое русло, так и шаблонное мышление, следуя по пути наивысшей вероятности, постепенно все более увеличивает степень вероятности этого пути. Если шаблонное мышление является наиболее вероятностным, то нешаблонное мышление оперирует малыми вероятностями. Чтобы изменить направление потока воды, нужно умышленно прорыть новое русло, либо перегородить дамбами старое в надежде на то, что вода отыщет новые и значительно более удобные способы протекания. Иногда даже воду реки приходится гнать вверх с помощью насосов. Когда маловероятное направление мысли приводит к новой, более действенной идее, наступает эвристический момент, в результате которого маловероятный подход к решению задачи мгновенно приобретает наивысшую вероятность. Это как раз тот момент, когда вода, с трудом поднятая насосом наверх, переливается через край и тотчас же начинает течь свободно. Достижение этого момента и есть цель нешаблонного мышления.

Чем дальше нешаблонное мышление отклоняется от логических законов шаблонного, тем больше оно, казалось бы, приближается к безумию. Быть может, нешаблонное мышление – это просто форма временного и умышленного помешательства? Отличается ли мышление с малыми вероятностями от беспорядочных ассоциаций больного шизофренией? Да, отличается и главное отличие нешаблонного мышления состоит в том, что при нешаблонном мышлении весь процесс строго контролируется и управляется. Наряду с этим логическая способность ума всегда предполагает тщательную разработку и, в конечном счете, оценку новой идеи, когда бы она ни появилась. Различие между шаблонным и нешаблонным мышлением состоит в том, что при шаблонном мышлении логика управляет разумом, тогда как при нешаблонном она его обслуживает.

Полная детальная разработка идеи может потребовать годы усердной работы, но сама идея может возникнуть мгновенно, как результат озарения. По сути дела, когда идея связана с совершенно новым взглядом на вещи, бывает трудно понять, каким образом она могла бы прийти иначе. Появлению новой идеи не обязательно должны предшествовать годы работы в соответствующей области, так как неудовлетворенность старой идеей может возникнуть значительно быстрее. И действительно, годы такой работы могут даже затруднить возникновение новой идеи, поскольку с годами полезность старой идеи (если она вообще имела какую-то полезность) может получить дальнейшее подкрепление.

Много новых идей возникает в особенности тогда, когда новая информация, собранная путем наблюдения или эксперимента, приводит к переоценке старых идей. Казалось бы, новая информация должна явиться наиболее верным способом получения новых идей, однако это не

совсем так, ибо большая часть новой информации объясняется старой теорией и приспособляется к ней.

Новые идеи могут появиться как на основе новой информации, так и без нее. Вполне возможно, например, просмотрев всю имеющуюся информацию, найти новый и весьма интересный метод ее обобщения. Превосходным примером такого рода является создание теории относительности Эйнштейна. Эйнштейн не делал новых экспериментов, не собирал новой информации. Поэтому единственное, чему он способствовал – это новому подходу к информации, доступной всем и каждому. Эксперименты, подтверждающие его теории, были проведены позже. Эйнштейн пересмотрел всю имеющуюся информацию, которую ранее подгоняли под ньютоновскую концепцию, и интерпретировал ее совершенно по новому. Страшно подумать, сколько новых идей покоится в уже собранной информации, организованной в настоящее время одним единственным образом, в то время как существует масса возможностей организовать ее гораздо лучше.

Де Боно отмечает, что объяснять чрезвычайную неуловимость новых идей тем, что их рождение является делом чистого случая нельзя. Это означает признать свою несостоятельность, поскольку в этом случае, новая идея не может возникнуть до тех пор, пока ее составные ингредиенты не будут объединены в одно время, особым образом и в сознании одного человека. Выходит, надо ждать, пока случай преподнесет нам такой плодотворный сгусток информации. И хотя существует масса доказательств в поддержку подобного подхода, он крайне пассивен и не верен.

В обыденной жизни имеет место господство старых идей. Люди, как правило, стремятся подчеркнуть достоинства чего-либо, при этом обращают значительно меньше внимания то, что можно минимизировать

имеющиеся недостатки. А ведь это и есть «изюминка» нешаблонного мышления.

Логика – это инструмент, с помощью которого копают глубже и шире с целью дальнейшего улучшения. Де Боно сравнивает старую идею с ямой, которую продолжают методично копать в ширину и глубину, а новую с ямой, которую нужно копать в другом месте. И нельзя вырыть яму на новом месте, продолжая углублять старую. Однако оставить наполовину выкопанную яму не так уж просто, поскольку жаль усилия, затраченные на ее создание. К тому же гораздо проще продолжать делать уже начатое дело, чем пытаться выяснить, нельзя ли сделать что-нибудь другое. Отказаться от «ямы», уже имеющей порядочные размеры, без малейшего представления о том, где начать копать новую – дело слишком хлопотное и рискованное для практичной человеческой натуры. Это трудно когда место для новой «ямы» уже выбрано.

Новую «яму» начинают копать по различным причинам: или вследствие неудовлетворенности старой, или в силу полного неведения о ее существовании, или же из-за настоятельной необходимости иметь другую «яму», или же, наконец, просто из прихоти.

Де Боно сравнивает специалиста с землекопом, который упорно и методично копает одну и ту же яму и не собирается ее покидать. Творческая же личность «копает в разных местах» и имеет возможность сравнивать, поэтому может добиться больших результатов.

Каким же образом можно избежать влияния господствующих идей?

Очень полезен следующий метод нешаблонного мышления: тщательно выделить, точно определить и даже записать на бумаге идею, которую кажется господствующей в данной ситуации. Как только идея выделена, сразу становится легче ее опознать, избежав тем самым ее влияния.

Второй способ состоит в том, чтобы, приняв на первых порах господствующую идею, постепенно извращать ее до тех пор, пока она, в конце концов, не будет дискредитирована. Извратить идею можно либо путем доведения ее до абсурда, либо же путем крайнего преувеличения одной из ее черт.

Однако осознание господствующей идеи и освобождение от жесткого контроля шаблонного мышления – это обязательное условие рождения новой идеи, но не достаточное. Кроме этого, необходимо найти различные подходы к данной проблеме, а так же научиться использовать элемент случайности.

Чтобы найти различные подходы к данной проблеме нужно разбить ее составные части, при чем это можно (и нужно) сделать различными способами. После этого легче будет сместить акцент внимания. Выбор частей, на которые делиться целое, зависит от степени осведомленности, от удобства и наличия простых соотношений, с помощью которых их можно сочетать. При этом полезно освободиться от жесткости слов и классификаций. Таким образом, поиск новой идеи будет подобен собиранию новой мозаики из уже имеющихся элементов.

Рассмотрим элемент случайности при рождении новой идеи. Казалось бы, случай он и есть случай. Он может произойти, а может, и нет. И как им воспользоваться, если он не зависит от наших желаний? Однако это лишь поверхностное суждение. Случай является случаем лишь в конкретной единичной ситуации. Если же эту ситуацию воспроизвести несколько раз, то шансы на тот или иной результат увеличиваются. К тому же, не каждый будет пытаться усмотреть, что то новое в обыденной, на первый взгляд, ситуации. Как говорится, кто ищет и продолжает искать, несмотря на неудачи, тот и находит, кто надеется на случай, тот и имеет шанс воспользоваться им в полной мере. Случай, в конце

концов, можно рассматривать как нестандартное происшествие в той или иной ситуации, которое не соответствует обыденной логике.

Лишь взгляд на ситуацию и ее осмысление с разных сторон может породить то, что многие назовут случайным стечением обстоятельств, т.е. случаем. В процессе зарождения новой идеи, как правило, мысли о ее случайном возникновении отсутствуют и приходят на ум только после того, как осуществляется попытка объяснить эту идею с обыденной точки зрения.

Таким образом, можно сделать вывод, что нешаблонное мышление подразумевает видение необычного в обычных ситуациях и вещах, проявление любопытства, риск и т.п.

5. Методы поиска научно-технических решений. Уровни творчества

Решение любой изобретательской задачи всегда связано с поиском какой-либо новой идеи. Ведь идея – это своеобразный скелет изобретения. Поэтому, как правило, наибольшие трудности возникают у изобретателя при её поиске, хотя порой бывает не менее проблематично воплотить идею в действительность (реальную машину, механизм и т.п.). Так как же вести поиск идеи и как его облегчить? Этот вопрос ещё до недавнего времени очень остро стоял перед изобретателями, учеными, инженерами, в общем перед людьми, занимающимися творческой деятельностью.

Раньше решать изобретательские задачи приходилось **«методом проб и ошибок»**, перебирая всевозможные варианты. Поэтому поиски идеи велись, в сущности, наугад. Изобретатель сначала словно спрашивал сам себя: «А если сделать вот так?» После чего следовала теоретическая или практическая проверка мысли. Таким образом, если одна идея оказывалась неудачной, выдвигалась вторая, третья и т.д.

