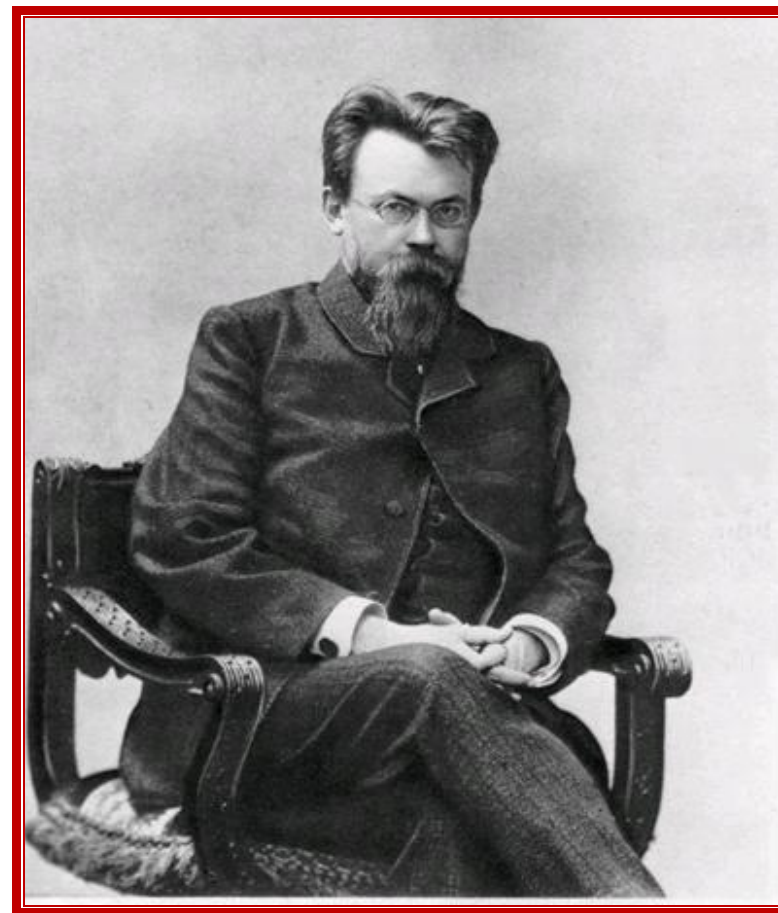


Философия инновационного регламента

ФИЛОСОФИЯ ИННОВАЦИОННОГО РЕГЛАМЕНТА

В.А. ВАСИН Е.Н. ИВАШОВ



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ВАСИН Владимир Анатольевич, к.т.н., доцент.
Доцент кафедры «Радиоэлектроника, телекоммуникации и нанотехнологии» «МАТИ» – Российского государственного технологического университета имени К.Э. Циолковского

ИВАШОВ Евгений Николаевич, д.т.н., профессор.
Профессор кафедры «Электроника и наноэлектроника» НИУ ВШЭ

ФИЛОСОФИЯ ИННОВАЦИОННОГО РЕГЛАМЕНТА

В.А. ВАСИН Е.Н. ИВАШОВ

ISBN 978-5-905872-22-8



НИИТТ

Издательство НИИ ПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
2014

УДК 53(091)
ББК 87.3
А 3

Рецензенты: **Глазунов В.А.**, доктор технических наук и доктор философских наук, профессор, заведующий лабораторией ФГБУН Институт машиноведения имени А.А. Благонравова РАН,

Васичев Б.Н., доктор физико-математических наук, профессор, профессор РЭУ им. Г.В. Плеханова

Философия инновационного регламента: научное пособие.

А 3 В.А. Васин, Е.Н. Ивашов. – Ивантеевка М.о.: Издательство НИИ предельных технологий, 2014. – 111 с.

ISBN 978-5-905872-22-8

Рассмотрены общие и специальные вопросы философии инновационного регламента как философии развития мирового хозяйства на современном этапе на примере микро- и нанoeлектроники. Показана специфика технических наук и особенности технической теории, концепция философии техники и научно-технической деятельности, рассмотрен системный подход к формированию активной творческой и экологической культуры выпускников вузов технических направлений. Предложена схема создания философии проектирования вакуумного оборудования высоких технологий. Показана схема управления инновационными процессами.

Повышение конкурентоспособности наукоёмких предприятий промышленности тесно связано с активизацией инновационных процессов. Повышение эффективности научной деятельности высокотехнологичных предприятий будет способствовать формированию конкурентоспособного научно-производственно-образовательного кластера. Переход на инновационную модель развития требует решения проблем модернизации основных фондов, дефицита финансовых трудовых и научно-исследовательских ресурсов.

Рекомендовано аспирантам, руководителям выпускных квалификационных работ магистров и бакалавров.

ISBN 978-5-905872-22-8

УДК 53(091)

© **В.А. Васин, Е.Н. Ивашов, 2014**
© **Издательство НИИ предельных технологий, 2014**
© **МАТИ-РГТУ им. К.Э.Циолковского, НИУ ВШЭ, 2014**

ФИЛОСОФИЯ ИННОВАЦИОННОГО РЕГЛАМЕНТА:

НАУЧНОЕ ПОСОБИЕ

**ВАСИН Владимир Анатольевич
ИВАШОВ Евгений Николаевич**

Редактор И. С. Кравчук
Технический редактор П. С. Костомаров
Оформление обложки выполнено
художником Н.Г. Фатьяновой

Подписано в печать 15.05.2014. Формат 60x84/16.
Бумага типографская. Печать – ризография.
Авт. печ. л. 6,8. Уч.-изд. л. 8,6. Тираж 300 экз.
Заказ 6 Изд. № 7

Издательство НИИ предельных технологий
141282 Мос. обл., г. Ивантеевка, ул. Ленина, 44.
Отпечатано в НИИ предельных технологий
141282 Мос. обл., г. Ивантеевка, ул. Ленина, 44.

ВВЕДЕНИЕ

Достижения цивилизации базируются на непрерывном усложнении характера труда, который, развивая способности, интеллект, формирует интеллект, ценностные ориентации, уровень и качество жизни.

Не случайны связи с этим оценки Международной Организацией Труда (МОТ) о приоритетной роли человека (в их трактовке «человеческого капитала») в создании материального и духовного богатства общества. В процессе его приращения осуществлялось непрерывное развитие человека, создание им предпосылок для развития науки, техники, технологий эволюционными и революционными способами во взаимодействии с процессами глобализации.

Диаграмма стадий развития общества, составленная по системе «SINIC» (Рис. 1) японским ученым, одним из крупных предпринимателей Кадзума Такеиси, позволяет наглядно представить динамику взаимосвязей в развитии общества, технологии науки за длительный исторический период.

Процесс их взаимодействия за 98 тысяч лет стал нарастать наиболее интенсивно после Первой промышленной революции (1765 г.). В последующем разрыв между научно-техническими революциями сократился:

- между Первой промышленной революцией и Второй промышленной революцией прошло 111 лет (1765г.÷1876 г.);
- между Второй промышленной революцией и Научно-технической революцией, связанной с автоматикой, прошло 69 лет (1876÷1945г.);
- между Научно-технической революцией, связанной с автоматикой и научно-технической революцией, 29 лет (1945÷1974г.);
- между Научно-технической революцией, связанной с кибернетикой и бионетикой, 31 год (1974÷2005г.);
- между проходящей научно-технической революцией, связанной с бионетикой и ожидаемой НТР, связанной с психонетикой – 20 лет (2005÷2025г.).

Очевидно, как ускоряются сроки формирования научно-технических, технологических, управленческих, инновационных условий для каждой из последующих НТР.

За период между Первой и ожидаемой в 2025г. научно-технической революцией, связанной с психонетикой прошли пять крупных, принципиально новых, базирующихся на предшествующих этапах развития общества, технологии, науки.

Каждый из которых не исключал достижения предшествующих, а интенсивно развивался на совокупных результатах.

Чем полнее была диффузия инновационной продукции каждого из этапов, чем выше поднимался коэффициент инновационной активности, тем быстрее формировался плацдарм для последующего развития приведенного плацдарма человеческой цивилизации – общества и технологий науки. Все инновации, полученные в ходе поступательного развития, пока количественно не учтены. Косвенно их влияние на общественное развитие можно представить величиной прироста за отдельные периоды времени и в целом валового общественного продукта, роста производительности общественного труда, роста продолжительности жизни и снижения смертности населения, ростом инфраструктуры и т.д.

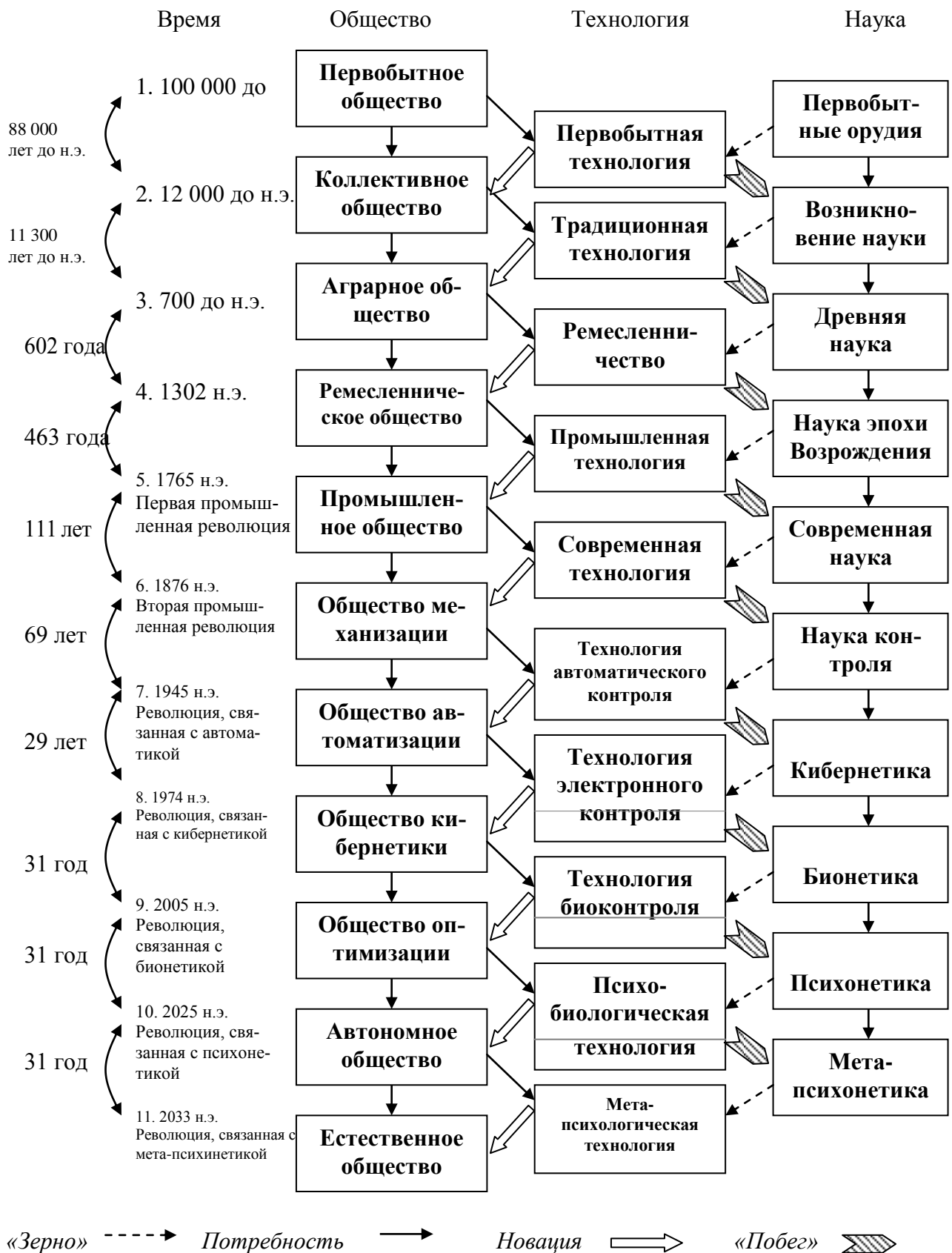


Рис. 1. Диаграмма стадий развития общества, технологий, науки, составленная по системе «SINIC»

Инновации, привнесенные в общество многообразны. В полном объеме пока не учтены. Но они намного превышают общую численность населения, также как каждый человек в процессе своей жизнедеятельности производит чуть ли не ежедневно массу инноваций.

Задачи организации науки – целенаправить инновационную активность населения на качественное преобразование жизнедеятельности, максимально оберегая её природные условия.

Адаптация положительного опыта тем более важна, что обобщены результаты пяти научно-технических революций (НТР), которые дали неподдающейся количественной оценке объём новых знаний, технологий, инноваций; несоизмеримо увеличили национальный доход и конкурентоспособность высокоразвитых и наиболее развитых стран; сформировали принципиально новое качество и стиль жизни, характер труда; создали условия, при которых человек, его потенциал становится целью приоритетов развития научно-технического прогресса. Результаты новых тенденций находят отражение в синхронизации характера формирующихся обществ с прошедшими и ожидаемыми НТР.

Заслуживает внимания ученых и соответствующих органов государственного управления тот факт, что в США, несмотря на принятые в процессе всеобщего кризиса решения о сокращении числа государственных программ, не затрагиваются те из них, которые ориентированы на оптимизацию развития науки, технологии, общества в целом. Усиливается внимание к вопросам социальных проблем общества, которые должны укрепить конкурентоспособность страны различными способами, в том числе повышением уровня знаний, социализации общественных отношений.¹

В странах ЕС-26 в 2002 г. принята и реализуется на 2010 год Социальная программа для всех стран, входящих в Европейский союз, целью которой является повышение конкурентоспособности этих стран.

Очевидно, что принятый блок, состоящий из четырех социально-ориентированных программ Российской Федерации, соответствует современным направлениям развития мирового сообщества. Важно их осуществить.