Схематически метод проб и ошибок изображён на рис. 5.1. От точки, которую можно условно назвать «Задача», изобретатель должен попасть в точку «Решение». Где именно находится эта точка, заранее, конечно, не известно. Поэтому изобретатель создаёт определённую поисковую концепцию (ПК), т.е. выбирает направление поиска. Начинаются «броски» в выбранном направлении (на рис. это условно показано стрелками). Со временем выясняется, что поисковая концепция выбрана не правильно и поиски продолжаются в другом направлении. Таких направлений и попыток может быть весьма большое количество, прежде чем «нащупается» удачное решение. Следует отметить ещё одну

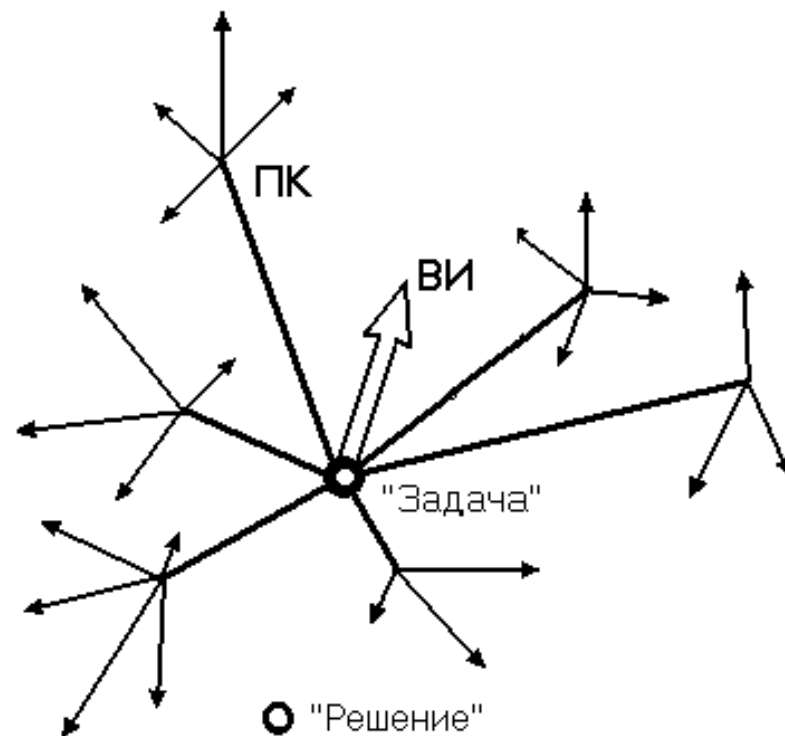


Рис. 5.1. Схематическое изображение метода «проб и ошибок»

немаловажную особенность. На схеме стрелки расположены более густо в направлении, противоположном «Решению». Это, конечно, не случайно. Дело в том, что пробы не так хаотичны, как кажется на первый взгляд. Приступая к поискам, изобретатель опирается на свой предыдущий опыт и свои знания, что определяет направление мыслей при решении задачи. Эта

первоначальная тенденциозность показана на схеме «Вектором инерции» (ВИ), выходящем из точки «Задача». Он, как правило, направлен не в сторону точки «Решение», а порой, наоборот, от неё. Метод «проб и ошибок» основывается, как можно заметить, на «шаблонном» мышлении, о котором уже говорилось ранее и характеризуется психологической инерцией сознания.

Таким образом, метод проб и ошибок и основанная на нём организация творческого труда, в силу своей большой трудоёмкости, с течением времени приходил в противоречия с требованиями научно-технической революции. Т.е. всё острее проявлялась потребность в новых методах управления творческим процессом, способных резко уменьшить число «пустых проб».

В труде «Математический сборник» греческого математика Паппа, жившего около 300 г. до н.э., впервые введён термин «эвристика». И хотя Папп ссылается на своих предшественников (Евклида, Апполония Пергамского и Аристия-старшего), возникновение эвристики – науки о том, как делать открытия и изобретения связывают с именем Паппа.

В дальнейшем к проблеме создания эвристики обращались многие математики, например Декарт, Лейбниц, Больцано, Пуакаре. По видимому, математика, лишенная возможности развиваться экспериментальным путём, раньше и сильнее других наук испытала потребность в инструменте для решения задач.

Со второй половины XIX века стали появляться исследования по психологии научного и технического творчества. В сущности, это была та же эвристика, но только с акцентом на психологию мышления.

Эвристика, в принципе, была прородителем известных сейчас методов решения изобретательских задач. Вся эвристика, как, в общем, и психология творческого мышления, построена на надежде выявить

механизм перехода от 100000 вариантов к 100. В общем-то, это утопия, однако изобретатели нередко прибегают к эвристическим приёмам при решении не особенно сложных задач. Такие приёмы описаны, на пример, в [9] Дж. Диксоном. Это простые правила типа: «помни о психологической инерции», «используй аналогию», «поставь себя на место рассматриваемого объекта (эмпатия)» и т.д.

Рассмотрим методы активизации поиска «верной» идеи. Очевидно, чем труднее изобретательская задача, тем больше вариантов приходится перебрать, чтобы найти решение. А раз так, то прежде всего надо повысить количество вариантов, выдвигаемых в единицу времени. Понятно так же, что для обнаружения сильного решения нужно иметь среди рассматриваемых идей побольше оригинальных, смелых, неожиданных [4].

Цель методов активизации поиска и состоит в том, чтобы 1) сделать процесс генерирования идей интенсивнее и 2) повысить «концентрацию» оригинальных идей в их общем потоке. Поэтому, прежде всего, нужно максимально снизить психологическую инерцию, поскольку от идей, направленных в сторону «вектора психологической инерции», меньше всего можно ожидать сильных решений. Как отмечает Г.А. Альтшуллер [4], психологическая инерция обусловлена самыми различными факторами: тут и боязнь вторгнуться в чужую область знаний, и опасение выдвинуть идею, которая может оказаться смешной, и не знание элементарных приёмов генерирования «диких» идей. Методы активизации поиска помогают преодолеть эти барьеры.

Наибольшей известностью среди этих методов пользуется *мозговой штурм* [10, 4, 7], предложенный А. Осборном (США) в 40-х годах 20 века. Он заметил, что одни люди больше склонны к генерированию идей, другие к их критическому анализу. При обычных обсуждения «фантазёры» и «критики» оказываются вместе и мешают

друг другу. Осборн предложил разделить этапы генерирования и анализа идей. За 20 – 30 минут группа «генераторов идей» выдвигает несколько десятков мыслей. Главное правило – запрещается критика. Можно высказывать любые идеи, в том числе и заведомо нереальные (они играют роль своеобразного катализатора, стимулируя появление новых идей). Желательно, чтобы участники штурма подхватывали и развивали выдвинутые идеи.

Если штурм хорошо организован, удается быстро уйти от идей, навязываемых психологической инерцией. Никто не боится предложить смелую идею, возникает доброжелательная творческая атмосфера, и это открывает путь всевозможным смутным идеям и догадкам. В штурме обычно участвуют люди разных профессий; идеи из разных областей техники сталкиваются, иногда это дает интересные комбинации.

Основная концепция мозгового штурма (дать новым идеям вырваться из подсознания) основана на теории З. Фрейда, очень популярной на родине Осборна. То есть нужно дать возможность новым идеям, находящимся в **неуправляемом подсознании** прорваться через «тонкий слой» **управляемого сознания**. Однако, не смотря на то, что управляемое сознание является лишь тонким наложением на неуправляемое подсознание, господствующие в нем логика и контроль, не пропускают рвущиеся из бессознательного стихийные силы – инстинкты, стремления, желания. Поэтому психологическая инерция, по мнению Осборна, порождена порядком, царящем в сознании. Надо помочь новым идеям прорваться из бессознательного в сознание – такова философская концепция мозгового штурма.

Итак, полученные при штурме идеи передают на экспертизу группе «критиков». При этом «критики» должны стремиться выявить рациональное зерно в каждой идее.

В 50-е годы с мозговым штурмом связывали большие надежды. Потом выяснилось, что трудные задачи штурму не поддаются. Были использованы различные модификации штурма (индивидуальный, парный, массовый, двухсторонний, «конференция идей», «кибернетическая сессия» и т.д.), однако все они не принесли сколько-нибудь ощутимых результатов при решении сложных изобретательских задач.

Существуют и другие методы активизации поиска. Например, **метод фокальных объектов** [4] состоит в том, что признаки нескольких случайно выбранных объектов переносятся на совершенствуемый объект, в результате чего получаются необычные сочетания, позволяющие преодолевать психологическую инерцию. Так, если случайным объектом условно взят «тигр», а совершенствуемым (фокальным) «карандаш», то получаются сочетания типа «полосатый карандаш», «хищный карандаш», «клыкастый карандаш» и т. п. Рассматривая эти сочетания и развивая их, иногда удается прийти к оригинальным идеям. Конечно, такой метод требует фантазии и порой может показаться смешным, однако его главная цель, как и у других методов, преодоление психологической инерции. Поэтому, как говорится: «Цель оправдывает средства».

При **морфологическом анализе** [4], предложенном швейцарским астрофизиком Цвикки, сначала выделяют оси – главные характеристики объекта, а затем по каждой оси записывают элементы – все возможные варианты. Например, рассматривая проблему запуска автомобильного двигателя в зимних условиях, можно в качестве осей взять источники энергии для подогрева, способы передачи энергии от источника к двигателю, способы управления этой передачей и т.д. Элементами для оси «источники энергии» могут быть: аккумулятор, химический генератор тепла, бензогорелка, работающий двигатель другой машины, горячая вода, пар и т.д.

Аналогично выбираются элементы по другим осям. В итоге, имея запись элементов по всем осям и комбинируя их в различных сочетаниях, можно получить очень большое число всевозможных вариантов, при этом в поле зрения могут попасть и неожиданные сочетания, которые едва ли пришли бы на ум «просто так».

Есть ещё один очень простой метод активизации поиска идей. Это **метод контрольных вопросов** [4]. Как показывает само название, поиск направляется списком наводящих вопросов. Такие списки предлагались разными авторами. Типичными вопросами этого метода являются следующие. А если сделать наоборот? А если заменить эту задачу другой? А если изменить форму объекта? А если взять другой материал? На первый взгляд может показаться, что этот метод очень похож на обычный метод проб и ошибок. Это в какой-то степени действительно так, однако если в методе проб и ошибок автор проверяет каждый раз какую-то новую единичную попытку, то данный метод предполагает более общий подход к поиску решения задачи. Иными словами, он более систематизирован, каждый этап поиска имеет некоторую направленность, в отличие от простого перебора приходящих на ум единичных решений при использовании метода проб и ошибок.

Наиболее сильным методом активизации поиска является синектика, предложенная У. Гордоном. Он в 1960г. создал в США фирму «Синектикс». В основу синектики положен мозговой штурм, но этот штурм ведёт профессиональная или полупрофессиональная группа, которая от штурма к штурму накапливает опыт решения задач. При синектическом штурме допустимы элементы критики и, главное, предусмотрено обязательное использование четырёх специальных приёмов, основанных на аналогии: прямой (как решаются задачи похожие на данную), личной (попробуй войти в образ данного в задаче объекта и попытайся рассуждать с этой

точки зрения), символической (дай в двух словах образное определение сути задачи), фантастической (как эту задачу решили бы сказочные персонажи?)

Итак, можно отметить, что главное достоинство методов активизации поиска решения изобретательских задач – простота и доступность. Методы активизации поиска универсальны. Их можно применять для решения любых задач, – научных, технических, организаторских и т.д.

Принципиальный недостаток этих методов – непригодность при решении достаточно трудных задач. Хотя эти методы и дают в несколько раз больше различных идей в единицу времени, чем обычный метод проб и ошибок, и нередко позволяют избегать «пустых» проб (вариантов), они, всё-таки, основаны на обсуждении и переборе большого количества идей в поиске сильного решения. Говоря другими словами, это экстенсивные пути решения изобретательских задач и поэтому они малопригодны при решении трудных задач, которые требуют перебора десятков, сотен тысяч вариантов.

Невольно может возникнуть вопрос: «А как же решать трудные изобретательские задачи, и в чём выражается граница между простыми и трудными задачами?» Г.С. Альтшуллер рассуждает по этому поводу следующим образом [4]. На вопрос: «Как надо охотиться?», – вас сразу попросят уточнить, на кого именно. Микробы, комары, киты, животные, птицы, – охота за каждым из них предполагает отличительные особенности. Никто сразу не изучает все виды охоты. В изобретательстве же долгое время изучали творчество «вообще», и образно говоря выводы по «микробным» изобретениям переносили на «китовые», и наоборот.

Научный же подход к изучению изобретательского творчества, по мнению Г.С. Альтшуллера, начинается с понимания простой истины: задачи бывают разные, нельзя изучать их «вообще». Есть очень легкие задачи, которые

решаются после нескольких попыток. И есть задачи невообразимой трудности, которые решаются в течении многих лет. Почему легкие задачи? Почему трудные? Что именно делает задачу трудной? Нельзя ли какими-нибудь приемами преобразовать трудную задачу в легкую?

Г.С. Альтшуллер уточняет понятие «легкой» и «трудной» задачи следующим образом [10, 11, 4]. Он говорит, что по степени трудности задачи можно разделить на пять уровней (классов). С некоторым приближением можно считать характерным:

- для задач 1-го уровня: использование готового объекта без выбора или почти без выбора чего-либо нового;
- для задач 2-го уровня: выбор одного объекта из нескольких;
- для задач 3-го уровня: частичное изменение выбранного объекта;
- для задач 4-го уровня: создание нового объекта или полное изменение исходного;
- для задач 5-го уровня: создание нового комплекса объектов.

Для более полного понимания сути каждого уровня изобретения Г.С. Альтшуллер в своей книге [10] приводит структурную схему творческого процесса, которая представлена в таблице 5.1. На схеме буквами (А,Б,В,Г,Д,Е) обозначены этапы творческого процесса, а цифрами (1,2,3,4,5) уровни изобретательских задач.

Проводя анализ этой схемы можно сказать следующее. Задачи 1-го уровня не требуют от изобретателя значительных затрат времени, они решаются в «несколько попыток». Иными словами решение лежит «на поверхности» и самое главное – грамотно воплотить его в готовую конструкцию.

Задачи 2-го уровня требуют умения грамотно выбирать наиболее подходящее решение из нескольких принципиально возможных. И такие задачи отличаются от задач 1-го уровня тем, что требуют лишь большего

времени для анализа возможных решений. В принципе, задачи 1-го и 2-го уровней под силу любому «уважающему себя» инженеру, изобретателю, конструктору и т.д.

Если рассматривать задачи 3-го уровня, то они требуют умения находить нужную идею в достаточно большом количестве информации, умения применять фундаментальные физические законы и явления в достижении цели. А также умения выявлять недостатки известных конструкций, которые можно устранить, изменив устройство машины.

Задачи 4-го уровня, как можно видеть, требуют умения собирать и получать данные, необходимые для решения какой-либо малоизученной проблемы. Решение задач этого уровня приводит к созданию новых конструкций машин, механизмов и т.д.

Задачи же 5-го уровня требуют решения абсолютно новой проблемы. Для этого необходимо найти новый метод, получить новые данные, относящиеся к проблеме. При поиске решения эти задачи требуют нахождения принципиально новой идеи. Такие задачи связаны с новыми открытиями в области физики, химии, биологии и т.д. Решение таких задач предусматривает создание принципиально новых конструкций, целиком изменяющих систему, в которую они внедряются.

Анализ структурной схемы процесса изобретательского творчества, предложенной Г.С. Альтшуллером, позволяет довольно легко понять, почему методы активизации поиска применимы только при решении несложных задач 1-го, 2-го, в лучшем случае 3-го, уровней. Задачи 4-го и 5-го уровней требуют глубоких систематизированных знаний в области точных наук и поэтому не поддаются решению при использовании методов активизации поиска.

Вероятно, может возникнуть вопрос: а каково соотношение между количествами изобретений 1-го, 2-го и т.д. уровней?

Схема творческого процесса

У р о в е н ь	Э т а п ы		
	А Выбор задачи	Б Выбор поисковой концепции	В Сбор информации
1-й	Использова на готовая задача	Использована готовая поисковая концепция	Использованы имеющиеся сведения
2-й	Выбрана одна из нескольких задач	Выбрана одна поисковая концепция из нескольких	Собраны сведения из нескольких источников
3-й	Изменена исходная задача	Поисковая концепция изменена применительно к условиям задачи	Собранная информация изменена применительно к условиям задачи
4-й	Найдена новая задача	Найдена новая поисковая концепция	Получены новые данные, относящиеся к задаче
5-й	Найдена новая проблема	Найден новый метод	Получены новые данные, относящиеся к проблеме

Таблица 5.1

У р о в е н ь	Э т а п ы		
	Г Поиск идеи решения	Д Развитие идеи в конструкцию	Е Внедрение
1-й	Использовано готовое решение	Использована готовая конструкция	Внедрена готовая конструкция
2-й	Выбрано одно решение из нескольких	Выбрана одна из нескольких конструкций	Внедрена модификация готовой конструкции
3-й	Изменено известное решение	Изменена исходная конструкция	Внедрена новая конструкция
4-й	Найдено новое решение	Создана новая конструкция	Конструкция применена по- новому
5-й	Найден новый принцип	Созданы новые конструктивные принципы	Изменена вся система, в которую вошла конструкция

Так проводя анализ изобретений по 14-ти классам за 1965-1969 годы, Г.С. Альтшуллер получил следующие данные:

1-ый уровень	32%
2-ой уровень	45%
3-ий уровень	19%
4-ый уровень	менее 4%
5-ый уровень	менее 0,3%

Думается, что эти данные не претерпели существенных изменений к нашему времени, поскольку поиск решений трудных изобретательских задач ведётся десятилетиями и, порой, не одним поколением учёных и изобретателей.

Во второй половине XX века поиск различных методов и теорий решения изобретательских задач быстро развивался, что связано со стремительным развитием науки и техники. Потребности человечества возрастали с течением времени, поэтому требовалось создание наиболее универсальных методов решения изобретательских задач любого уровня. И определённые достижения в этом направлении были сделаны. Об этом пойдёт речь в следующей главе.

6. Современный методический аппарат изобретательства

В принципе, при решении изобретательских задач приходится сталкиваться с некоторыми противоречиями. Таковыми являются: административные, технические и физические противоречия.

Административные противоречия заключаются в том, что нужно что-то изобрести, а как это сделать – неизвестно.

Технические противоречия лежат в глубине административных и заключаются в том, как улучшить одни параметры технической системы не ухудшая другие.

Физические противоречия возникают тогда, когда к одной и той же части системы предъявляются взаимно противоположные требования.