Акцент на разрешение социальных проблем особенно важен и тем, что необходимо не только решить острые проблемы социального развития, но и сохранить отдельные приоритеты, которые есть у России. Это высокий уровень человеческого капитала студентов вузов, врачей в расчете на одну тысячу жителей. Эти показатели пока удерживали рейтинг по конкурентоспособности нашей страны, что весьма положительно расценивается в деловом сотрудничестве с международными организациями и странами-партнерами. Это серьезное конкурентное преимущество. Его особенно важно сохранять и приращивать в связи с намеченным в мире переходом к новым формам и содержанию человеческого общества – Оптимизации, Автономному, Естественному. Изменения в содержании общества происходят в процессе реализации результатов научно-технических революций, связанных с бионетикой, психонетикой, метапсихонетикой в период до 2030 года.

¹ Из речи президента США, произнесенной на заседании конгресса 1 февраля 2006 г. и в декабре 2009 г. по проблеме всеобщего кризиса. Программа социального развития стран ЕС в целях повышения конкурентоспособности (2002-2010 годы).

Управление конкурентоспособностью промышленной продукции является первичным и наиболее важным звеном, позволяющим формировать систему устойчивого развития организаций промышленности в условиях глобализации экономики и рынка и экономическую безопасность страны с оптимальным уровнем организации потребления, которое обеспечит необходимое качество жизни.

Вследствие перехода России к открытой рыночной системе хозяйствования, сложившиеся ранее уровень конкурентоспособности и её проблемы стали наиболее сложными, предопределяющими перспективы национальной и экономической безопасности. Отсутствие в России исторически сложившейся практики управления конкурентоспособностью, исходя из критериальных параметров мирового рынка, недостаточно высокий уровень производства наукоемких товаров в XX веке, не сложившаяся в течение четверти века система управления и регулирования развитием экономики (1985÷2010 годы), оберегающая товаропроизводителя от недобросовестной конкуренции, продолжающийся системный и начавшийся всеобщий кризисы выдвинули проблему конкурентоспособности национальной продукции в число первоочередных.

Как показали результаты всеобщего кризиса, в практике индустриально-технологически развитых стран по мере наращивания масштабов производства до уровня, позволяющего удовлетворять оптимальные потребности, эта проблема стала проявлять себя с особой остротой в форме перепроизводства товаров. Как следствие, эти страны длительное время прибегали к денатурации излишков произведенной продукции, что неоднократно вызывало протесты со стороны общественности и требования регулирования производства посредством государственных мер (поощрения приоритетного выпуска инновационной продукции, переноса деятельности отделения корпораций, их дочерних предприятий в страны с избыточными ресурсами сырья, энергии, рабочей силы). Кроме того, на уровне корпораций принимались меры по повышению качества продукции и содействующие росту продаж (многообразие формы стимулирования сбыта, системы приоритетов и т.п.).

В России слабо исследовались факторы и причины, по которым продукция национальной промышленности оставалась неконкурентоспособной на мировом рынке. Образовалась потребность в её системном анализе, в поиске и обосновании мер новой промышленной политики, обеспечивающей устойчивое развитие на инновационной основе.

В существующих исторических условиях развития национальной экономики как на практике, так и в теории, преобладало одностороннее, нередко и искаженное понимание конкурентоспособности конкретного товара, оцениваемого только по его технико-экономическим параметрам. Из процесса сопоставления и оценки исключалась вторая составляющая конкурентоспособности товара, связанная в условиях глобализации экономических процессов и переходом к «трансрыночной цивилизации» (по Тойфлеру) согласованные действия и единство участников рыночных отношений при оценке конкурентоспособности товара и стоящего за ним производителя исходя из принципов равноправного партнерства.

Являясь фундаментом национальной экономики, организации, отраслевые комплексы испытывают на себе либо положительное, либо негативное воздей-

ствие со стороны мировой конкуренции в зависимости от того, на каком уровне развития находится её система.

Вертикальная система конкурентоспособности (от товара или услуги до отрасли в целом и государства) находится в тесной взаимосвязи с факторами и условиями развития мирового рынка. Они формируют общепринятый уровень конкурентоспособности, к которому стремятся, либо его превосходят по отдельным составляющим интегрального показателя. Сложившаяся реальная ситуация определяет международную направленность конкурентоспособности любой национальной экономики и её составных частей. Международные условия (в виде конкуренции, международного перемещения капитала и рабочей силы, инноваций, технологий, ноу-хау и иных факторов воздействия) оказывают нарастающее влияние на национальные экономики и рынки. Вследствие чего конкурентоспособность, обусловленная внутренними факторами, приобретает международную направленность.

Корректировка этой практики проводится в ряде высокоразвитых стран на национальном уровне. Это предконкурентные соглашения, организуемые правительствами с крупнейшими транснациональными и национальными монополиями.

Осуществляемые в России меры, связанные с экономической реформой, пока ещё слабо способствуют решению системных проблем конкурентоспособности. В течение четверти века (1985-2010 гг.) снижается эффективность производства, морально стареет производственный аппарат, бездействует половина производственных мощностей в обрабатывающей промышленности. Продолжает отставать качество выпускаемых изделий в своей массе от качества зарубежных аналогов-конкурентов. В результате за 1990-2009 гг. доля России в мировом экспорте сократилась почти в восемь раз. Многие российские товаропроизводители сдают свои позиции на внутреннем рынке иностранным конкурентам.

Исследование мировой практики индустриально-технологически и постиндустриально развитых стран показывает, что формируются новые тенденции, методы и приемы в проведении и осуществлении конкурентной борьбы, основывающиеся в процессе глобализации на новых конкурентных преимуществах, обусловленных интенсивным развитием национального инновационного потенциала и приоритетными темпами изменения структуры производства, обеспечивающего на оптимальном уровне национальную безопасность. Для этих целей обращаются к максимальному использованию потенциала повышения и поддержания устойчивого уровня конкурентоспособности организаций и предприятий национальной промышленности. К ним относятся неценовые способы конкуренции (высокопрофессиональное стратегическое, упреждающее кризисные явления и процессы, управление; оптимизация организационно-штатных структур; исследование конкурентов и отраслевого окружения; использование системных программ бенчмаркинга; организация непрерывного инновационного цикла). Для них характерны высокая эффективность и низкие инвестиционные потребности. Определенная доля продукции национальной промышленности по ряду показателей не уступает зарубежным аналогам, однако, по способам вхождения на рынок, по рекламе, имиджу, уровню привлечения инвестиций значительно отстает от мировых лидеров.

В современном мире глобальной конкуренции единственным путем раз-

вития и существования предприятия является постоянный инновационный процесс, разработка и производство новых продуктов, решений, технологий.

Обеспечение устойчивого роста экономики на современном этапе невозможно без активизации инновационной деятельности. Переход на инновационную модель развития требует создания новых механизмов регулирования научно-технической политики, формирования промышленного потенциала, решения проблем модернизации основных фондов, дефицита финансовых ресурсов. Решение перечисленных проблем во многом зависит от того, насколько будут рационально использованы имеющиеся ресурсы и реализовываться предпосылки для активизации инвестиционных и инновационных процессов. Сохранение достижений в области фундаментальных и прикладных наук, а также в сфере гуманитарного знания невозможно без сохранения интеллектуального потенциала общества.

Глава 1. СПЕЦИФИКА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК И ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

1.1. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ КАК ОСОБЫЙ КЛАСС НАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

Технические науки сегодня представляют собой особый класс научных (научно-технических) дисциплин. Они представляют собой самостоятельные научные дисциплины наряду с общественными, естественными и математическими науками. Вместе с тем они существенно от них отличаются по специфике своей связи с техникой. Особенности технических наук заключается в том, что в них инженерно инновационная деятельность заменяет, как правило, эксперимент. Именно в этой деятельности проверяется адекватность теоретических выводов технической теории и черпается новый эмпирический материал. Это отнюдь не значит, что в технических науках не проводится экспериментов. Просто они не являются исключительным практическим основанием теоретических выводов. Огромное значение в этом отношении приобретает инновационная практика [1].

В научно-технических дисциплинах необходимо различать исследования, включенные в инженерную деятельность (независимо от того, в каких организационных формах они протекают), и теоретические исследования или техническую теорию.

Для того чтобы выявить особенности технической теории, ее следует сравнить с естественнонаучной теорией. Различие между физической и технической теориями заключается в характере идеализации. Физик концентрирует внимание на простых случаях, например, элиминирует трение, сопротивление жидкости и т.д. Техническая же теория не может элиминировать сложное взаимодействие физических факторов, имеющих место в машине. Техническая теория является менее абстрактной, она тесно связана с реальным миром техники. Например, Б. Франклин подчеркивал, что законы Бойля и Мариотта не давали возможности описать действительный ход парового двигателя, и потому он ввел в законы науки инженерные принципы, которые не содержали утверждений о природе, а были правилами проектирования искусственного объекта. Техническая теория отличается от физической тем, что связана с искусственными устройствами, а не непосредственно с природой, имеет дело с идеализированными описаниями и представлениями технических устройств.

Однако противопоставление естественных и искусственных объектов не дает реального основания для различения, поскольку почти все явления, изучаемые современной экспериментальной наукой, являются технически воссозданными в лабораториях и в этом смысле искусственными. Чтобы преобразовать электромагнитные уравнения Максвелла в форму, применяемую инженерами, потребо-

вались огромные творческие усилия инженера О. Хэвисайда, поскольку информация от сообщества ученых может перейти к сообществу инженеров только после серьезной переформулировки и развития результатов естествознания. Для этого требуются «ученые-инженеры» или «инженеры-ученые» инноваторы, принадлежащие к обоим сообществам и развивающие особую техническую теорию, как, например, ученый-инженер В. Рэнкин, ведущая фигура в создании термодинамики и прикладной механики, связавший практику построения паровых двигателей высокого давления с научными законами. Рэнкин доказывает необходимость развития промежуточной формы знания между физикой и техникой, заключающейся в единстве теории и практики. Действия машины должны основываться на теоретических понятиях, а свойства материалов – выбираться исходя из твердо установленных экспериментальных данных. В паровом двигателе изучаемым материалом был пар, а законы действия были законами создания и исчезновения теплоты, покоящимися на формальных теоретических понятиях. Поэтому его работа в равной мере зависела и от свойств пара, устанавливаемых практически, и от состояния теплоты в этом паре. Законы теплоты влияют на свойства пара, но и свойства пара могут изменить действие теплоты. Такой анализ действия расширения пара позволил Рэнкину открыть причины потери эффективности двигателей и рекомендовать конкретные мероприятия, уменьшающие негативное действие расширения. Модель технической науки, предложенная ученым, обеспечила применение теоретических идей к практическим проблемам и привела к образованию новых понятий на основе объединения элементов науки, техники и инноватики.

И естественнонаучные, и научно-технические знания являются знаниями о манипуляции природой, но между ними существует фундаментальное отличие, которое заключается в том, что в технической теории важнейшее место занимают проектные характеристики и параметры. Артефакты, изучаемые в естественной науке, изолированы от технологического контекста, в то время как артефакты, изучаемые технической наукой, анализируются именно с этой точки зрения, поскольку в них технологическая функция должна быть описана и объяснена с позиций проектирования и конструирования. В технической науке теория представляет собой не только ориентир для дальнейшего исследования, но и основу предписаний для осуществления оптимального технического действия [1].

Технические теории оказывают, в свою очередь, влияние на физическую науку и даже на физическую картину мира. Например, теория упругости стала генетической основой модели эфира, а гидродинамика легла в основу вихревых теорий материи. Исследование соотношения и взаимосвязи естественных и технических наук направлено также на то, чтобы при анализе технических наук обосновать возможность использования методологических средств, развитых в философии науки в процессе исследования естествознания. Однако за последние десятилетия возникло множество технических теорий, которые основываются не только на физике и могут быть названы абстрактными техническими теориями, например системотехника, информатика или теория проектирования, для которых характерно включение общей методологии в фундаментальные инженерные и психолого-инновационные исследования. Поэтому рассмотрим сначала генезис технических теорий в классических технических науках и их отличие от физической теории и лишь затем перейдем к особенностям теоретико-

методологического синтеза знаний в современных научно-технических дисциплинах.

Поскольку первые технические теории строились по образцу физических теорий, а анализ строения физических теорий всегда был и остается в центре внимания философии науки, то для разъяснения специфики технических наук важно показать сходства и отличия физической и технической теорий. В структуре и естественнонаучной, и технической теории наряду с концептуальным и математическим аппаратом важную роль играют теоретические схемы, образующие своеобразный внутренний скелет теории и представляющие собой совокупность абстрактных объектов, ориентированных, с одной стороны, на применение математического аппарата, а с другой – на мысленный эксперимент, т.е. на проектирование возможных экспериментальных ситуаций. Они являются особыми идеализированными представлениями – теоретическими моделями, которые часто, в особенности в технических науках, выражаются графически, как, например, электрические и магнитные силовые линии, введенные Фарадеем в качестве схемы электромагнитных взаимодействий, которые, по меткой характеристике Максвелла, позволяют воспроизвести точный образ исследуемого предмета. Герц использует и развивает эту теоретическую схему Фарадея для осуществления и описания своих знаменитых опытов, называя такое изображение наглядной картиной распределения силовых линий, которая призвана описать процесс их отшнуровывания от вибратора, что, с одной стороны, стало решающим для передачи электромагнитных волн на расстояние и появления радиотехники, а с другой – позволило ему проанализировать распределение сил для различных моментов времени. В технической теории такого рода графические изображения играют еще более существенную роль, поскольку оперирование схемами является особенностью инженерного мышления.