Итак, чтобы найти решение изобретательской задачи, нужно разрешить эти противоречия, а это требует знания и применения приёмов их устранения. Не трудно заметить, что административные и технические противоречия присущи задачам 1-го, 2-го и 3-го уровней. Физические противоречия присущи только задачам высших уровней. Как найти приёмы устранения противоречий, особенно физических? Для этого самый верный, хотя и очень трудоёмкий путь – это анализ изобретений высших уровней. В описаниях таких изобретений обычно указана исходная техническая система, её недостатки и предлагаемая техническая система. Сопоставляя эти данные, можно выявить суть физических противоречий и приёмы, используемые для их устранения.

Г.С. Альтшуллер отмечает, что для выявления современных приёмов устранения физических противоречий достаточно исследовать самый «свежий патентный слой», глубиной примерно в 5 лет – это порядка

1,5÷2 млн изобретений. Число, конечно угрожающее. Но если принять во внимание, что из них к изобретениям высших уровней относится порядка 3÷4%, то проанализировать несколько тысяч изобретений, в принципе, возможно. Получить хороший список приёмов устранения физических противоречий – уже не малое достижение. Нужно только суметь правильно применить тот или иной приём, нужно располагать критериями для оценки полученных результатов. А для этого необходимо знать законы развития технических систем.

Развитие технических систем, как и любых других систем, подчиняются общим законам диалектики. Чтобы конкретизировать эти законы применительно к техническим системам, приходится опять-таки исследовать патентный фонд, но уже на значительно «большую глубину». Нужно брать не «патентный слой», а, так сказать, «бурить патентную скважину», т.е. исследовать патентные и историко-технические материалы, отражающие развитие какой-нибудь системы за 100÷150 лет. Разумеется, что для выявления универсальных законов нужна не одна, а многие «патентные скважины», – работа весьма и весьма сложная. Но зная законы развития технических систем можно уверенно отобрать наиболее эффективные приёмы устранения противоречий и построить программу решения изобретательских задач. Однако этого не достаточно. Нужно, чтобы изобретатель, действуя по этой программе, не боялся отбрасывать варианты, кажущиеся приемлемыми, и не боялся идти к идеям, которые кажутся «дикими». Т.е. необходимо управление психологическими факторами. Итак:

- эффективная технология решения изобретательских задач может основываться только на сознательном использовании законов развития технических систем;
- исходя из этих законов, можно построить программу решения изобретательских задач, позволяющую без

перебора вариантов сводить задачи высших уровней к задачам 1-го уровня;

- чтобы свести задачу высшего уровня к задаче 1-го уровня нужно, прежде всего, найти физическое противоречие, поэтому программа должна содержать операторы, позволяющие по определённым правилам выявить это противоречие;
- для преодоления физических противоречий программа должна иметь: информационный фонд, включающий фонд изобретательских приёмов, выявленных путём анализа больших массивов современной патентной литературы; фонд приёмов должен быть представлен в виде таблиц использования приёмов в зависимости от типа задачи или содержащегося в ней противоречия;
- информационный фонд должен также содержать таблицы применения физических эффектов;
- программа должна иметь средства управления психологическими факторами и, прежде всего, средства активизации воображения и преодоления психологической инерции.

Программа, удовлетворяющая всем этим требованиям, получила название АРИЗ (алгоритм решения изобретательских задач). Разработке и модификации АРИЗ очень большое внимание уделялось в СССР в 60-е, 70-е, 80-е годы XX века. Наиболее существенный вклад в разработку и модификации АРИЗ внесли Г.С. Альтшуллер, М.Г. Цонев, Н.П. Линькова, Г. Буш, Д.М. Хитеева и др.

В принципе, АРИЗ организует мышление изобретателя так, как будто в распоряжении одного человека имеется опыт всех (или очень многих) изобретателей. И, что очень важно, опыт этот применяется талантливо. Обычно даже опытный изобретатель черпает из опыта решения различных задач полезную информацию, основываясь на внешней аналогии.

Информационный аппарат АРИЗ постоянно пополняется и совершенствуется. Следует отметить, что с

появлением первых модификаций АРИЗ началось становление теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). Соотношение между АРИЗ и ТРИЗ примерно такое же как между самолетом и авиацией, автомобилем и автомобилестроением.

Как отмечалось выше, АРИЗ предполагает достаточно большой и постоянно совершенствуемый комплекс приёмов устранения противоречий. В данном случае под термином «приём» понимается единичная (элементарная) операция. Приём может относиться к действиям человека, решающего задачу, например «используй аналогию». Приём может относиться к рассматриваемой в задаче технической системе, например «дробление системы», «объединение нескольких систем в одну». Приёмы можно считать скалярными, не направленными, т.е тот или иной приём может быть иногда хорош, а иногда и плох. В одном случае аналогия может привести к решению задачи, а в другом – увести от него. Приёмы не развиваются, хотя их набор можно пополнять и развивать.

Система операций, предусматривающая определённый порядок использования приёмов называется методом. Таким образом, метод позволяет выбрать и грамотно применить в определённом порядке некоторое количество приёмов для решения задачи. Следует отметить, что методы развиваются достаточно ограниченно, оставаясь в рамках исходных принципов.

Теорией, в рамках изобретательства, можно назвать систему многих методов и приёмов, предусматривающую управление процессом решения задач на основе законов развития объектов действительности.

Грубо говоря, приём, метод и теория образуют цепь типа «кирпич – дом – город» или «клетка – орган – организм». В этой иерархии АРИЗ находится на границе метода и теории.

Перейдём к более детальному рассмотрению АРИЗ.

Итак, при решении изобретательских задач приходится сталкиваться с административными противоречиями и, вытекающими из них, техническими и физическими противоречиями. Разрешив технические и физические противоречия, изобретательскую задачу можно считать решённой, т.е. в этом случае устраняются и административные противоречия.

Для устранения технических противоречий в АРИЗ используется четыре механизма:

- 1) переход от данной в модели задачи технической системы к идеальной системе путём формулирования **идеального конечного результата** (ИКР);
- 2) переход от технических противоречий к физическим противоречиям;
- 3) использование вепольных преобразований для устранения физических противоречий;
- 4) применение системы операторов, которая в сконцентрированном виде отражает информацию о наиболее эффективных способах преодоления технических и физических противоречий (списки типовых приёмов, таблицы использования типовых приёмов, таблицы и указатели применения физических эффектов).

Рассмотрим понятие ИКР [4]. В модели задачи описывается техническая система и присущее ей противоречие. Заранее не известно, как реально устранить это противоречие, но всегда есть возможность сформулировать идеальное решение, воображаемый конечный результат (ИКР). Смысл этой операции заключается в том, чтобы получить ориентир для перехода к сильным решениям. Идеальное решение, по самому определению, наиболее сильное из всех мыслимых и не мыслимых решений (для данной модели задачи). Это как бы решение несуществующего 6-го уровня. Тактика решения задачи с помощью ИКР состоит в том, чтобы «зацепиться» за этот единственный сверхсильный вариант

и, по возможности, как можно меньше от него отступать.

ИКР формируется по простой схеме: один из элементов конфликтующей пары сам устраняет вредное (ненужное, лишнее) действие, сохраняя способность осуществлять основное действие. Идеальность решения обеспечивается тем, что нужный эффект достигается «даром», без использования каких бы то ни было средств.

Г.С. Альтшуллер отмечает, что четкая направленность на идеал нужна не только при формулировании ИКР, но и буквально на всех этапах решения задачи. Переход к ИКР отсекает все решения низших уровней, при чем без перебора, сразу. Остаются ИКР и те варианты, которые близки к нему и поэтому могут оказаться сильными. Дальнейший отсев вариантов происходит при формулировании физического противоречия.

Переход от физического противоречия к решению задачи существенно облегчается вепольным анализом. Уже при построении модели задачи, вепольный анализ позволяет в общем виде представить пути решения.

Итак, рассмотрим понятие вепольного анализа. Под «веполем» в изобретательстве принято понимать «минимальную» техническую систему. Проведём аналогию с геометрией. «Минимальной» геометрической фигурой является треугольник. Любую другую фигуру (квадрат, прямоугольник, многоугольник и т.д.) можно, в принципе, свести к сумме треугольников. Именно поэтому изучение свойств треугольника выделено в особую науку – тригонометрию. Веполь является системой из трёх элементов (два вещества B_1 и B_2 и поле P) и играет в технике такую же фундаментальную роль, какую треугольник в геометрии. Зная несколько основных правил и имея таблицу тригонометрических функций можно легко решать задачи, которые без этого потребовали бы кропотливых измерений и вычислений. Точно также, зная правила построения и преобразования веполей, можно

легко решать изобретательские задачи.

Основные правила построения и преобразования веполей следующие:

- **правило достройки веполя**: невепольные системы (т.е. один элемент – вещество или поле) и неполные вепольные системы (два элемента, поле и вещество, два вещества) необходимо достраивать до полного веполя (три элемента – два вещества и поле). Правило достройки веполя непосредственно вытекает из самого определения веполя: минимально полная техническая система заведомо эффективней неполной системы;

- нередко сильное решение можно получить благодаря тому, что реализуется **правило развития веполей**, когда один или два элемента усовершенствуются или заменяются другими (например, замена поля механической природы на поле электромагнитное);

- в некоторых изобретательских задачах требуется устранить вредное взаимодействие двух объектов. В таких случаях надо использовать **правило разрушения веполей**. Суть этого правила заключается в ведении третьего вещества, которое является видоизменением одного из двух имеющихся. Т.е. веполь как бы разрушен, поскольку введён четвёртый элемент (третье вещество), но, с другой стороны, т.к. он является видоизменением одного из веществ, веполь, в принципе, остаётся целым;

- часто приходится решать задачи, в которых противоречия возникают из-за того, что нужно сохранить имеющийся веполь и, в то же время, ввести новое взаимодействие. Такие задачи решаются по **правилу построения цепных веполей**.

Наиболее подробно правила построения и преобразования веполей, с рассмотрением конкретных примеров приводятся в [4]. Итак, вепольный анализ позволяет устранить физические противоречия.

Однако, нередко ни построение модели задачи, ни формулирование ИКР и физических противоречий, ни вепольный анализ не дают готового, достаточно очевидного ответа. В этом случае необходимо использовать операторы преобразования технических систем. Иначе эти операторы называются приёмами устранения технических противоречий.

Список основных приёмов устранения технических противоречий содержит порядка 40 пунктов [4, 10], при этом по каждому из приёмов приводится один или несколько примеров их использования. Наверное, нет смысла перечислять все эти приёмы, однако, для получения какого-то представления об их сути, ниже приведены названия некоторых из них:

- принцип дробления;
- принцип асимметрии;
- принцип универсальности;
- принцип «матрёшки»;
- принцип «наоборот»;
- принцип перехода в другое измерение;
- принцип периодического действия;
- принцип обратной связи;
- дешёвая недолговечность взамен на дорогую долговечность;
- применение фазовых переходов;
- и т.д.

Набор приёмов подобно набору инструментов образует систему, ценность которой выше арифметической суммы ценностей составляющий набора инструментов. Но и сами по себе отдельные приёмы в некоторых случаях дают отличные результаты. Хорошее знание приёмов заметно повышает творческий потенциал изобретателя.

Одновременно с выявлением приёмов составлялись и постепенно усовершенствовались таблицы применения приёмов для устранения типичных технических

противоречий [11].

Итак, если подытожить все выше сказанное, то сущность алгоритма решения изобретательских задач состоит в том, что вслед за переходом от изобретательской ситуации к задаче, а затем к модели задачи возникает цепочка решений: **идеальное решение** (сформулирован ИКР); **вепольное решение** (найден ответ в вепольной форме); **физическое решение** (сформулировано ФП и найден физический принцип его устранения); использование приемов устранения технических противоречий с целью отыскания технического решения, т.е. разработка идеи примерно на уровне требований, предъявляемых к заявке на изобретение. Завершается процесс **расчетным решением**, включающим обоснование основных характеристик новой технической системы.

7. Проблемы нравственной оценки научно-технического творчества

Вряд ли можно подвергать сомнению ценность и необходимость исследования изменений в науке. Безусловно, это одна из важнейших задач современной теории научного знания. Речь идет только о том, чтобы эти исследования не подменяли собой проблем обоснования. Кроме того, исследования по изменению научного знания сами должны строиться в соответствии с научной методологией, в частности с методологией историко-научного исследования.

Одним из кардинальных вопросов методологии науки, несомненно, является проблема рациональности. Вопрос о рациональности не является вопросом о ее существовании. Скорее это вопрос о том, как возможна рациональность. Постановка вопроса «как нечто возможно» характеризует суть всякого теоретического рассуждения, и этим можно было бы отличать эмпирическое исследование от теоретического. Сама проблема существования становится теоретической, как только она приобретает смысл исследования (как возможно, что нечто существует?).

Именно с решением проблемы рациональности связаны многие трудности исследований по изменению (росту, развитию) научных знаний.

Не претендуя на исчерпывающую характеристику рациональности, можно отметить некоторые черты научного знания, которые необходимы для того, чтобы система была рациональной. Однако следует иметь в виду, что необходимые условия рациональности еще не дают гарантии, что исследуемая система рациональна. Не исключено, что понятие рациональности предполагает наличие еще каких-то условий. Кроме того, рациональная система необязательно является научной. Иначе говоря,

для того, чтобы система знания была научной, она должна быть рациональной, но обратное утверждение неверно.

Вполне разумно считать, что рационально организованное знание должно удовлетворять критериям современной логической теории. Но, кроме этого, рациональная система научного знания должна быть: 1) гомогенной, 2) замкнутой и, наконец, 3) представлять собой причинно-следственную структуру.

Остановимся коротко на втором и третьем признаках. Свойство замкнутости аналогично понятию полноты формальной системы.

В содержательном истолковании это требование означает, что теория тем более замкнута, чем меньше факторов (соображений), лежащих за пределами теории (не принадлежащих ей), привлекается для объяснения объектного мира теории (или иначе обоснования ее утверждений). Идеальной была бы теория, которая абсолютно замкнута. Соображения общепhilosophического, методологического характера, а также результаты, полученные в рамках математической логики, достаточно убедительно показывают, что осуществление такого идеала невозможно. Замкнутость теоретического знания – это тенденция, и как таковая она может быть оценена в отношении однородных теорий.

В связи с этим возникает проблема различения внешних и внутренних факторов. Для этого необходимо ввести понятие причинной структуры. Оно может быть сформулировано так: событие **B** причинно зависит от события **A** в силу совокупности законов, действующих в области, к которой принадлежат события **A** и **B**. Если некоторое событие вызывает изменение в мире объектов теории, но не может, с точки зрения приведенного выше определения, быть причиной, то такое событие оказывается внешним, а изменения, происходящие в мире объектов теории, случайными. Здесь полезно вспомнить Гегеля, который писал: «Случайное, следовательно, не

имеет основания потому, что оно случайно; и оно точно так же имеет некоторое основание, потому что оно случайно». Оно не имеет основания внутри системы, но имеет основание вне ее.

Для теоретического знания рациональным является только такое описание и объяснение, которое ограничивается внутренними факторами. То, что по отношению к научному знанию обычно называют внешним, вполне может оказаться внутренним, но в иной системе, например, в социальной.

Такой критерий рациональности использовал, например, Галилей, когда он отказывался рассматривать Луну в качестве причины приливов и отливов. Хотя будущее науки как бы посмеялось над Галилеем, но он по своему был прав. Действительно, в той картине мира, которая соответствовала научным представлениям Галилея, не было закона тяготения. Вследствие этого Галилей стоял перед дилеммой. С одной стороны, если признать влияние Луны на приливы и отливы, что согласовывалось с эмпирическими наблюдениями, то пришлось бы признать сверхъестественную природу такого влияния (не укладывающуюся в понимание «естественной причины»). С другой же стороны, если пренебречь эмпирическими наблюдениями, как чем-то случайным (не в смысле отсутствия регулярности, а в смысле внешнего характера этих совпадений для его системы), то нужно искать причину внутри системы, что он и делает, объясняя приливы и отливы неравномерным движением Земли.

Как уже отмечалось, понятие рациональности может быть эксплицировано (обосновано) посредством понятия причинно-следственной структуры. В свою очередь, причинно-следственная структура в научном знании находит свое выражение, как правило, в логико-дедуктивной форме. Таким образом, рациональность как бы отождествляется с логикой. Однако это не совсем так.

Если верно утверждение «все, что логично, рационально», то обратное утверждение ложно. Современные логические теории не покрывают всей области рационального. Это не означает, что существует рациональное как алогичное, но указывает лишь на ограниченность современных теорий и систем логики, о которых только и идет речь, когда мы говорим о чем-то логическом.

Современная логика далеко не является адекватным описанием и исследованием реальных процедур рассуждений в науке. Доказательством этого могут служить хотя бы парадоксы материальной импликации. И хотя в современной логической теории нет радикальных средств для преодоления этих парадоксов, все же можно надеяться на лучшее. Действительно, если мы обратимся к событиям столетней давности, то убедимся, как ничтожно мала была сфера рационального мышления, описываемая логической теорией. С другой стороны, даже в отдаленном будущем не произойдет полного отождествления логического и рационального, ибо это противоречит духу самих современных логических теорий. Таким образом, проблема рациональности должна решаться, хотя и с использованием средств современных логических теорий, но она не может быть полностью сведена к этим теориям. Именно в этом смысле можно утверждать, что наука есть нечто большее, чем логика.

Здесь, естественно, возникает вопрос: как рациональность связана с истиной? Ответ на этот вопрос, по всей вероятности, должен заключаться в следующем. Рациональная реконструкция должна обеспечивать истинное воспроизведение в знании исторических изменений научного знания. Но она ничего не утверждает относительно истинности самого научного знания. Это задача, выходящая за рамки методологии реконструкции исторического знания. Рациональная реконструкция должна и может обеспечить в равной мере рациональное воспроизведение как истинного, так и ложного знания.

8. Влияние развития науки на состояние технологий приборо- и машиностроения

В современных технологиях приборо- и машиностроения очень широко используются достижения науки. В данном разделе приводятся примеры использования физических явлений в различных отраслях промышленности.

Известно, что в потенциометрах и других приборах используется принцип следящей системы, объединяющей в себе измерительную технику и технику автоматического регулирования. Принципиально новым является метод динамической компенсации Темникова (1935г.), положивший начало разветвляющимся системам, объединяющим компенсационное измерение с импульсной техникой. Метод этот нашел применение при измерении, передаче результатов измерения на расстояние, графической и цифровой регистрации, сигнализации отклонений измеряемой величины от заданного значения, централизованного контроля многих величин и автоматического регулирования производственных процессов.

Решение проблемы автоматического регулирования зависит также от создания исполнительных механизмов плавного управления. Большую роль играют в этом магнитные усилители, на базе которых созданы бесконтактные магнитные реле и электромашинные усилители.