Теоретические схемы выражают видение мира под определенным углом зрения, заданным в теории, и, с одной стороны, отражают интересующие данную теорию свойства и аспекты реальных объектов, а с другой – являются ее оперативными средствами для идеализированного представления этих объектов, которое затем может быть практически реализовано в эксперименте. Например, применяемые Герцем теоретические понятия имеют четкое математическое выражение – поляризация, смещение, количество электричества, сила тока, период, амплитуда, длина волны и т.д., но имеется в виду и соотносительность математического описания с опытом. Производя же опыты, он постоянно обращается к математическим расчетам. Абстрактные объекты, входящие в состав теоретических схем математизированных теорий, представляют собой результат схематизации экспериментальных объектов или, в более широком контексте, любых объектов предметно-орудийной, в том числе инженерной, деятельности. В технических науках эксперимент замещается инженерной деятельностью, в которой и проверяется адекватность теоретических выводов технической теории и черпается новый эмпирический материал [1].

Абстрактные объекты технической теории обладают целым рядом особенностей, например, собраны из некоторого фиксированного набора блоков по определенным правилам сборки: в электротехнике – это емкости, индуктивности, сопротивления; в теоретической радиотехнике – генераторы, фильтры,

усилители и т.д., в теории механизмов и машин – различные типы звеньев, передач, цепей, механизмов. С одной стороны, это обеспечивает соответствие абстрактных объектов стандартизованным конструктивным элементам реальных технических систем, а с другой – создает возможность их дедуктивного преобразования на теоретическом уровне. В теоретических схемах технической науки задается образ исследуемой и проектируемой технической системы. Специфика технической теории состоит в том, что она ориентирована не на объяснение и предсказание хода естественных процессов, а на конструирование технических систем. Научные знания и законы, полученные естественнонаучной теорией, требуют доводки для применения их к решению практических инженерных задач, в чем и состоит одна из функций технической теории, поскольку теоретические знания в технических науках должны быть доведены до уровня практических инженерных рекомендаций. Выполнению этой задачи служат правила перехода от одних модельных уровней к другим, а проблема интерпретации и эмпирического обоснования в технической науке формулируется как задача реализации, поэтому в ней важную роль играет разработка операций перенесения теоретических результатов в область инженерно-инновационной практики, установление четкого соответствия между сферой абстрактных объектов технической теории и конструктивными элементами реальных технических систем, что соответствует теоретическому и эмпирическому уровням знания.

Эмпирический уровень технической теории образуют конструктивно-технические и технологические знания – эвристические методы и приемы, разработанные в самой инженерной практике и являющиеся результатом обобщения практического опыта при проектировании, изготовлении, отладке и т.д. технических систем. Конструктивно-технические знания преимущественно ориентированы на описание строения технических систем как совокупности элементов, имеющих определенную форму, свойства и способ соединения, но включают также знания о технических процессах, в них протекающих, и параметрах их функционирования. Технологические знания фиксируют методы создания технических систем и принципы их использования. Конструктивно-технические и технологические знания ориентированы на обобщение опыта инженерной работы и отображаются на теоретическом уровне в виде многослойных теоретических схем различных уровней. Однако эмпирический уровень технической теории содержит в себе и особые практико-методические знания, т.е. рекомендации по применению научных знаний, полученных в технической теории, в практике инженерного проектирования. Эти знания представляют собой не результат обобщения практического опыта инженерной работы, а продукт теоретической деятельности в области технической науки, сформулированы они в виде рекомендаций для еще не осуществленной инженерной и инновационной деятельности.

1.2. ТРИ СЛОЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

Теоретический уровень научно-технического знания включает в себя три слоя: функциональные, поточные и структурные теоретические схемы.

Функциональная схема, которая совпадает для целого класса технических систем, фиксирует общее представление о технической системе независимо от способа ее реализации и является результатом ее идеализации на основе принципов, заданных данной технической теорией. Блоки этой схемы фиксируют только те свойства элементов технической системы, ради которых они включены в нее для выполнения общей цели. Совокупность такого рода свойств, рассмотренных обособленно от нежелательных свойств, которые приносит с собой элемент в систему, и определяют функциональные элементы таких схем. Они могут выражать обобщенные математические операции, а функциональные связи между ними – определенные математические зависимости. На функциональной схеме проводится решение математической задачи с помощью стандартной методики расчета, типовых способов решения задач и на основе применения ранее доказанных теорем. Для этого функциональная схема по определенным правилам преобразования приводится к типовому виду. Для описания такого рода упрощающих преобразований специально доказываются эквивалентность некоторых типовых схем и особые теоремы, позволяющие получать более удобные для расчета схемы. Это дает возможность упрощать схему, а следовательно, и последующий ее математический расчет. В классической технической науке функциональные схемы всегда привязаны к определенному типу физического процесса, т.е. к определенному режиму функционирования технического устройства, и всегда могут быть отождествлены с какой-либо математической схемой или уравнением. Однако они могут выражаться в виде простой декомпозиции взаимосвязанных функций, направленных на выполнение общей цели, предписанной данной технической системе. С помощью такой схемы строится алгоритм функционирования системы и выбирается ее конфигурация [1, 2].

Поточная схема, или схема функционирования, описывает естественные процессы, протекающие в технической системе, исходя из естественнонаучных, например физических, представлений, и связывающие ее элементы в единое целое. Блоки таких схем отражают различные действия, выполняемые над естественным процессом элементами технической системы в ходе ее функционирования. Однако она имеет дело не с огромным разнообразием конструктивных элементов технической системы, отличающихся своими характеристиками, принципом действия, конструктивным оформлением и т.д., а со сравнительно небольшим количеством идеальных элементов и их соединений, представляющих эти идеальные элементы на теоретическом уровне. Для применения математического аппарата требуется дальнейшая идеализация, причем в зависимости от режима функционирования одна и та же схема может быть построена по-разному. Режим функционирования технической системы определяется прежде всего тем, какой естественный процесс через нее протекает. В зависимости от этого и элементы цепи на схеме функционирования меняют вид. Для каждого вида естественного процесса применяется наиболее адекватный ему математический аппарат, призванный обеспечить эффективный анализ поточной схемы технической системы в данном режиме ее функционирования. Поточные схемы в общем случае отображают не обязательно физические (электрические, механические, гидравлические и т.д.), но и химические, биологические и вообще любые естественные процессы, а в предельно общем случае –

вообще любые потоки субстанции – вещества, энергии, информации, причем в частном случае эти процессы могут быть редуцированы к стационарным состояниям, рассматриваемым как вырожденный частный случай процесса.

Структурная схема технической системы фиксирует те узловые точки, на которые замыкаются потоки – процессы функционирования и которыми могут быть единицы оборудования, детали или даже целые технические комплексы, представляющие собой конструктивные элементы различного уровня, входящие в данную техническую систему, отличающиеся по принципу действия, техническому исполнению и ряду других характеристик. Такие элементы обладают, кроме функциональных свойств, свойствами второго порядка, т.е. теми, которые привносят с собой в систему определенным образом реализованные элементы, в том числе и нежелательные. Структурная схема фиксирует конструктивное расположение элементов и связей данной технической системы и предполагает определенный способ ее реализации, но является результатом некоторой идеализации, теоретическим наброском структуры будущей технической системы, который может помочь разработать ее проект, а не скрупулезным описанием, по которому может быть построена техническая система. Это исходное теоретическое описание технической системы с целью ее теоретического расчета и поиска возможностей для усовершенствования или разработки на ее основе новой системы. На структурных схемах указываются обобщенные конструктивно-технические и технологические параметры стандартизированных конструктивных элементов, необходимые для проведения дальнейших расчетов, например, их тип и размерность в соответствии с инженерными каталогами, способы наилучшего расположения и соединения. При этом следует отличать структурную теоретическую схему от различного рода изображений реальных, встречающихся в инженерной деятельности схем, например монтажных схем, описывающих конкретную структуру технической системы и служащих руководством для ее сборки на производстве. Структурные схемы в классических технических науках отображают в технической теории именно конструкцию технической системы и ее технические характеристики. Они позволяют перейти от естественного модуса рассмотрения технической системы, который фиксируется в поточной схеме, к искусственному модусу, поэтому в частном случае структурная схема в идеализированной форме отображает техническую реализацию физического процесса. В классической технической науке такая реализация всегда является технической и осуществляется в контексте определенного типа инженерной деятельности и вида производства. В современных человеко-машинных системах подобная реализация может быть самой различной, в том числе и не технической. В этом случае речь идет о конфигурации системы, ее обобщенной структуре. [1, 2]

В технической теории на материале одной и той же технической системы строится несколько оперативных пространств, в которых используются разные абстрактные объекты и средства оперирования с ними и решаются особые задачи, которым соответствуют различные теоретические схемы. Их четкая адекватность друг другу и структуре реальной технической системы позволяет транспортировать полученные решения с одного уровня на другой и на уровне инженерной деятельности. Функционирование технической теории осуществляется итерационным путем: сначала формулируется инженерно-инновационная

задача создания определенной технической системы, затем она представляется в виде идеальной структурной схемы, которая преобразуется в схему естественного процесса, отражающую функционирование технической системы, наконец, для расчета и математического моделирования этого процесса строится функциональная схема, отражающая определенные математические соотношения. Эта задача переформулируется в научную проблему, а затем в математическую задачу, решаемую дедуктивным путем. Таким образом осуществляется анализ теоретических схем, а их синтез позволяет на базе идеализированных конструктивных элементов по определенным правилам дедуктивного преобразования синтезировать новую техническую систему, рассчитать ее основные параметры и проимитировать функционирование. Решение, полученное на уровне идеальной модели, последовательно трансформируется на уровень инженерной деятельности, где учитываются второстепенные – с точки зрения идеальной модели – инженерные параметры и проводятся дополнительные расчеты, а также даются поправки к теоретическим результатам. Полученные теоретические расчеты должны быть скорректированы в соответствии с различными инженерными, социальными, экологическими, экономическими и т.п. требованиями. Это может обусловить введение новых элементов в состав теоретических схем, которые следует рассматривать как дополнительные сопутствующие признаки и одновременно ограничения, накладываемые на эти схемы их конкретной реализацией, что может привести к необходимости многократного возвращения на предыдущие стадии, составления новых поточных и функциональных схем, проведения дополнительных эквивалентных преобразований и расчетов.

Нижний слой абстрактных объектов технической теории непосредственно связан с эмпирическими знаниями и ориентирован на использование в инженерном проектировании. Одна из основных задач функционирования развитой технической теории заключается в тиражировании типовых структурных схем для всевозможных инженерных и экономических требований и условий, формулировки практико-методических рекомендаций проектировщику, изобретателю, конструктору. В этом состоит конструктивная функция технической теории, ее опережающее развитие по отношению к инженерно-инновационной практике, поскольку ее абстрактным объектам обязательно должен соответствовать класс гипотетических технических систем, которые еще не созданы. Поэтому в технической теории, в отличие от естественной науки, акцент делается не на анализе, а на синтезе теоретических схем, хотя эти задачи являются сходными, поскольку синтез новой технической системы, как правило, связан с анализом уже существующих аналогичных систем, а в практической инновационной деятельности синтез в чистом виде встречается редко. Определенные параметры технической системы и ее элементов заданы в условиях задачи, и синтез сводится к модернизации старой системы, при этом требуется определить лишь некоторые неизвестные параметры вновь проектируемой системы. В условиях массового и серийного производства технические системы создаются из стандартных элементов, поэтому и в теории задача синтеза заключается в связывании типовых идеализированных элементов в соответствии со стандартными правилами преобразования теоретических схем.

1.3. ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

В конечном счете, функционирование технической теории направлено на аппроксимацию полученного теоретического описания технической системы, его эквивалентное преобразование в более простую и пригодную для проведения расчетов схему, сведение сложных случаев к более простым, для которых существует готовое решение. Сущность метода аппроксимации заключается в компромиссе между точностью и сложностью расчетных схем: точная аппроксимация обычно приводит к сложным математическим соотношениям и расчетам, а слишком упрощенная эквивалентная схема технической системы снижает точность расчетов. Причем для одного режима функционирования технической системы может оказаться предпочтительнее один вид аппроксимации, для других режимов – иные виды. В технической теории нормируются правила соответствия функциональных, поточных и структурных схем, их эквивалентные преобразования, правила преобразования абстрактных объектов в рамках каждого такого слоя, причем структурные схемы, описывающие в идеализированной форме конструкцию технической системы, играют в технической теории ведущую роль, поскольку именно через них полученные теоретически результаты решения инженерных задач транслируются в область инженерной практики. В естественной науке эти схемы выполняют вспомогательную роль обобщенного описания экспериментальных ситуаций и в процессе систематического изложения теории, например в учебниках, или совсем опускаются, или приводятся лишь в качестве иллюстративных примеров.

1.4. РАЗЛИЧИЕ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕОРИЙ

Как и в естественной науке, в технических науках можно выделить частные и общие теоретические схемы, первые из которых соответствуют отдельным исследовательским направлениям или областям исследования, вторые – научно-техническим дисциплинам или даже семействам таких дисциплин, группирующихся вокруг какой-либо одной базовой технической науки. В последнем случае обобщенная теоретическая схема становится универсальной относительно данного класса технических систем за счет введения процедуры синтеза, позволяющей проецировать эту схему на класс потенциально возможных технических систем. Примером такой универсальной для исследования различного рода механизмов теоретической схемы может служить математизированная теория механизмов, разработанная В.В. Добровольским и И.И. Артоболевским на базе единой классификации механизмов в соответствии с общими законами их структурного образования, что позволило получать новые конструктивные схемы механизмов дедуктивным способом, проецировать теоретическую модель на класс гипотетических технических систем определенного типа. Предложенный метод структурного анализа, по словам Артоболевского, дает возмож-

ность обнаружить огромное число новых механизмов, до сих пор не применявшихся в технике, и рекомендовать их к использованию на практике. Дальнейшее развитие этой технической теории шло по пути разработки все более обобщенной теоретической схемы, ее развертывания в соответствии с заданными принципами: она была распространена на новые типы конструктивных элементов, а кинематическое представление – в качестве структурной схемы теории механизмов – на двигатель и орудие, которые стали рассматриваться как двигательный и исполнительный механизмы. В свою очередь, методы и теоретические схемы динамики были применены для исследования передаточных механизмов. Доказательством универсальности построенной теоретической модели и правильности вытекающих из нее выводов явилась сама инженерная практика, поскольку она оказалась действенным инструментом для конструкторов. [2]

Таким образом, основные различия естественнонаучной и технической теорий проявляются прежде всего в плане особого видения мира, т.е. универсума исследуемых в данной теории объектов и способов их теоретического представления. Если в естественной науке это видение выражается в научной картине мира, в которой любые реальные объекты рассматриваются как естественные, не зависящие от человеческой деятельности, то в технических науках развиваются иные принципы онтологизации, связанные с жесткой ориентацией на инженерную деятельность. Поскольку инженер-инноватор технически и экономически ограничен в выборе конструктивных элементов и способов их изготовления, конструктивные и технологические параметры оказывают существенное влияние на выбор структурной и соответствующей ей поточной схем технической системы, а это, в свою очередь, определяет и те математические средства, которые могут быть использованы для ее расчета. Функционирование технической теории заключается в решении определенного типа инженерных задач с помощью развитых в теории методик, типовых расчетов, удобных для применения в различных специальных научно-технических и инженерно-проектных исследованиях и разработках. Создание же новых таких методик, выработка правил и доказательство теорем об адекватности эквивалентных преобразований и допустимых аппроксимации, конструирование новых типовых теоретических схем и моделей относится к развитию самой технической теории.

Многие современные научно-технические дисциплины, например системотехника, ориентируются на системную картину мира, в классических же технических науках в качестве исходной используется физическая картина мира. В радиоэлектронике, например, которая представляет собой сегодня целое семейство дисциплин, используется преобразованная радиотехникой фундаментальная теоретическая схема электродинамики. Физическая картина электромагнитных взаимодействий совмещается со структурным изображением радиотехнических систем, в которых эти физические процессы протекают и искусственно поддерживаются. Таким образом, она преобразуется в картину области функционирования технических систем определенного типа. С одной стороны, она является результатом развития и конкретизации фундаментальной теоретической схемы базовой естественнонаучной теории к области функционирования технических систем, например, к диапазону практически используемых радиоволн как разновидности электромагнитных колебаний. С другой

стороны, эта схема формируется в процессе систематизации и обобщения различных частных теоретических описаний конструкции данных технических систем, группирующихся вокруг отдельных идеализированных конструктивных элементов этих систем, осознания общности их структуры и включает в себя классификационную схему потенциально возможных технических систем данного типа и режимов их функционирования. Фундаментальная теоретическая схема выполняет важную методологическую функцию в технической науке, а именно функцию методологического ориентира для еще не осуществленной инженерной деятельности, задавая принцип видения вновь создаваемых технических систем и позволяя выбирать наиболее подходящие для решения данной инженерной задачи теоретические средства. Инженер всегда ориентируется на такую теоретическую схему, даже если не осознает этого, соотнося с ней образ исследуемой и проектируемой системы, что помогает ему ориентироваться в выборе средств решения стоящих перед ним научно-технических задач.

Глава 2. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

2.1. ОБЩАЯ КОНЦЕПЦИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Общая концепция и, представляя собой общеметодологический уровень знания, должна эффективно обеспечивать синтез конкретных инженерных дисциплин с целью оптимизации взаимосвязи природы и общества, прогнозирования, планирования и управления научно-техническим прогрессом, создания эффективных технических средств и экологически чистых технологий.

Становление науки об инженерной деятельности означает формирование научно обоснованной динамической модели современного инженера, коренное преобразование в инженерии, технологическом и техническом знании. Все эти процессы взаимосвязаны и взаимообусловлены. Сфера технических наук эволюционирует с изменением объектов и задач инженерной деятельности. Причем вид, структура, представления и формы организации знаний комплексных научно-технических дисциплин определяются их функционированием в определенных контекстах деятельности. Таковы, в частности, функции общей теории инженерии, среди которых основными являются: выявление специфических структурных и функциональных особенностей инженерной деятельности как целостного образования и формирование на этой основе существенно-общего знания; выработка логико-методологических оснований техниковедческих дисциплин. Исходя из функций общей инженерной концепции, необходимо выделить ее познавательную направленность, которую можно определить следующим образом:

- выявление законов и закономерностей развития инженерной деятельности, ее социокультурной детерминации, онтологических регулятивов и гносеологических императивов;
- анализ логики развития и смены различных концепций инженерно-инновационной деятельности и стилей инженерного мышления в общем социальном контексте эволюции;
- изучение системы методов, приемов и способов познания инженерной деятельности и мышления, выявление специфики функционирования общенаучных методов в инженерии и инноватике;
- изучение системы понятийного аппарата и концептуальных оснований – теории инженерной деятельности.

2.2. СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Проблема соотношения, взаимосвязи и субординации инженерной и тех-

нической деятельности является наиболее дискуссионной. Современная техническая деятельность по отношению к инженерной несет на себе исполнительную функцию. Инженерная же деятельность выходит за пределы только техники. Она предполагает регулярное применение научных знаний, в этом еще одно ее отличие от технической деятельности, которая более основана на опыте, практических навыках, догадке.

Современное состояние проблемы инженерной и инновационной деятельности заключается в том, что окружающий нас мир представлен искусственно созданными, спроектированными предметными структурами – техникой, экономикой и инженерными сооружениями.

Проникновение техники и инноватики во все сферы социальной жизни, принципиальное изменение статуса ее общественных функций и в целом способа жизнедеятельности человека требуют изменения традиционных представлений относительно характера инженерной деятельности, ее онтологических и гносеологических регулятивов.

Переходя к анализу феномена инженерии, следует подчеркнуть, что основной задачей инженера является трансформация естественного в искусственное, преобразование вещества, энергии и информации. Образно говоря, к чему бы естественному не прикоснулся инженер, все превращается в искусственное. Свою конечную цель он видит в использовании свойств объектов предметной практики для создания техноструктур и организации технологий.

Деятельность инженера-инноватора направлена на создание, совершенствование и развитие технических средств, технологий и инженерных сооружений. Данной деятельности присущи как продуктивные, оригинальные, творческие, так и репродуктивные не творческие, повторяющиеся, стереотипные компоненты. В различных видах инженерной деятельности этот компонентный состав представлен различными количественными составляющими. Анализируя современную инженерную деятельность, исследователи выделяют такие ее качественно различные компоненты, как деятельность инженеров-исполнителей, инженеров-организаторов, либо деятельность инженеров-конструкторов, инженеров-технологов, инженеров-эксплуатационников, либо деятельность инженеров-исследователей, инженеров-проектировщиков.

Важную роль в становлении инженерно-инновационной деятельности сыграли предметная практика и ее основной вид – материальное производство, производство средств и орудий труда. Первоначальные формы инженерии возникли в недрах производственно-технической деятельности, и долгое время существовали слитно, оказывая благотворное взаимовлияние. Признание того факта, что на основе производственно-технической деятельности создаются техника и различного рода сооружения диктует необходимость проведения разграничения, своеобразной демаркационной линии между технической и инженерной деятельностью. Выявление специфических отличительных признаков инженерного труда связывается с анализом основных структурных компонентов деятельности. Известно, что процесс любого научного познания обусловлен, прежде всего, особенностями изучаемого объекта. Осуществляя свою деятельность, инженер преобразовывает природную и социальную среду, удовлетворяя различные технические потребности общества. Это преобразование всегда опре-

делено существенными связями, законами изменения и развития объектов, и сама деятельность может быть успешной только тогда, когда она согласуется с этими законами.

Разумеется, создание техноструктур осуществляется не только на основе произведенного, наличного научно-технического знания. Истории развития техники известны случаи создания новых эффективных, как с точки зрения морфологии – строения, так и выполняемых функций технических средств на основе опыта, без опоры на научное знание.

Использование инженером в производственном процессе не только технического опыта, навыков, умений, инженерного мастерства, но и широкого социокультурного знания, и прежде всего естественнонаучного и технического, является отличительной особенностью технической инновационной деятельности.

Инженерно-инновационная деятельность мобильнее технической и более сбалансирована по отношению к решению ближайших и перспективных производственных задач. Она в равной мере ориентирована как на запросы производственно-технической практики сегодняшнего дня, так и на потребности ближайшей и отдаленной перспективы. Исследуя на основе научного знания естественные объекты, преобразуемые в деятельности в искусственные, инженер не ограничивается только созданием технических средств, которые могут быть использованы в рамках существующих производственных технологий. Проектировщики и конструкторы должны предвидеть возможные будущие производственно-технические изменения, в том числе и те, которые соответствовали бы перспективным требованиям гармонизации общественной жизни. Инновационная деятельность в этом случае определяется по преимуществу не производственными регулятивами и социальными заказами сегодняшнего дня, а познавательными потребностями, связанными с прогнозированием будущих техноструктур и технологий. Эффективность инженерного труда определяется особой подготовкой специалиста, связанной с овладением специальными средствами, методами и суммой знаний технико-технологического порядка, с выработкой навыков и умений оперировать этими знаниями. Наряду с этим инноватору необходимо четко усвоить специфическую систему норм и ценностных ориентации, стимулирующих инженерный поиск и нацеливающих на создание социально значимых, экологически чистых и ресурсосберегающих технологий.

Главной особенностью инженерно-инновационной деятельности является ее творческий характер. Под творчеством понимается процесс человеческой деятельности, создающий качественно новые материальные и духовные ценности.

Творчество представляет собой возникающую способность человека из доставляемого действительностью материала созидать на основе познания закономерностей объективного мира новую реальность: удовлетворяющую многообразным общественным потребностям. Виды творчества определяются характером созидательной деятельности. В самом общем виде процесс мышления можно представить следующим образом: отображаемая абстрактная модель предметных структур практики фиксируется в сознании инженера с целью достижения конкретных производственно-технических и технологических результатов. Она является значимой лишь в том случае, если с помощью этой модели удастся организовать новую технологию, образовательную программу или

создать инженерное сооружение и техническое средство с более оптимальными структурными функциональными и экономическими характеристиками. Таким образом, при выявлении основных особенностей инновационной деятельности, отличающей ее от других форм предметно-практической деятельности, прежде всего производственной и технической, следует четко определить ее отличительные признаки, среди которых главными являются: исследование на основе систематизированного знания свойств и характеристик предметных структур практики с целью трансформации естественного в искусственное, преобразование вещества, энергии и информации для выявления оптимальных структурных и функциональных взаимосвязей создаваемых инженерных сооружений, технических средств и организационных форм технологий.

2.3. ПОНЯТИЕ И СУЩНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ИННОВАЦИОННОГО МЫШЛЕНИЯ

В современных условиях при создании сложных технических систем и высоких технологий проблематика философии техники, инженерной деятельности и мышления является особо актуальной. Одним из главных логико-методологических аспектов исследования инженерного творчества является раскрытие особенностей функционирования и развития инженерного мышления.

В исследовании творческой деятельности инженера-инноватора особенно важен анализ проблемы регулятивов и концептуальных оснований, формирующих техническую картину мира и стиль инженерного мышления. Основными категориями, через которые раскрывается предмет исследования, выступают «конструкторско-технологическое» мышление, «стиль мышления инженера», «техническая картина мира».

Раскрывая своеобразие «инновационного мышления», следует отметить некоторые важные особенности, присущие любому логическому отображению действительности. Общим для всех видов мышления является то, что они отражают потребности общественной системы. Мышление инженера-инноватора, равно как и другие виды мыслительных актов человека, предметно, направлено на овладение предмета потребности и непременно включает знание о будущем техническом объекте. Предвидение есть одна из основных составных элементов любого мышления. Инженер мысленно предвосхищает не только достижение цели, но и пути и способы использования всего арсенала наличных средств.

В содержание инновационного мышления входят признаки физических процессов, характеризующие свойства, функции, структурные особенности технических средств; мышление инженера определено такими социальными факторами, как анатомо-физиологические параметры действия человека и область социального функционирования технического объекта. Мышление инженера-инноватора в значительной степени определено предметной сферой функционирования технического объекта.

Принимая и реализуя технические решения, прогрессивный инженер вынужден полагаться не только на свои навыки, умения, производственное мас-

терство, интуицию, но и на широкий спектр социокультурного знания, проявляя находчивость и изобретательность.

Инженерно-инновационное мышление – это специфическая форма активного отражения морфологических и функциональных взаимосвязей предметных структур практики, направленная на удовлетворение технических потребностей в знаниях, способах, приемах, с целью создания технических средств и организации технологий.

Становление мышления и его основных теоретических конструктов неразрывно связано с главной формой практики – материальным производством: конструкторско-проектировочные задачи носят сугубо практический характер, направлены на поиск структурных и функциональных взаимосвязей свойств объектов предметной практики. Образно говоря, инженер «черпает» идеи из предметной практики и ее основной формы материального производства. В связи с этим успешное решение проблемы предполагает всесторонний анализ производственно-технической практики в различные исторические периоды времени, раскрытие основных материальных и идеальных конструктивно-технологических регуляторов инженера.

2.4. ОБЩЕСТВО И ИНЖЕНЕР

Фундаментом принимаемых инженером решений становится научный гуманизм, выражающий общечеловеческие интересы и признающий высшей ценностью человеческую жизнь. Такого рода переоценка ценностей побуждает мышление инженера на комплексное осуществление научно-технических программ, автоматизации научно-исследовательских работ, создание принципиально новых и социально безопасных технических систем и экологически чистых технологий.

Проектирование сложных технических систем требует от инженера-инноватора не только высокого уровня общетеоретической технической подготовки, тщательной системной проработки создаваемых проектов, но и высокого абстрактного мышления, позволяющего ориентироваться, понимать и учитывать широкие междисциплинарные связи, воспринимать их как норму при построении конкретной технической системы. Для осуществления инженерных проектов в соответствие с принципом ориентации на экономическую и социальную меру человека каждому проектировщику и конструктору необходимы глубокие гуманитарные знания.