Одним из наиболее характерных и хронологически ранних примеров технологического использования электричества являются основанные на электролизе электрохимия и электрометаллургия (электролиз алюминия, получение редких металлов, жаропрочных сплавов, электросинтез органических соединений,

применение металлопокрытия в декоративных целях и для защиты от химического разрушения деталей в агрессивных средах и др.). Все это начало приобретать большое практическое значение только лишь в 1920 – 1930-х годах, хотя теоретические исследования и первые опыты в электрохимии относятся к более раннему периоду.

В 1930-х годах в разных странах началось изучение законов электродных реакций, лежащих в основе электролиза. Это вызывалось чисто практическими соображениями, но привело к возникновению новой науки – электрохимической кинетики.

Электролиз начал применяться для получения меди, цинка, кобальта, извлечения золота и серебра из полиметаллических руд и в других случаях. Селективная флотация полиметаллических руд (т.е. разделение их при помощи химических флотореагентов) ускорила процессы и уменьшила потери в цветной металлургии.

Особой отраслью электрохимии и электрометаллургии является электрическая обработка металлов, элементы которой зародились в конце 1920-х годов, а начало практического применения относится ко времени второй мировой войны.

В 1928 – 1932 гг. в отечественной и зарубежной литературе стали появляться работы, доказывающие целесообразность использования электрохимических процессов для шабровки, сверления, изготовления штампов и других видов обработки металлов.

В 1929 г. в СССР В.Н. Гусев предложил электрохимический способ переноса металла, помещенного в раствор кислот под действием постоянного тока. Металл переносился с анода на катод, причем анодом являлось обрабатываемое изделие. Под действием электролита на аноде-изделии образовывалась защитная пленка, удаление которой с помощью

подвижного катода в местах, подлежащих обработке, создавало непрерывный съем металла в желаемом месте. Предложение В.Н. Гусева возникло в результате изучения электроэрозии в процессе износа контактов электроаппаратов. Оно было следствием стремления использовать непосредственное воздействие электричества на структуру обрабатываемого металла путем съема металла действием электродинамических сил. Выполнение предложения предполагало использование точных технологических и измерительных приборов, к чему в 1929 г. наша промышленность еще не была готова. Поэтому изобретение В.Н. Гусева оставалось неиспользованным элементом будущей техники. Дальнейшим развитием его идеи следует считать появившуюся в начале 1940-х годов в СССР анодно-механическую резку металла.

В 1943 – 1944 гг. в лабораториях электрохимии Уральского политехнического института им. С.М. Кирова был разработан способ электролитического полирования металлов, основанный на анодных процессах при электролизе растворов специального состава. Тогда же Б.Р. Лазаренко и Н.И. Лазаренко предложили нашедший сейчас применение и имеющий еще большие перспективы электроискровой способ обработки металлов. Обрабатываемый металл и «инструмент» являются как бы электродами. При расстоянии в 1÷3 мм между ними возникают мощные электрические разряды огромного ударного действия, сосредоточенного в одной точке. Электрическая искра сопровождается локализованным выделением тепла и появлением значительных электродинамических сил. Происходит местное расплавление металла, выведение его из анода, частичный перенос его на катод и значительное распыление.

Электроискровым способом можно получать точные фигурные отверстия, шлифовать, выполнять граверные работы, получать металлы и сплавы в виде порошков и т.д. Способ предполагает автоматизацию процесса (человек не в состоянии действовать искрой как резцом). Его применение облегчает автоматизацию производства. Поэтому электроискровой способ обработки металлов является элементом будущей техники.

К технологическому использованию электричества относятся также электросварка и нагрев поверхности металлов токами высокой частоты, позволяющие легко автоматизировать производственные процессы, включающие в себя сварку и термическую обработку. В основе современной техники электросварки лежат открытия и изобретения Д.А. Дульчевского, К.К. Хренова, Е.О. Патона и В.П. Никитина.

В 1927 г. Д.А. Дульчевский разработал способ дуговой электросварки под слоем порошкообразного горючего вещества (флюса). В 1932 г. К.К. Хренов предложил подводную электродугую сварку и резку металлов. Работы академика Е.О. Патона позволили внедрить в промышленность скоростную автоматическую сварку под слоем флюса. Академик В.П. Никитин изобрел автоматическую сварку с разделением процессов тепловой подготовки основного и присадочного металлов.

Успехи радиотехники, создание совершенных ламповых, а позднее полупроводниковых генераторов электромагнитных волн высокой частоты позволили в 1935г. советскому ученому В.П. Вологдину разработать метод и создать аппаратуру для поверхностной закалки металлов токами высокой частоты. Токи высокой частоты находят применение в сушильных аппаратах, в звукотехнике, в горном деле и других отраслях.

Теория сушки материалов в высокочастотном электрическом поле конденсатора разрабатывалась в 1930-х годах Н.Е. Селюгиным и А.Н. Иоффе. Широкое же практическое применение этот способ нашел во второй половине 1940-х и в начале 1950-х годов. Тогда же начали использоваться в промышленности инфракрасные лучи (радиационная сушка).

С электрификацией производства тесно связано другое направление современной научно-технической революции – электроника. Можно без преувеличения сказать, что электроника является основой новейшей и будущей техники. Она возникла из радиотехники, но сейчас представляет собой самостоятельную техническую науку и отрасль техники.

Основным элементом электроники были ламповые генераторы, изобретенные в 1913 г. Мейеснером (Германия), и вскоре, независимо от него, Армстронгом и Форестом в США, Франклином и Раундом в Англии, Штраусом в Австрии. В 1915 г. Р. Хартлей (США) взял патент на трехточечную генераторную схему. В 1918 г. она была улучшена Колпитцем (США), который использовал для получения обратной связи емкостный делитель.

Благодаря улучшению радиоламп схема радиоприемного лампового устройства с обратной связью (регенеративная схема) получила уже в 1918 – 1920 гг. очень широкое распространение и применение. Однако в то время речь шла о совершенствовании радиосвязи, о иных же процессах еще не думали.

Применение схемы анодной модуляции позволило Хейзингу (США) осуществить в 1917 г. связь между самолетами и подробно исследовать ее проблемы в 1920 г.

В 1921 г. Армстронг изобрел сверхрегенеративный приемник, в котором обратная связь периодически

менялась около своего критического значения. Разновидностью этой схемы была схема с автопрерыванием, принцип которой можно заметить во многих современных приборах.

В Советской России первые шаги в области электроники были сделаны в работах Физико-технического института, которые велись с 1918 г. под руководством академика А.Ф. Иоффе. В них принимали участие И.В. Курчатов, П.И. Лукирский, Я.И. Френкель, Д.Н. Наследов, Д.А. Рожанский, В.Е. Лошкарев, А.Н. Алиханов, А.Л. Чернышев и др.

Научные и практические работы велись также в Нижегородской радиолaborатории, где М.А. Бонч-Бруевич в 1919 г. создал первый в мире генераторный триод с водяным охлаждением анода.

Еще в 1920-х годах появился очень существенный элемент современной электроники – полупроводники. Сотрудник Нижегородской радиолaborатории О.В. Лосев впервые осуществил генерацию высокочастотных колебаний при помощи полупроводников и создал регенеративный радиоприемник без электронных ламп. Это открытие стало известно специалистам многих стран и вызвало очень большой интерес.

Кэди и Пирс использовали явление пьезоэлектричества в кварцевых кристаллах для стабилизации частоты в передающих устройствах. Кросслей предложил схему кварцевого возбуждателя.

В 1927 г. Грондаль обнаружил фотоэлектрические свойства окиси меди, а в 1928 г. А.Ф. Иоффе высказал мысль о термоэлектрогенераторах на основе полупроводниковых материалов и начал их систематическое изучение.

В тридцатых годах систематическое изучение полупроводников не прекращалось как в СССР, так и в

других странах. В 1938 г. в США Л. Мич предложил мостиковую схему стабилизации с пьезокварцем. В СССР в 1939 г. исследовалось поведение полупроводников в сильных электрических полях, а в 1940 г. был создан синхронный самовозбуждающийся генератор с возбуждением от полупроводниковых выпрямителей с автоматическим регулированием напряжения. В 1943 г. термическая ЭДС на основе полупроводников использовалась для питания полевых радиоприемников. Это было важное практическое использование полупроводников.

Во второй половине XX века советские физики И.В. Курчатов, П.П. Кобеко и Б.Л. Вул открыли вещества (сегнетоэлектрики), являющиеся полупроводниками с очень высокой диэлектрической проницаемостью. Конденсаторы из сегнетоэлектриков могут иметь большую емкость при малых размерах.

Радиолампы и полупроводники являются важной частью электронной аппаратуры. Большое значение имеют выпрямители, усилители, клистроны (электродные лампы со скоростной модуляцией) и др. В 1941 г. был осуществлен широкодиапазонный отражательный клистрон. Клистроны широко используются в радиолокационных приемниках, радиоизмерительных и других приборах.

Еще в 1930-х годах под влиянием потребности звукового кино в СССР, США и других странах начали возникать и развиваться фотоэлектронные приборы. В конце 1930 – начале 1940-х годов фотоэлектроника уже заняла прочное место в различных приборах производственного назначения.