Создание больших полифункциональных технических систем, многократно умножающих технологические возможности человека, поставило под угрозу не только природу, но и существование общества. Представление о человеческой жизни как высшей ценности диктует настоятельную необходимость выработки новых ориентаций в техническом творчестве. Эти ориентации в наибольшей степени определяются гуманистическими нормами и должны быть представлены определенными эргономическими, эстетическими, социально-психологическими, правовыми и другими требованиями. Данные требования должны стать основными внутренними регулятивами инженерного мышления. Техническая картина мира включает в себя всю совокупность научной и технической информации, полученной на основе развития эмпирических, теоретических, инженерно-технических

ких и экономических знаний, методологии технического творчества, понятийно-категориального аппарата теории техники. Обобщенное знание такого рода представляет собой преломление определенных философских принципов, которые пронизывают всё техническое знание, и направляет мышление инженера на всестороннее постижение функциональных и морфологических взаимосвязей технического объекта. Играя важную эвристическую роль уже на этапе формирования технического замысла как воображаемой технической модели, философские представления эксплицируют исходные принципы, выступают в качестве обоснования наиболее общих, высоко абстрактных мысленных представлений о техническом объекте и методе его исследования. Эти методологические регулятивы функционируют на всех этапах создания технического устройства, определяя общую стратегию и оптимальные пути решения инженерных задач.

Сегодня мы живем в эпоху кризиса цивилизации. Причины этого кризиса – деформация связей человека с социальной и природной средой, неадекватность техносферы социальной сущности человека. С созданием больших технических комплексов, загрязняющих природу тепловыми, электромагнитными, радиационными выбросами, возникла проблема сохранения окружающей среды, хрупких природных конструкций, которые порой не поддаются восстановлению. Гонка сверх вооружений, изменение социального статуса функций военной техники, угроза ядерной войны, все это ставит под сомнение существование жизни на планете. В решение этих и других глобальных проблем современности должны внести свой вклад инженерно-технические работники, понимая, что гуманистические, эргономические, экологические требования должны всесторонне учитываться и строго выполняться уже на стадии принятия инженерных решений.

В настоящее время благодаря бурному развитию технического знания, созданию крупных научно-производственных комплексов, современных технических средств, новых инженерно-технических сообществ, естественного и гуманитарного знания, формируется новый стиль активного инженерного мышления, характеризующийся строгой системностью с ориентацией на аксиологический аспект, как основу инженерно-технического творчества, направленного на создание принципиально новой техники и организации современных технологий востребованных обществом. Есть все основания полагать, что новое инженерно-инновационное мышление будет широко утверждаться и его роль все более возрастать по мере развития науки и техники, экономической, социально-политической и духовной сфер общественной жизни. Социальный и научно-технический прогресс непосредственно связан с деятельностью технических специалистов. Инженеры являются творцами новой техники и социальных технологий, и именно от их инновационного мышления зависит качество жизни на планете.

Глава 3. ДИАЛЕКТИКА ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА

Специалист, не имеющий основательной методологической подготовки, не может должным образом ориентироваться в непрерывно обновляющемся многообразии мира техники, даже в относительно узкой "своей" специальной области, не говоря уже о межотраслевых задачах. Для полной деятельности совершенно не достаточно иметь даже очень хорошую, но относительно узкую подготовку. Необходимо сформировать свою мировоззренческую позицию, связанную с научным и инженерным творчеством в "своей" области деятельности". [3]

Основной задачей работы является представление творческого процесса как связь трех неразрывных составляющих: системный подход – законы развития – принятие решений в соответствии с положениями материалистической диалектики.

В рамках этой концепции:

- 1) Рассмотрим системный подход в его функционально-структурной концепции в связи с объективными законами и закономерностями антропогенного мира.
- 2) С позиции системного подхода рассмотрим общие философские положения теории принятия решений.

Сегодня без ускорения научно-технического прогресса наше общество не решит своих экономических и социальных проблем. Особое внимание следует уделять анализу проблем на стыке разных наук – естественных, технических и общественных. Поэтому необходимо в общей взаимосвязи, на основе системного подхода овладение законами развития технических наук, эволюции антропогенного мира.

В соответствии с предложенной концепцией тремя составными частями практической диалектики творчества являются системный подход – законы развития техники – методы принятия решений.

Системный подход как методология изучения объекта состоит в том, что его недопустимо рассматривать без учета всей его полноты и сложности строения, целостности, взаимодействия и взаимообусловленности всех составляемых элементов между собой и со средой, из которой этот объект (система) выделен. В сложности строения рождается новое качество, которое отсутствовало у элементов, ее составляющих.

Законы развития техники должны быть основой и мощным ускорителем ее развития.

Техника – это одно из проявлений творческой человеческой деятельности, то, что называют иногда второй природой (антропогенным миром), полагая при этом первой природой естественный мир.

Методы принятия решений необходимы для поиска решений все более усложняющихся технических задач. Деятельность инженера-инноватора должна опираться на творчество. Недостаточно узкой специальной подготовки для полноценной научной и инженерной деятельности.

Рассмотрим подробнее каждую из составляющих диалектики творчества.

3.1. СУЩНОСТЬ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

Системный подход рассматривается как определенная практическая методология, с помощью которой инженер добивается желаемой цели в мире техники, науки, образования.

Система – это полный, целостный набор элементов, взаимосвязанных между собой так, чтобы могла реализоваться функция системы.

Отличительным (главным) свойством системы является то, что ни один из ее элементов не имеет присущих ей свойств, не может выполнять ту функцию, которую она осуществляет. Ведь в противном случае другие элементы не нужны!

В дальнейшем необходимо рассмотреть, очевидно, и связи системы с внешней средой. Иначе без связи с внешней средой мы нарушим реальную картину целостного мира, исказим условия существования и функционирования рассматриваемой системы. Часто это условие адаптации приспособление системы к внешней среде.

Система проявляется как целостный материальный объект, представляющий собой закономерно обусловленную совокупность функционально взаимодействующих элементов.

Основные свойства системы проявляются через целостность взаимодействия и взаимозависимость процессов преобразования вещества, энергии и информации, через ее функциональность, структуру, связи, внешнюю среду и др. [3]

Внешняя среда. Понятие «система» возникает, когда мы материально или умозрительно проводим замкнутую границу между неограниченным или некоторым ограниченным множеством элементов. Те элементы с их соответствующей взаимной обусловленностью, которые попадают внутрь, – образуют систему.

Те элементы, которые остались за пределами границы, образуют множество, называемое в теории систем «системным окружением» или просто «окружением», или «внешней средой».

Из этих рассуждений вытекает, что немислимо рассматривать систему без ее внешней среды.

Система формирует и проявляет свои свойства в процессе взаимодействия с окружением, являясь при этом ведущим компонентом этого воздействия.

В зависимости от воздействия на окружение и характер взаимодействия с другими системами функций систем можно расположить по возрастающему рангу следующим образом:

- пассивное существование;
- материал для других систем;
- обслуживание систем более высокого порядка;
- противостояние другим системам (выживание);
- поглощение других систем (экспансия);
- преобразование других систем и сред (активная роль).

Всякая система может рассматриваться, с одной стороны как подсистема более высокого порядка (надсистемы), а с другой как надсистема системы более низкого порядка.

Функциональность – это проявление определенных свойств (функций) при

взаимодействии с внешней средой. Здесь же определяется цель (назначение системы) как желаемый конечный результат.

Структурность – это упорядоченность системы, организованность, определенный набор и расположение элементов со связями между ними. Одна и та же функция может реализоваться при различных структурах системы, т.е. существует проблема выбора структуры. Структура системы – это способ существования и выражения ее функции.

Целостность – выражает внутреннее единство объекта, наличие всех необходимых элементов со связями между ними, относительную автономность объекта в смысле независимости от окружающей среды. Свойство целого как философской категории выражается в несводимости к свойствам его отдельных частей как простой суммы.

Связи – это элементы, осуществляющие непосредственное взаимодействие между элементами (или подсистемами) системы, а также с элементами и подсистемами окружения.

Связь – одно из фундаментальных понятий и в системном подходе. Система как единое целое существует именно благодаря наличию связей между её элементами. Связи различают по характеру взаимосвязи как прямые и обратные, а по виду проявления (описания) как детерминированные и вероятностные.

Развитие. Одним из первичных, а, следовательно, основополагающих атрибутов системного подхода является недопустимость рассмотрения объекта вне его развития. Отождествление терминов «развитие» и «движение» позволяет выразиться в таком смысле, что вне развития немислимо существование материи в данном случае – нашей системы. Наивно представлять себе развитие происходящее стихийно. В неоглядном множестве процессов кажущихся на первый взгляд чем-то вроде броуновского движения при пристальном внимании и изучении вначале как бы проявляются контуры тенденций, а затем и довольно устойчивых закономерностей. Эти закономерности по природе своей действуют объективно, т.е. не зависят от того, желаем ли мы их проявления или нет. Незнание законов и закономерностей развития – это блуждание в потемках.

Критерии – признаки, по которым производится оценка соответствия функционирования системы желаемому результату (цели) при заданных ограничениях.

Эффективность системы – соотношение между заданным (целевым) показателем результата функционирования системы и фактически реализованным.

Управление – формирование целостного (эффективного) поведения системы для поддержания режима деятельности, реализации ее программ и целей.

Существует понятие «*техническая система*», которая имеет стабильно выраженную целевую функцию. С точки зрения уровней совершенства различаются простые технические системы, в которых поддержание эффективности осуществляется за счет регулирования процессов, и сложные, в которых эффективность поддерживается за счет регулирования параметров.

Как практически образовать систему

Во-первых, исходя из намеченных функций данной системы, вычленив из внешней среды, назвав и определив ограничения и связи её с внешней средой. *Во-вторых*, четко определить функцию системы и в соответствии с ней прове-

ритель систему на полноту элементов, целостность, единство с позиции её функционирования, и, в конечном счете - достижения желаемой цели.

В-третьих, построить структуру системы, понимая при этом, что функция системы может реализоваться различными структурами.

В-четвертых, установить внутренние законы, по которым система существует и развивается.

Функционально-структурный подход.

Мы рассматриваем функционально-структурный подход как сердцевину (основу) системного подхода.

Функционально-структурный подход базируется на взаимозависимости функции и структуры в процессе развития системы при определяющей роли функции системы по отношению к ее структуре.

Функционально структурный подход характеризуется следующими факторами:

- учетом взаимосвязи функции и структуры объектов.
- целостным подходом к анализу и синтезу многоуровневых систем.
- учётом связей между элементами системы и взаимосвязью системы со средой.
- рассмотрением систем в развитии.

На основе функционально-структурного подхода можно сделать следующие заключения:

- 1) Структура системы определяется совокупностью реализуемых функции данной системы.
- 2) Между реализуемыми функциями и структурой системы не существует взаимно однозначного соответствия (т.е. может быть несколько систем с одинаковыми функциями, но с различной структурой).
- 3) Функционально структурная организация системы адаптируется к изменяющимся условиями ее существования. Изменение условий существования системы (внешней среды) вызывает изменение ее функции и ведет соответственно к изменениям структуры.
- 4) Процесс эволюции систем формирует различные типы систем, функционально структурная организация которых в возрастающей мере соответствует потребностям и условиям существования этих систем. Это многоцикловый спиральный процесс.

Философская сущность системного подхода.

Системный подход неразрывно связан с материалистической диалектикой, является конкретизацией ее основных параметров на современном этапе ее развития.

Синоним слова иностранного происхождения «системность» может быть наше русское «целостность», что означает внутреннее единство, что воспринимается как единое целое. Отсюда принципиальная несовместимость рассмотрения объекта, проблемы или явления без учета всей сложности их внутреннего строения (структуры), взаимодействия (обмена) между составляющими систему элементами и подсистемами. Эта сущность системности, которую философской, следует из представлений о единстве, неразрывности и взаимосвязанности мира.

Главное затруднение восприятия человеком системного подхода лежит в

плоскости ординарной логики человеческого (главным образом механического) мышления по принципу от анализа к синтезу.

Принцип же системности как бы противостоит элементаризму.

Приступая к разработке новой системы или проблемы мы, как правило, не задумываясь, начинаем «препарировать» ее, расчленять на части и элементы, наивно предполагая, что на базе простого знания частей целого можно познать и его самое.

Для того чтобы сложную систему правильно расчленить на части с целью изучения надо использовать системный подход.

Отдельное не существует иначе, как только в связи, которое ведет к общему.

Синтез системы – в ее единстве; трудность постижения – в преодолении психологии дробления без должного учета взаимосвязей с целым. Здесь без перестройки психологии не обойтись.

В сознании исследователя укореняется понимание того факта, что получение значительного результата самым непосредственным образом зависит от исходной теоретической позиции, точнее – от принятого подхода к постановке проблемы.

Анализ и синтез – являются фундаментальными понятиями, как в философии, так и в системном подходе.

Если анализ – процесс мысленного расчленения (декомпозиции) или реального разбиения объекта на элементы с учетом имеющихся между ними связей, то синтез – процесс воссоединения элементов в одно целое.

Анализ и синтез системы во взаимосвязи выявляют, из каких частей состоит целостная система и как они (части) взаимодействуют друг с другом, таким образом, раскрываются принципы функционально-структурной организации системы.

Анализ и синтез диалектически взаимосвязаны «Мышление состоит столько же в разложении предметов сознания на их элементы, сколько в объединении связанных друг с другом элементов.

Анализ не является самоцелью. Подобно тому, как части подчиняются целому, служат ему, анализ служит синтезу, свершается во имя синтеза, направляется и контролируется синтезом.

Диалектики учат нас, что мало понять различие явлений, надо вместе с тем понять и их единство. Оперировать различиями как взаимоисключающими противоположностями было бы ошибочно.

Не следует полностью отождествлять диалектику и системный подход. В отличие от диалектики системный подход представляет собой специализированную методологию, хотя и имеющую общенаучное значение.

Философский и системный подходы сходны в том, что и в том и в другом интегрируются научные знания в целях повышения его практической эффективности и то и другое носит междисциплинарный характер – синтез научных знаний, тенденции сближения естественных и общественных дисциплин.

3.2. ЗАКОНЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ

Человек, овладевая природными и общественными условиями своего существования, создает свою – «вторую природу».

Техника как часть антропогенного мира определяется как совокупность

средств человеческой деятельности создаваемых в целях производства и обслуживания непосредственных потребностей общества.

Сейчас очевидным становится, что инженеру, чтобы строить конкретную действительность, исходя из потребностей общества, уже недостаточно только «всеобщей ориентации», он должен иметь под рукой «эффективные познавательные инструменты».

Инженер, как правило, не добывает фундаментальных знаний «о природе вещей», но он добывает фундаментальные знания «о синтезе вещей». И вряд ли можно сказать, что эти исследования менее важны, чем первые. Потому что конечной целью всякого человеческого познания является не накопление знаний, как таковых, а стремление заставлять их служить себе.

Непосредственной целью естествознания является познание истины, раскрытия законов природы, а непосредственной целью технических наук является содействие человеку в практическом использовании этих законов, выяснение и обоснование их применения. Методологическое единство естествознания состоит в том, что как в природе, так и в технике люди имеют дело с единой материей, существующей и развивающейся по единым законам.

Рассмотрим позиции представителей технических наук, занимающимися исследованием законов и закономерностей, по которым развивается техника.

Позиция Альтшуллера Г.С. [3]

Альтшуллер Г.С. сформулировал три условия принципиальной жизнеспособности технических систем:

- 1) Закон полноты частей системы. Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технических систем является наличие и минимальная работоспособность основных частей системы. Полной техническая система является в том случае, если она имеет все необходимое для выполнения своих функций без участия человека.
- 2) Закон «энергетической проводимости системы». Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технических систем является проход энергии по всем ее частям.
- 3) Закон согласования ритмики системы. Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технических систем является согласования ритмики (частоты, колебания, периодичности) всех частей системы.

Развитие технических систем идет в направлении увеличения степени идеальности систем.

Техническую систему можно считать идеальной, если она не имеет веса и размеров, не затрачивает энергии, работает без потерь времени и полностью выполняет свои функции.

Существование технической системы не самоцель. Система нужна только для выполнения какой-то функции (или нескольких функций). Система идеальна, если ее нет, а функция осуществляется.

Развитие частей технической системы идет неравномерно. Чем сложнее система, тем не равномернее идет развитие ее частей. Это свойство называется законом неравномерности развития частей системы.

Исчерпав возможности своего развития, система включается в надсистему

(закон перехода в надсистему) в качестве одной из её частей: при этом дальнейшее её развитие идет на уровне надсистемы.

Позиция Балашова Е.П. [4]

Основным источником развития антропогенных систем является борьба диалектических противоположностей – «многофункциональность» и «специализация».

Закон относительного и временного разрешения противоречий в антропогенных системах.

Противоречия, возникающие в антропогенных системах в процессе развития, разрешаются временно на определенных этапах развития систем конкретного класса и проявляются в дальнейшем в трансформированном виде на новом качественно новом уровне.

Конструктор при создании конкретного образца системы приходит к определенному компромиссу в выборе количественных значений показателей качества отдельных подсистем, пытаясь уравновесить противоречивые стороны.

Сформулирована закономерность повышения функциональной и структурной целостности систем.

Целостность систем обусловлена возможностью вещественных, энергетических и информационных процессов преобразования, хранения и управления.

В реальных системах процессы преобразования, хранения и обмена веществом, энергией и информацией взаимосвязаны.

Следует отметить, что в правильно спроектированных системах все процессы идут в едином ритме. Условие ритмики должно соблюдаться не только внутри системы, но и при ее взаимодействии со средой.

Принцип многофункциональности систем устанавливает взаимосвязь изменения функции и структуры многоуровневых систем в процессе их развития, а также определяет основные тенденции и этапы развития антропогенных систем.

Анализ эволюции антропогенных систем показывает, что по мере развития систем, усложнения и расширения, реализуемых ими, функций наиболее эффективными и жизнеспособными являются системы, в которых расширение функциональных возможностей элементов находится на различных уровнях иерархии системы, опережает рост их сложности.

Балашов приводит закон диалектического уравнивания, суть которого в том, что развитие систем идет в направлении уменьшения количественных характеристик их противоречия. Возникновение новой антропогенной системы подчиняется в каждый момент времени принципу наименьшего действия. Движение к равновесию происходит по пути наименьшего сопротивления, более «выгодного», с минимальными отклонениями от оптимального пути.

Позиция Половинкина А.И. [5]

Принцип избыточности технических решений. Принцип заключается в том, что в любой момент времени для реализации любой функции число созданных технических решений на уровне предложений, патентов, чертежей, моделей и опытных образцов всегда больше серийно реализованных.

Принцип соответствия между функциями и техническими решениями. Каждая функция на множестве имеющихся и возможных технических решений

выделяет определенное подмножество технических решений, реализующих эти функции.

Принцип относительного существования функции и технических решений заключается в том, что функции имеют намного большую долговечность по сравнению с техническим решением, выполняющим эту функцию.

Принцип конструктивной эволюции. Любой технический объект при ретроспективном рассмотрении его развития является звеном цепи конструктивных изменений, в котором изобретателю первого (начального) технического решения обязательно предшествовало появление (изобретение) новой функции.

Принцип проявляется в пропорциональности между важностью функций и затратами. Чем важнее функция для общества (государства), тем больше средств расходуется на совершенствование технических объектов для выполнения этой функции и тем выше темпы конструктивной эволюции.

Принцип инерции в сфере производства. Этот принцип проявляется в следующем. Производство серийно выпускаемых технических средств увеличивается от нуля по восходящей кривой сначала с отставанием от спроса, затем достигает максимума (перепроизводства), после чего происходит снижение производства до стабилизированного уровня или же до нуля в случае появления лучшего технического решения для выполнения этой же функции.

Наблюдается постоянное повышение степени механизации и автоматизации технических средств. Да, такая закономерность существует. В любом дереве конструктивной эволюции, начинающемся от конкретной функции, имеет место последовательное появление технических объектов понижающих долю (степень) участия человека в выполнении функций.

Всеобщее соответствие между функцией и структурой технических объектов. Каждый элемент технического объекта или его конструктивный принцип имеют хотя бы одну функцию, обеспечивающую реализацию функций технического объекта, т.е. исключение элемента или признака приводит к ухудшению какого-либо показателя технического объекта или к прекращению им своей функции.

Прогрессивность конструктивной эволюции технических объектов проявляется в законе (гипотезе) о прогрессивной конструктивной эволюции технических объектов. В технических объектах с одинаковой функцией переход от поколения к поколению вызван устранением выявленного на данный момент главного дефекта, связанного, как правило, с улучшением одного или нескольких критериев прогрессивного развития и происходит при наличии необходимого научно-технического потенциала и социально-экономической целесообразности.

Взгляд на законы развития техники с точки зрения системного подхода.

Законы развития техники надо рассматривать как законы развития систем, опираясь на свойства целостности, взаимосвязанности, функциональности, которые неотделимы от понятия системы.

С позиций системного подхода три закона «жизнеобеспечения технической системы», предложенные Г.С. Альтшуллером, являются прямым выражением системообразующих факторов.

Действительно, закон полноты системы выражает требования целостного

(полного) набора элементов системы; закон энергетической проводимости – наличие необходимых связей между элементами системы (и внешней средой); закон согласования ритмики частей системы отражает функциональную обусловленность взаимодействия.

Таким образом, получается, что в ранг законов развития технических систем (техники) возведены требования о том, чтобы они были системами. Иначе они не могут функционировать, развиваться, существовать.

Этот замечательный и простой, по сути, вывод прекрасно подтверждает диалектическую мощь системного подхода.

Иными словами, вместо трех рассматриваемых законов Г.С. Альтшуллера, можно назвать один, обобщающий их и включающий еще многие другие свойства и открывающий связь с законами материалистической диалектики, в частности, с системным подходом.

Условием (законом) жизнеспособности технического объекта является то, чтобы он был системой, т.е. по определению системы должен обладать полным (целостным) набором элементов, функционально взаимосвязанных между собой для достижения желаемого результата.

Следуя далее методологии системного подхода, необходимо рассматривать техническую систему в развитии, в связи с окружающей средой и т.д.

Развитие систем с позиций системного подхода (материалистической диалектики) происходит по спирали. Поэтому следующие законы Г.С. Альтшуллера:

- увеличение степени идеальности как направление развития;
- неравномерности развития частей системы – переход в надсистему;
- переход с макроуровня на микроуровень;
- совершенствование управляемости – характеризуют диалектические черты развития системы.

В заключение следует подчеркнуть не изолированность, а совместность действий всей совокупности законов развития техники, взаимосвязь антропогенного мира с естественным и социальным, что отвечает концепции системного подхода.

3.3. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

Сознательная жизнь человека, особенно творческая деятельность, представляет непрерывную последовательность принятия решений по многим вопросам и проблемам, вызываемым потребностью общества и его лично.

Дадим содержательное определение понятия «принятие решения». В силу своей многоплановости оно не может быть простым, тем более – однозначным. В связи с этим даем описание двух определений понятия «принятие решения», а именно:

- философское (общее), затрагивающее глубинные мыслительные процессы в познании мира;
- прагматическое (конкретное), описывающее методологию решения инженерных задач.

А. философский аспект.

Принятие решений в философском понимании представляется как процесс познания, идущий по пути обнаружения и преодоления противоречий. Постановка задачи осуществляется на первом этапе познания как итог наблюдения натуральных явлений, фактов.

На втором этапе познания в результате абстрагирования создается содержательная модель явления (системы). Вскрываются внутренние противоречия системы, определяются пути и средства преодоления этих противоречий, теоретически решается проблема.

На третьем этапе познания, осмысливая полученные результаты, вновь обращаются к эксперименту как единственному источнику доказательства достоверности полученного решения. Здесь устанавливается диалектика взаимосвязи (причинные связи) результатов с постановкой задачи, определяются новые задачи, совершенствуются старые решения. В этом суть циклического процесса познания.

Б. Прагматический аспект.

Принятие решения рассматривается как процесс, состоящий условно по меньшей мере из четырех этапов:

Первый этап – исследование проблемы и постановка цели (задачи).

Второй этап – разработка альтернативных вариантов нового (искомого) решения, т.е. поиск разных путей преодоления основного противоречия.

Третий этап – оценка и ранжирование альтернативных решений с точки зрения их приближения к требованиям, сформулированным в процессе постановки задачи.

Четвертый этап – тесно связан с предыдущими, как и все между собой. После выбора и утверждения одного из альтернативных вариантов необходимо глубокое и системное осмысление полученного результата. Если результаты неудовлетворительны, то необходимо вернуться к начальной стадии процесса, к следующему витку поиска решения.

Известно, что инженеров не обучают методам принятия решений, если не считать некоторых методов математического программирования, пригодных для решения ряда задач, поддающихся формализации. Но многие и многие задачи формализовать не удастся. Не обучают инженеров и системному подходу. Так что говорить о системном подходе к принятию решений не приходится. А ведь становление творческой личности проявляется, в конечном счете, в умении принять эффективное решение. Какую информацию надо собрать? Как действовать в условиях противоречивой избыточной или недостаточной информации? Мудрость решений приходится постигать «своим умом». Многие решения принимаются без должного обоснования, сознательного системного анализа.

По мере усложнения решаемых технических задач все большее значение приобретает методология научного и инженерного творчества.

Общие системообразующие методы, используемые в процессе принятия решений.

Принятие решений по Р. Акоффу. [6]

Акофф выделяет в системе для принятия решения следующие факторы – и в этом виден системный подход:

- Человек, принимающий решение, т.е. тот, кому предстоит решать проблемы. Может быть как отдельный индивидуум, так и небольшая группа людей и даже большой коллектив;
- управляемые переменные, т.е. параметры и ситуации, которыми может управлять лицо, принимающее решение;
- неуправляемые переменные, которыми не может управлять лицо, принимающее решение: в совокупности эти переменные образуют «окружающую среду» или «фон проблемы»;
- внутренние либо внешние ограничения на возможные значения управляемых и неуправляемых переменных;
- возможные исходы (решения, результаты) – должно быть не менее двух неравноценных, т.к. в противном случае не имеет значения, какое решение принять.

*Пять принципов поиска нового по системе
профессора П. К. Ощепкова. [7]*

Формулируя свои принципы, автор указывает на то, что они приемлемы не только при постановке и решении крупных естественнонаучных и технических проблем, но и при решении любого практического вопроса:

- 1) Анализ поставленной перед собой задачи с точки зрения ее современности и общественной потребности в ней. Раскрытие внутренних противоречий в процессах обусловивших или обуславливающих постановку задачи;
- 2) Проверка правомерности постановки задачи с точки зрения общих законов природы;
- 3) Проверка осуществимости решения задачи на современном уровне науки техники и производства;
- 4) Разработка общей системы решения задачи и выбор основного, т.е. определяющего эксперимента;
- 5) Анализ полученных результатов головного эксперимента и нахождение диалектической взаимосвязи их с поставленной задачей.

Логика.

В основе формально-логических методов принятия решений лежит использование логических законов выводного значения, полученного логически из предшествующих знаний без непосредственного отношения к опыту. Основателем логики считается Аристотель.

Одно из основных требований логики – обязательность последовательного непротиворечивого, обоснованного мышления. Нельзя считать истинными знания, содержащие логические противоречия. Логика помогает интенсифицировать любую умственную деятельность.

Логика – это плавный непрерывный процесс без скачков и разрывов. А как же с помощью логики объяснить диалектический скачок - переход количества в качество?

По-видимому, истина лежит, где то, посередине между привлекательными идеями нешаблонного мышления и жесткими правилами логики.

Что может ЭВМ.