Телевидение, так же как и радио, создавалось для информационных, агитационно-пропагандистских и развлекательных целей. Однако в период современной

научно-технической революции технические средства телевидения все больше применяются в аппаратуре производственного назначения.

Так постепенно на базе радио- и электротехники возникла производственная электроника – технические средства, решающие логические задачи в производстве. Приборы подобного назначения конструировались в СССР в 1937 - 1945 г., но только после 1945 г. в СССР, США и в других странах появляются серийные, работоспособные фотоэлементы, фотоумножители, ионные анемометры, электронно-лучевые и радиочастотные приборы, электронные усилители постоянного, переменного и импульсного тока и др. В 1943 г. в США была построена первая электронная цифровая вычислительная машина «ЭНИАК». В СССР работы по созданию таких машин начались в 1946 г., а первая малая машина начала работать в институте электротехники АН УССР в 1950 г.

Наряду с электроникой большое значение в создании технических средств, способных решать в производстве логические задачи, имеет атомная техника, т. е. приборы, в которых используются свойства атома.

Искусственным путем радиоактивные изотопы были получены впервые в 1934 г. Ф. Жолио и И. Кюри.

В последующие годы искусственные радиоактивные изотопы были обнаружены у многих химических элементов. К 1940 г. было открыто более 200 искусственных радиоактивных изотопов, а к 1960 г. – 1400. Они обладают большой энергией излучения, позволяющей обнаруживать ничтожно малые их количества. Радиоактивные изотопы используются как источники излучения или как индикаторы. Метод меченых атомов позволяет создавать приборы, выполняющие за человека на производстве логические функции.

Фотографический способ обнаружения или регистрации радиоактивных изотопов был открыт во Франции А. Беккерелем, который обнаружил способность радиоактивного излучения вызывать почернение фотографической эмульсии. В настоящее время этот метод широко применяется в гамма-дефектоскопии сварных швов, стальных и бетонных изделий и т. п.

Второй метод – ионизационный – основан на способности радиоактивных излучений ионизировать атомы и молекулы, что обнаруживается различными приборами, например газоразрядными счетчиками, предложенными еще в 1908 г. Гейгером и Резерфордом.

Третий метод обнаружения радиоактивного излучения основан на свойстве некоторых веществ, называемых сцинтилляторами (йодистый натрий, сернистый цинк, нафталин и др.), под действием излучения давать световые вспышки. Это явление было замечено раньше, но практическое применение оно получило только с 1947 г., когда к сцинтиллятору был добавлен фотоумножитель; таким образом, создан сцинтилляционный счетчик, которым и пользуются теперь для обнаружения радиоактивного излучения.

С изучением строения вещества и использованием его свойств связано и другое направление современной научно-технической революции – химизация производства и получение искусственных материалов с заранее заданными свойствами. Автоматизация производства облегчается при уменьшении количества деталей на каждую сборочную единицу, а это оказывается возможным при условии замены многих существующих материалов материалами с заранее установленными свойствами. Автоматизации также способствует замена механических операций химическими реакциями. В СССР уже с 1918 г.

вопрос о химизации производства начал ставиться по научному и весьма широко.

В декабре 1927 г. С.В. Лебедев разработал способ производства синтетического каучука путем каталитического превращения этилового спирта непосредственно в дивинил и полимеризации последнего в каучук металлическим натрием. В июне 1932 г. на первом в мире крупном заводе синтетического каучука в Ярославле по его методу была получена первая промышленная продукция.

Развитие техники химической промышленности оказывало большое влияние на другие отрасли. Химизация производства интенсифицировала многие процессы в промышленности, расширяла ее сырьевую базу. В 1930-х годах были разработаны методы контроля люминесцентного и полярографического анализа, решены многие вопросы применения в промышленности высоких и сверхнизких температур, высокого давления и вакуума и т.д.

1920 – 1930-х годах стал применяться геохимический метод поисков нефтяных и газовых месторождений, основанный на фиксации залежей нефти и газов по их микропроявлениям на поверхности. В последующем геохимический способ получил в геологических разведках более широкое применение.

С 1930-х годов происходит быстрое развитие химии и технологии полимеров. Возникают новые производства пластических масс, синтетических волокон. Широкое распространение получили синтетические полиамидные смолы. В результате обработки нитей из полиамидных смол получают такие полимерные материалы, как капрон, нейлон, перлон и др.

После второй мировой войны во всем мире широкое развитие получило производство новых синтетических волокон (нитрона, лавсана, ровила, фибравина и др.), а

также пластических масс: полиэтилена, фенопластов и др., которые начали применяться в промышленности и внедряться в машиностроении в качестве конструкционных материалов.

Новым направлением химической технологии стало также получение сверхчистых материалов, которые обладают значительно более высокими качествами, чем те же материалы даже с незначительными примесями.

Применение новых материалов, в том числе искусственных веществ с заранее запроектированной молекулярной структурой в соответствии с заранее заданными свойствами, косвенно способствует созданию приборов, выполняющих логические функции. Это значительно расширило возможности создания различных конструкций, приборов и агрегатов, работающих при сверхвысоких и низких температурах и давлениях, позволяет выполнять детали более сложных конфигураций и при этом отказываться от традиционной обработки их на металлорежущих станках, облегчает автоматизацию изготовления деталей и особенно сборку и т. д.

Но химия не только косвенно, но и непосредственно участвует в процессе освобождения человека от выполнения производственных функций. Химизация производства – одно из средств его автоматизации.

Развитие техники химической промышленности оказывает большое влияние на другие отрасли. Химизация производства интенсифицирует многие процессы в промышленности и расширяет ее сырьевую базу.

Химические процессы производства особенно широко внедрялись в нефтяной и угольной промышленности, в металлургии и в коксохимии, в лесохимии (целлюлозное гидролизное производство, сухая перегонка древесины и т. д.), в легкой и пищевой промышленности и в других отраслях народного

хозяйства. Всегда их внедрение было связано с автоматизацией производства.

Особенности макромолекул создают основу для использования «опыта» природы «конструирования» живых организмов для совершенствования технических устройств, орудий труда и преобразования технологии производства. Такое использование «опыта» природы в технике носит название бионики – новой науки, имеющей большие перспективы в будущем.

Академик Н.Н. Семенов предвидит возможность создания из искусственных полимерных материалов совершенно новых машин, осуществляющих непосредственное превращение химической энергии в механическую (аналогично процессам сокращения и расслабления мышц). Модели таких машин уже демонстрировались на выставках. В этих машинах механическая работа совершается самим конструкционным материалом посредством сжатия и выпрямления молекул под влиянием изменения кислотности среды.

Применение полимерных материалов в автоматических системах открывает возможность создать принципиально новые регулирующие устройства, действие которых будет основано на взаимных переходах механической и химической форм движения материи.

Несомненно, практика откроет и другие возможности использования химии и химизации производства, которые пока еще трудно себе представить, но тенденция развития очевидна – все большая и эффективная передача машинам всех производственных, в том числе и логических, функций человека.

Получение новых материалов относится не только к химической технологии, но и к более старой отрасли промышленности – металлургии.

Более совершенным способом изготовления металлов нужной структуры, химического состава и физико-механических свойств является порошковая металлургия. Промышленное значение порошковая черная металлургия стала приобретать после второй мировой войны.

Еще большее значение имеют порошки в цветной металлургии. В начале 1920-х годов К. Шретер и другие усовершенствовали производство металлокерамических твердых сплавов на основе карбидов вольфрама и молибдена. В основе их производства был положен метод спекания заготовок, спрессованных из порошков карбида вольфрама с добавкой 3 ÷ 10% кобальта или другого металла группы железа. Использование металлокерамических твердых сплавов интенсифицировало процессы металлообработки и потребовало изменения конструкции многих металлообрабатывающих станков.

Вслед за твердыми и тугоплавкими сплавами появились металлокерамические материалы на основе меди и других, в том числе и редких, металлов. В СССР и в других странах стала развиваться порошковая металлургия титана, лития, стронция, бериллия, циркония, гафния, кадмия и др., а также редкоземельных металлов (рения и др.).

В 1944 г. в СССР начались работы по разработке технологии получения титана, что привело, в частности, к открытию титаната бария. В производство были внедрены сплавы, обладающие очень высокой остаточной индукцией и нашедшие применение в хирургических инструментах, измерительных приборах, электрических машинах, станках и т.д.

Одним из направлений современной научно-технической революции является освоение космоса. Оно стало возможным в связи с развитием ракетной техники,

основанной на принципе реактивного движения. Применение этого принципа имеет значение также и для земных условий.

Элементы ракетной техники, развитие которой предрекал Циолковский, как и элементы других направлений современной научно-технической революции, получили развитие в 1930 – 1940-х годах. В СССР опытные работы по созданию реактивных двигателей начались в 1929 г. В 1930 – 1931 гг. была создана серия жидкостных реактивных двигателей.

В Англии работы по созданию ракет начались в 1934г., которыми руководил Кроуд. В 1937 г. испытывались зенитные ракеты. В 1938 – 1939 гг. англичане на острове Ямайке произвели 2500 запусков опытных ракет. Испытания продолжались также в 1940 и 1941 гг.

В 1935 г. конструирование ракет началось в Японии, но проходило медленно. Наибольшим достижением руководителя работ Кумао Хино следует считать создание твердого топлива. Японские ученые и конструкторы к концу второй мировой войны переделали японские авиационные бомбы на ракеты, обладающие дальностью полета 4800 м.