Формализованную часть алгоритма принятия решения (т.е. целенаправ-

ленный перебор вариантов) ЭВМ, как помощник человека, может выполнять наилучшим образом: многократно расширенная область и количество перебираемых вариантов, быстроедействие ЭВМ позволяют выбрать лучшие из них.

Но ведь основная часть алгоритма системного подхода к принятию решения остается неформализованной, выполняется человеком до применения ЭВМ и строго ограничивает роль ЭВМ постановкой задачи, моделью, целью, критерием и т.д. Только при таком сознательном понимании роли ЭВМ человек может ее эффективно использовать.

Математический подход к принятию решений.

Лишь несколько десятилетий назад искусство принятия решений, которое базировалось на опыте, интуиции и здравом смысле в некоторой мере стало превращаться в точную математическую науку. Сейчас проблемы принятия решений изучаются специалистами в области системного анализа, исследования операций и управления используются многомерная теория полезности как самостоятельная научная дисциплина методы многокритериальных задач принятия решений, методы оптимизации. Важным этапом развития проблемы явились системы диалоговой оптимизации с широким использованием ЭВМ и устройств отображения данных.

Нейросетевые технологии.

Наш мир все активнее наполняется развивающимися интеллектуальными системами, нейрокомпьютерами, нейроподобными системами. Успешно развивается нейроинформатика и ее различные приложения от нейроинформатики до различных применений нейросетей в технике и технологиях, в финансовых и медицинских проблемах, в распознавании образов, диагностике, прогнозировании и многих других их задачах.

Привлекают новые большие возможности распараллеливания процессов, увеличения быстрогодействия, прямой связи между входными и выходными параметрами, умение нейросетей обучаться и доучиваться в процессе функционирования, реально отражать меняющиеся свойства обслуживаемого нейросетью объекта в течение его эксплуатации и др.

Эвристика как наука о творческом мышлении.

Эвристический метод часто рассматривается как то, что сокращает перебор различных вариантов решений в «лабиринте» поиска, т.е. несет как бы сокращающую функцию. Вместо последовательного систематического перебора вариантов, используемого для решения типичных задач, в нестандартных ситуациях используют эвристические нешаблонные оригинальные процедуры. Среди них имеются так называемые догадки – «ага-решения», когда решение еще не сформулировано, но способ его схвачен. Это и есть эвристика. Над проблемой можно работать годы, но идея может возникнуть мгновенно как результат озарения. Постепенно с накоплением такого опыта решений складывается у изобретателя свой собственный набор эвристических приемов. Их обобщение может сложиться в методику решения некоторых задач.

Мозговой штурм.

Этот наиболее известный и широко применяемый метод генерирования

новых идей появился в США в 1957 г. Идея его состоит в творческом сотрудничестве группы специалистов которые, являясь как бы единым мозгом, пытаются штурмом овладеть проблемой. В процессе такого штурма участники выдвигают и развивают собственные идеи, идеи своих коллег, используя одни идеи для развития других, комбинируя их.

Существует несколько модификаций мозгового штурма индивидуальный, массовый, письменный, двойной и обратный.

Конференция идей.

Конференция идей – одна из разновидностей коллективного творчества. От мозгового штурма она отличается, прежде всего, темпом проведения и проводится в виде совещания по выдвижению идей с допущением доброжелательной критики в форме реплик, комментариев и т.п. Считается, что критика может даже повысить ценность выдвинутых идей. Все выдвинутые идеи фиксируются в протоколе без указания авторов. Здесь заключается тот существенный смысл, что результаты конференции идей являются как бы коллективным трудом.

Деловые игры.

Деловые игры представляют собой метод имитации принятия управленческих и других решений в различных ситуациях (производственных и непроизводственных) путем игры по заданным правилам группы людей или человека с ЭВМ. Проигрывается множество ситуаций как бы произвольных. В действительности же в силу специфически дискуссионных приемов, плодотворность которых отмечали еще древние («истина рождается в споре») возникает ряд альтернативных решений.

Методы экспертных оценок.

Сущность этих методов состоит в использовании опыта работы эрудиции и интуиции высококвалифицированных специалистов способных находить решения в условиях трудно формализуемых ситуаций и недостаточной информации. Методы экспертных оценок позволяют квалифицировать (количественно выразить) качественные характеристики изучаемого объекта. При этом реализуются возможности системного подхода, поскольку интегрально используется информация, которой владеет группа экспертов.

3.4. МЕТОДЫ НАПРАВЛЕННОГО ПОИСКА РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ

Теория и алгоритм решения изобретательских задач (ТРИЗ и ЛРИЗ)

Г.С. Альтшуллера.

Эти приёмы разработаны известным изобретателем Г. С. Альтшуллером. В основе ТРИЗ лежит представление о закономерном развитии технических систем, а также патентный фонд содержащий описание многих миллионов изобретений, справочный фонд физических эффектов и явлений. На базе ТРИЗ создан ряд алгоритмов решения изобретательских задач АРИЗ-77 и ТРИЗ-85 как альтернатива малоэффективному и неперспективному старому способу «проб и

ошибок» и другим методам. [8]

ТРИЗ (теория решения изобретательских задач) является в настоящее время единственной методологией поиска новых решений, дающей стабильные положительные результаты доступной для массового изучения и использования в производственных условиях. Так считают многие сторонники и последователи Г. С. Альтшуллера разработавшие "изобретающую машину".

Теоретическим фундаментом ТРИЗ, наряду с законами развития технических систем, является анализ и обработка больших массивов патентной информации. В качестве ключевых понятий в ТРИЗ выступают:

- изобретательская ситуация (описание технической системы с указанием на тот либо иной недостаток);
- техническое противоречие. Это понятие основывается на том, что поскольку техническая система представляет собой целостный «организм» (систему), то попытки улучшения одной ее части (функции, свойства) приводят к неминуемому ухудшению других частей.

Решить изобретательскую задачу – значит выявить и устранить техническое противоречие.

Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) – пример применения материалистической диалектики и системного подхода к процессу технического творчества. Методика основана на учении о технических противоречиях (ТРИЗ). «Процесс решения – это последовательность операций по выявлению, уточнению и преодолению технического противоречия. Последовательность, направленность и активизация мышления достигаются при этом ориентировкой на идеальный конечный результат (ИКР), т.е. идеальное решение, способ, устройство».

Синектика.

В основу синектики (синектика – греч. совмещение разнородных элементов) положен мозговой шторм, отличающийся от обычного тем, что здесь используются постоянные группы, составленные из специалистов разных профессий. Рекомендуются, чтобы члены синектической группы (кроме руководителя) перед началом работы не знали сути рассматриваемой проблемы, что позволяет им абстрагироваться от привычного стереотипа мышления, успешнее преодолевать психологическую инерцию мышления. Ибо, как считают авторы метода, умственная деятельность человека более продуктивна в новой, незнакомой ему обстановке.

Метод контрольных вопросов.

Метод контрольных вопросов позволяет с помощью наводящих вопросов подвести к решению задачи. В практике изобретательства применяются специально разработанные вопросники, например «Контрольные вопросы для рационализации узлов», «Контрольные вопросы для рационализации деталей» и др.

Каждый участник получает блокнот, в который в общих чертах ежедневно заносит возникающие в рассматриваемой проблеме идеи. Одновременно формулируются наиболее целесообразные направления исследования на последующие этапы работы. Кроме того, в блокноте фиксируются идеи, хотя и находящиеся несколько в стороне от основной проблемы, но развитие которых может оказаться полезным для нахождения конечного решения.

Участники в конце работы сдают свои блокноты руководителю группы для систематизации материалов. Затем следует творческое обсуждение систематизированного материала всеми членами группы. Для выбора окончательного решения используется «мозговой штурм» или иной аналогичный метод.

Метод морфологического анализа.

Метод основан на комбинаторике те на систематическом исследовании всех возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) анализируемого объекта.

Путем комбинирования получают большое число различных решений (известных и новых), ряд которых представляет практический интерес.

Метод «матриц открытия».

Здесь, как и в морфологическом методе исследуются все мыслимые варианты, вытекающие из закономерностей морфологии совершенствуемого объекта. Суть метода в построении таблицы, в которой пересекаются два ряда характеристик вертикальный и горизонтальный.

Метод функционального изобретательства.

Метод функционального изобретательства предназначен для ситуаций, в которых существующие конструкции достигли предела своего развития.

Метод функционального изобретательства включает следующие основные этапы:

- 1) Определение функции каждого конкретного элемента существующего решения.
- 2) Определение основной функции по отношению к которой другие выступают в качестве вспомогательных.
- 3) Определение изменений основной функции, которые могут привести к совершенствованию данной конструкции.
- 4) Объединение результатов второго и третьего этапов для нахождения новой (измененной) основной функции.
- 5) Поиск альтернативных решений деления новой основной функции на вспомогательные и закрепление каждой из них за конкретным элементом конструкции.

Стратегия системного поиска резервов.

Стратегия системного поиска резервов выражает методику, обеспечивающую выявление резервов в местах их наибольшей концентрации. Основана она на специально разработанных принципах: принципы совместной работы технических служб, принципы оптимальной детализации, принципы последовательности, принцип предпочтения (приоритета) и др.

Другие методы.

В обзорах современных методов принятия решений отмечается что в настоящее время имеется уже несколько сотен методов, что они ориентированы на различные классы задач, и их авторы не имеют общих позиции на природу инженерного творчества. Отсутствует установившаяся классификация этих методов. Например, автор выделяет четыре группы методов [7]:

- 1) Методы случайного поиска (мозгового штурма, записной книжки Хефеле, фокальных объектов, гирлянд Крика, правила Тринга и Лейтуэйта, контрольные вопросы Осборна, рекомендации и вопросы Эйлоарта, советы и вопросы Пойа, постановка новых целей, синектика, интегральный метод «Метра»).
- 2) Метод функционально структурного исследования (морфологический ящик, матриц открытия, десятичные матрицы поиска, комбинаторики, ступенчатого подхода, функционального изобретательства, проектирования Фанге, конструирование по Байтцу, алгоритмический избирательный метод конструирования по каталогам, системное конструирование по Ханзену, методическое конструирование по Роденакеру, синтез изделия по Тьялве, конструирование по Келлеру, вепольный анализ).
- 3) Метод поиска (метод Баргини, АРИЗ, обобщенный эвристический алгоритм, комплексный метод поиска).
- 4) Проблемно-ориентировочные методы (фундаментальный метод проектирования Матчетта, индуцирование психоинтеллектуальной деятельности систематической эвристики).

3.5. О "ЧЕЛОВЕЧЕСКОМ ФАКТОРЕ" В ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

Процесс принятия решения даже в технических вопросах нельзя отделить от "человеческого фактора" – от психологических и социально-экономических факторов, от особенностей личности, в частности смелости и умения ввести (включить) в решение некоторую степень риска. Под риском понимается не поведение игрока, а умение качественно учесть интуитивно некоторые факторы.

По мнению профессора В. Абчука, ученого в области исследования операций:

«Выработка верных решений – это не только наука. Наряду с исследованием операций для обоснованного выбора сегодня, как и в прошлом, большое значение имеют знание конкретного дела, а также интуиция, опыт, чутье все то, что называется словом "искусство". Но ведь между наукой и искусством нет непроходимой пропасти. Наука, говорит, прежде всего, мера. А искусство – чувство меры. В их единстве и рождается высшая мудрость.

Исследование операции – важнейший инструмент для выработки концентрированной мудрости - верных решений во всех областях целенаправленной деятельности человека могучее средство повышения эффективности и качества общественного производств.

Сегодня предмет исследование операции включен в программы ряда вузов. Дело явно идет к тому, чтобы завтра основами столь нужного знания овладели еще в школе».

Необходимо добавить, что сегодня еще многие и многие вопросы являются искусством. Всегда, как не велики будут успехи формализации принятия решения, будет существовать область недоступная, где властвует человек.

Это не только область эмоции вкусов воспитания и становления личности. Наука принятия решений, ЭВМ и техника будут мощным инструментом в руках людей, доставляя им варианты из области хороших решений. Ставить задачу и принимать окончательное решение будет человек.

Глава 4. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ АКТИВНОЙ ТВОРЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ

4.1. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД КАК МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

В основе системного подхода, как методологии научного познания, лежит исследование субъектов – учащейся молодежи как составляющей части систем, включающих, кроме того, и педагогический персонал. Системный подход не существует в виде строгих педагогических концепций.

Он выполняет свои эвристические функции, оставаясь совокупностью образовательных принципов, основной смысл которых состоит в соответственном ориентировании педагогических исследований в области формирования активной творческой позиции выпускников вузов технических направлений как основы будущего России и разработки ее национальной идеи.

Система есть большее, чем совокупность подсистем, входящих в систему. С повышением сложности систем появляются новые качества, которых на уровне подсистем еще не было.

Системность образования выступает как совокупность межкультурных, лингводидактических, дискурсивных и межличностно-коммуникационных знаний и умений, в основе которых лежит коммуникабельность, стремление к диалогу и взаимопониманию между коллегами [9÷13].

Принятие такого положения требует разработки новых методических подходов к формированию активной творческой позиции [6÷8, 14÷16].

Методология формирования активной творческой позиции выпускников вузов технических направлений в условиях переходного периода и устойчивого развития страны затрагивает основы образовательной системы Российской Федерации [4, 17].

Социально-экономические изменения в образовании выступают как решающее условие его эффективного реформирования и устойчивого развития [13].

Переходный период экономически раскрепостил систему образования, внес коренные изменения в сознание, социальную психологию и ориентиры образовательной среды [18, 19].

В переходе к устойчивому развитию Россия имеет ряд особенностей: высокий интеллектуальный потенциал и наличие мало затронутых хозяйственной деятельностью территорий, составляющих более 60 % всей территории страны,

благодаря которым она играет роль лидера в переходе к инновационной модели развития общества, в целом, и образования, в частности.

Современный этап развития инновационных процессов в педагогике отличается тенденция к ликвидации разрыва между процессами их восприятия, адекватной оценки освоения и применения их на практике [5].