В США научно-исследовательские работы по созданию ракет начались только в 1940 г. В 1947 г. здесь была запущена ракета «Аэробп», достигшая высоты 58 км. Через год американские ракеты поднимались уже на 113 км. В Германии Вернер фон Браун запустил в 1942 г. управляемые по радио ракеты А-4, которые летели со сверхзвуковой скоростью на высоте 48 км и имели дальность действия 190 км. В том же году он создал в Пенъемонде ФАУ-1. Очень большое развитие ракетная техника получила в СССР в послевоенные годы.

В СССР в 1926 – 1933 гг. П.А. Молчанов разработал для исследования атмосферы ряд радиозондов с применением временных импульсных и кодоимпульсных

электромеханических преобразователей, послуживших затем образцом для многих зарубежных конструкций. В США с 1925 г. велись работы по радиолокации. Первые практические результаты ее были достигнуты в 1934 – 1935 гг. в Англии. В СССР в 1939 г. была принята на вооружение первая радиолокационная станция (РЛС), а в 1940 г. – более усовершенствованная РУС-2.

Как бы предшественниками автоматических станций, посылаемых сейчас в космос, являются автоматические метеорологические станции с радиотелеизмерительной системой, которые были созданы в СССР в 1943 г.

Не будет преувеличением сказать, что путь человеку в космос открыли не только ракеты, но и электронные приборы, обеспечивающие автоматическое управление, точное наведение, передачу и обработку информации и т.п.

Основной особенностью технологического применения электричества, электроники, использования свойств атома, химизации производства и средств освоения космоса является решение без непосредственного участия человека логических задач. Но чтобы получать при этом реальный результат производства, они должны либо одновременно решать также и технологические задачи, либо соединяться для этого с рабочими машинами.

Создание технических средств, решающих в производстве одновременно технологические, логические и другие функции, представляет собой автоматизацию производства, а такие технические средства являются средствами его автоматизации.

Элементы автоматизации производства были заложены в механических автоматических системах, однако до развития и применения электроники

автоматизация производства находилась в зачаточном состоянии.

Наиболее полно автоматизация проявляется в полуавтоматах, автоматах и автоматических линиях. Автоматические линии состоят из автоматов, т.е. устройств, выполняющих одну или несколько операций без непосредственного участия в них человека, автоматически действующих транспортирующих средств, передающих детали от автомата к автомату, а также приборов, выполняющих контрольные и избирательные функции.

Первая из таких линий появилась в 1923 – 1924 гг. Это была автоматическая станочная линия для механической обработки блоков цилиндров и других крупных деталей на заводе фирмы «Моррис моторз» в Англии. Линия действовала только механическими рычагами, не была надежной, и от нее скоро отказались.

Столь же кратковременно работала автоматическая линия по производству автомобильных рам, пущенная в 1928 г. на заводе А.О. Смит и К в США (в штате Милуоки). На ней выполнялись только операции штамповки и клепки. Линию обслуживали 120 наладчиков, она давала 10 000 рам в день. В конце 1930-х гг. на заводе Форд Мотор и К действовала автоматическая линия по сборке.

Следующие автоматические линии появились в СССР. В 1939 – 1940 гг. на ГПЗ-1 была создана автоматическая линия из трех шлифовальных станков для обработки колец подшипников. Одновременно на Сталинградском тракторном заводе, по инициативе И.П. Иночкина, была создана автоматическая линия из пяти модернизированных станков, соединенных конвейером, которые предназначались для обработки роликовых втулок гусеничных тракторов. Были пущены также автоматические линии для механической обработки

деталей, сконструированные Остроумовым, Севрюковым, Беляевым и Васильевым.

Созданию автоматических линий в СССР предшествовала большая подготовительная работа. Часть ее не была связана с идеей автоматизации, а являлась результатом стремления облегчить работу на том или другом станке или агрегате; в других же случаях конструкторы, научные сотрудники и изобретатели ставили перед собой в качестве сознательной цели автоматизацию производства.

В капиталистических странах понятие «автоматизация производства» возникло лишь в начале 1950-х годов. Хотя первые автоматические линии появились в 1920-х годах в Англии и США, тем не менее, можно с полным основанием утверждать, что автоматизация как направление развития техники возникла прежде всего в СССР.

Механические системы, как уже указывалось, не дают возможности создавать устойчивые и эффективные автоматические устройства, поэтому в конце 1930-х годов стали пытаться создавать гидравлические и пневматические приборы и оборудовать ими станки и агрегаты.

Гидравлическое и пневматическое управление станком осуществляется одной ручкой независимо от количества скоростей, позволяет вводить автоматическую блокировку между остановкой станка и переключением скорости, дает возможность централизовать управление и расположить его в наиболее удобном месте, оно компактно, просто, автоматически и обладает другими преимуществами.

Станки-автоматы с гидро- и пневмоприводом стали появляться, как в СССР, так и за границей, во второй половине 1930-х годов. Так, в 1937 г. станкостроительный

завод им. С. Орджоникидзе изготовил пневматический патрон с автоматической перестановкой детали без снятия последней. Однако еще большее значение для развития автоматизации имела электрификация станков и агрегатов, которая представляла собой непосредственную предшественницу автоматизации с применением электроники.

В 1936 – 1937 гг. в Экспериментальном научном институте металлорежущих станков (ЭНИМСе) были созданы электрические реле (давления, счетное, времени, путевые выключатели и др.), устройства для измерения размеров деталей в процессе их обработки и для закрепления деталей на станках с помощью электромагнитных плит. Также были разработаны способы точного останова шпинделей станков в заранее заданном положении при помощи низкооборотного электрометра малой мощности и другими методами. Всесоюзный энергетический институт (ВЭИ) сконструировал электроконтактные индуктивные, емкостные, фотоэлектрические и другие датчики для контроля различных величин и т.д.

Первые электронные устройства автоматического управления уже достаточно широко применяются в 1940-х гг. в США, Англии и СССР в металлорежущих станках, металлургических агрегатах транспортных средствах, бумагоделательных машинах и т.д. Во многих приборах электрический принцип действия сочетался с механическим, гидравлическим, пневматическим или оптическим.

Еще во время войны в СССР началось проектирование и строительство автоматических линий, которые были пущены в первые годы после войны. В 1950 г. был пущен первый в мире завод-автомат по производству поршней для автомобильных двигателей,

представляющий собой «более высокий тип автоматизации и одновременно необыкновенно раннюю дату в ее истории»

Революция в технике представляет собой переход ее на новый качественный уровень, возникновение в ней принципиально нового качества, выражающегося в ее способности впервые решать задачу производства, которая до этого (на предыдущем качественном уровне техники) решалась только непосредственно человеком.

Технические средства, выполняющие логические функции, основаны на электрификации и технологическом применении электричества, электроники, химизации, использовании свойств атома и реактивного принципа движения. Они носят межотраслевой характер и могут использоваться в любой отрасли производства, связанной с выпуском определенной продукции (горном деле, металлургии, машиностроении и т. д.). Это – сущность любой революции в технике прошлого. Железные орудия, ветряные и водяные двигатели и рабочие машины так же не были связаны с определенным видом производства. Стоит заметить, что все технические средства, характеризующие современную революцию в технике, связаны не с использованием вещества в целом (железо, вода, ветер), а с использованием молекул и электронов, познать которые человек мог не непосредственно своими органами, а только с помощью созданных им приборов.

Библиографический список

1. Человек – наука – техника. М., 1973.
2. Марков Н.В. Научно-техническая революция: анализ, перспективы, последствия. М., 1973.
3. Гусаров А., Радаев В. Беседы по научно-технической революции. М., 1972.
4. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач. М., 1979.
5. Поливейко Р.П. Инженерное творчество. М., 1972
6. Природа научного открытия. М., 1986
7. Кармин А.С. Диалоги о научном творчестве. // Философские науки 1985, № 4
8. Эдвард Де Боно Рождение новой идеи. – М.: Прогресс, 1976.
9. Дж. Диксон «Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решения» Изд. «Мир», 1969.
10. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. М. 1973
11. Альтшуллер Г.С. Основы изобретательства. Воронеж., 1964

Содержание

Введение

1. Понятия науки и техники. Основные теоретические аспекты и логика развития научного знания и техники 3
 2. Научно-техническая революция и ее диалектические аспекты. Социокультурные и индивидуальные начала научно-технического творчества 11
 3. Психология научно-технического творчества. Взаимосвязь интуитивного, неосознанного и сознательного в научно-техническом творчестве . . 19
 4. Нестандартность мышления – основа творчества и изобретательства 25
 5. Методы поиска научно-технических решений. Уровни творчества 32
 6. Современный методический аппарат изобретательства 45
 7. Проблемы нравственной оценки научно-технического творчества 54
 8. Влияние развития науки на состояние технологий приборо- и машиностроения 58
- Библиографический список 77

«История и методология науки в области технологии машиностроения»

Конспект лекций для студентов,
обучающихся по магистерской программе

551823 «Процессы и аппараты пищевых производств»

Лицензия №020524 от 2.06.97. Подписано в печать
Формат 60×84/16. Усл.-печ. л. 4,88. Тираж . Заказ № .
Отпечатано на ризографе

Кемеровский технологический институт пищевой
промышленности
650060, г.Кемерово, б-р. Строителей, 47

Отпечатано в лаборатории множительной техники КемТИППа
650010, г.Кемерово, ул. Красноармейская, 52