В качестве методологической базы построения концептуальной модели педагогического управления формированием активной творческой позиции выпускников вузов технических направлений выступает семиотико-ситуационный подход, который обладает теоретико-методологическим потенциалом, способствует обновлению форм и методов подхода для решения поставленной проблемы, что переводит его в русло педагогической инноватики [12].

Однако любая реализуемая педагогическая инновация имеет тенденцию превращаться в стереотип мышления и практического действия, что является барьером на пути реализации других новшеств.

Россия вышла из системного кризиса, обрела относительно стабильное и безопасное состояние, из которого начинается переход на траекторию устойчивого развития.

В Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию речь идет об инноватике как целевой ориентации устойчивого развития, таком этапе развития цивилизации, когда критерием индивидуального и национального богатства станут духовные ценности и знания человека, живущего в гармонии с окружающей средой.

Появление человека в ряду восходящих жизненных форм означает, что эволюция переходит к употреблению новых средств психического, духовного порядка. Действительно, эволюция в своем первом мыслящем существе произвела небывалое орудие своего дальнейшего развития: разум, обладающий самосознанием, возможностью глубинно познавать и преобразовывать себя и мир.

Специфика перехода России к устойчивому развитию связана с тем, что этот переход по историческим масштабам времени совпадает с переходом к демократии и рыночным отношениям. Стратегия устойчивого развития находится в фокусе формируемой национальной идеи, при этом Россия обретает шанс уйти от модернизационно-догоняющих преобразований, уводящих на периферию мирового развития, к опережающим и сбалансированным действиям путем принятия комплексных решений в духе новой цивилизационной парадигмы.

Национальная идея формируется как объективная реальность в процессе реализации стратегии национальной безопасности: нравственной, политической, идеологической, научно-технической, военной, экономической и идеологической (рис. 2).

Такая стратегия воплощается в жизнь на основе концепции историко-культурной памяти и формирования активной творческой позиции выпускников вузов технических направлений по схеме школа–вуз–аспирантура.

В связи с вышеизложенным содержательно-смысловым наполнением концепции педагогического управления формированием активной творческой позиции выпускников вузов технических направлений выступает концептуальная модель, представляющая собой динамическую систему межкультурных, лингводидактических, дискурсивных и межличностно-коммуникационных знаний [19].

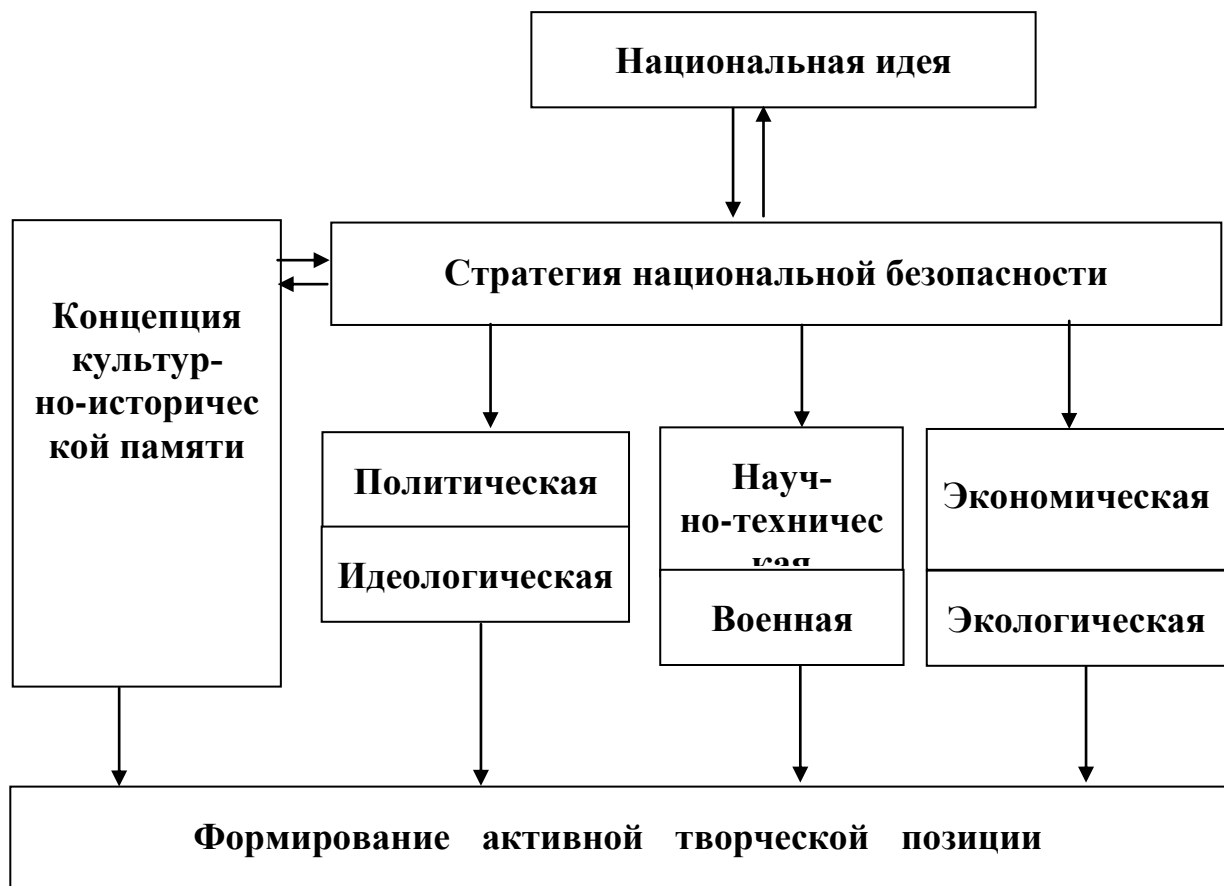


Рис. 2. Схема формирования национальной идеи

Каждый компонент есть подсистема, являющаяся составной частью всей системы, в силу чего обладает атрибутами, свойственными самоорганизующимся, саморазвивающимся системам, имеет собственную логику развития и не является логикой суммы развития каждой подсистемы в отдельности.

Педагогические инновации обеспечивают развитие преподавателей и студентов на основе качественных изменений самого образовательного процесса: вариативности содержания образования, методических модификаций и изменения способов взаимодействия всех его субъектов на основе рефлексии как механизма и условия развития инновационной деятельности [5, 13, 18].

Инновационная концепция формирования активной творческой позиции выпускников вузов технических направлений выдвинула на первое место интеллектуально-духовные и информационно-творческие факторы и ресурсы.

Инновационное образование развивается на базе ценностно-рефлексивного взаимодействия, в основе которого открытость к новому опыту, готовность к партнерству и отраженной субъективности (представленности в других), реализация высших духовных потребностей участников образовательного процесса, которые обращены к проявлению себя в избранном виде деятельности, что способствует самореализации внутреннего потенциала [5, 20].

Становление человека как профессионала связано с его становлением как личности и развитием его самосознания.

Профессиональное самосознание представляет собой сложное личностное образование, которое формируется под воздействием профессиональной среды и

активного участия субъекта в профессиональной деятельности. Сюда входят профессиональные представления, отношение личности к самой себе как профессионалу, собственному профессиональному становлению и самосовершенствованию.

По мере формирования профессионального самосознания происходит становление активной творческой позиции личности.

Профессиональное самосознание значительно изменяется в процессе подготовки будущего магистра. При этом возможна как положительная, так и отрицательная динамика. Направление вектора изменения профессионального самосознания впоследствии скажутся на результатах профессиональной деятельности и удовлетворенности этой деятельностью.

В соответствии с взглядами В.И. Вернадского, мысль уже превратилась в явление планетарного масштаба и развитие человечества возможно лишь как согласованный путь коэволюции человека и природы.

Регуляция природы определяет себя как принципиально новая ступень эволюции, как сознательно-волевое преобразовательное действие, выполняемое «существами разумными и нравственными, трудящимися в совокупности для общего дела».

Научная мысль – такое же закономерно неизбежное, естественное явление, возникшее в ходе эволюции живого вещества, как и человеческий разум, и она не может, по глубочайшему убеждению В.И. Вернадского, ни повернуть вспять, ни остановиться, ибо таит в себе потенцию развития фактически безграничного.

Дальнейшее развитие человечества, по Вернадскому, будет состоять «в изменении форм питания и источников энергии, доступных человеку», что обеспечивается интеграцией всех стран при решении глобальных экологических и экономических проблем.

У будущих молодых учёных под влиянием мировых интеграционных процессов возникает необходимость развития таких качеств, как инициативность, предприимчивость, мобильность и адаптируемость к изменяющимся условиям жизни и профессиональной деятельности.

Интеграция в мировую научно-педагогическую школу, например, такую как Ассоциацию ТИМЕ – объединение ведущих технических университетов Европы дает возможность свободно обмениваться студентами, преподавателями и получения второго диплома.

В соответствии с Федеральной целевой программой, на развитие нанотехнологий в 2007 году выделено порядка 15 миллиардов рублей. По оценкам специалистов, рынок нанотехнологий России в 2013÷2015 г.г. будет измеряться триллионом рублей, а мировой рынок превысит триллион долларов.

Нанотехнологическая революция – процесс длительный и займет десятилетия. Однако дипломированные специалисты нужны и выпускаются уже сегодня [5].

Газонефтяная и угольная экономика ведет человечество к общемировой экологической катастрофе. Ископаемые топлива будут постепенно вытесняться новым экологически чистым энергоносителем – водородом.

В начале XXI в. обеспечение безопасности государства, общества, личности, всей человеческой культуры зависит не только от отдельно взятого объекта и субъекта безопасности, но и от того, осуществляется ли переход к устойчивому

развитию всего человечества. Кроме того, это означает, что любые процессы на любом направлении глобализации – экономическом, финансовом, культурном, информационном и т.д. – также должны "работать" не на старую модель цивилизации, а на глобально-управляемое устойчивое развитие.

Переход к устойчивому развитию предполагает обеспечение безопасности во всех отношениях, а всеобщая безопасность, как уже отмечалось, также реализуется на пути устойчивого развития. Столь тесная взаимосвязь всеобщей (и глобальной) безопасности страны и мирового сообщества и устойчивого развития и определяет особенности дальнейшего человеческого существования. В качестве методологической основы подобного видения должны использоваться все средства исследования будущего, включая прогностические, футурологические, системные, ноосферные и другие подходы, определяющие специфику проблемы безопасности [19].

Устойчивое развитие – это не только системное единство экономических, социальных и экологических видов и аспектов деятельности, но и имманентная взаимосвязь развития и безопасности, это обеспечение безопасности через развитие и развитие через обеспечение безопасности.

При комплексной ориентации устойчивого развития добавится группа индикаторов, отражающих информационно-духовные характеристики развития, которые в перспективе будут становиться все более весомыми, по сравнению с упомянутыми тремя группами "материальных" индикаторов.

4.2. ВОСПИТАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

На пути движения к устойчивому развитию все страны становятся развивающимися, но не в традиционном экономическом понимании. В рамках трехиндикаторной модели устойчивого развития (экономика, социальная сфера, экология) важно соблюдать баланс развития по всем трем группам (измерениям) параметров, а не только по одной из них, подтягивая отстающие индикаторы до уровня, соответствующего новой цивилизационной модели.

Воспитание экологической культуры выпускников ВУЗов технических направлений и общества в целом является одним из ключевых условий решения экологических проблем и устойчивого развития общества. Экологическая культура рассматривается в ключе социальной адаптации человека к современным быстро меняющимся социоприродным условиям. Экологическая культура предполагает формирование признаваемых обществом правил, представлений, норм, моделей поведения человека в социоприродной среде. Миссия экологического образования – обеспечить идеологическую основу выживания человечества и сохранения природы на планете Земля.

Выделяются следующие компоненты экологической культуры: когнитивный, ценностно-смысловой, коммуникативно-деятельностный, эмоционально-эстетический.

Образ выпускника высшей школы с высоким уровнем экологической культуры представляет собой совокупность следующих составляющих:

Когнитивная составляющая экологической культуры выпускника:

Выпускник ВУЗа технического направления обязан усвоить объём знаний, умений и навыков современной экологии с учётом региональной специфики, определённый Региональным образовательным стандартом по экологии для высших школ региона [21].

Эмоционально-эстетическая составляющая экологической культуры выпускника:

Выпускник способен:

- обладать развитым чувством любви к природе, понимать её красоту, уважительно относиться к людям, живущим рядом;
- проявлять эмоционально-положительное отношение к различным формам жизни;
- оценивать эстетический потенциал дома, ближайшего окружения школы и проявлять практическую деятельность по усилению его эстетической значимости;
- проявлять рефлексивное и эмпатийное отношение к миру природы и людей.

Ценностно-смысловая составляющая экологической культуры выпускника:

Выпускник способен:

- быть готовым к принятию экологического императива как одного из ключевых мотивов поведения;
- быть готовым к принятию принципов, направленных на установление гуманистических (ноосферных) отношений между людьми в обществе;
- занимать активную экологически целесообразную позицию в вопросах, касающихся состояния окружающей среды как на глобальном, так и на региональном и локальном уровнях, быть готовым к экологически целесообразной деятельности;
- ощущать ответственность перед собой, своими современниками и потомками в вопросах, касающихся взаимоотношений как собственных, так и общества в целом с окружающей средой.

Коммуникативно-деятельностная составляющая экологической культуры выпускника

Выпускник способен:

- работать с источниками разнообразной экологической информации, критически анализировать её, соотнося с собственным опытом и знаниями, систематизировать информацию;
- осуществлять созидательные экологичные действия в реальной жизни в быту и будущей профессиональной деятельности;
- реализовывать нормы экологически безопасного поведения, способствующего сохранению как природы, так и человека;
- вести здоровый образ жизни;
- прогнозировать результаты своих действий в окружающей среде;
- проводить исследования социоприродного окружения школы;
- участвовать в обсуждении экологических проблем, формулировать собственную позицию в ходе дискуссий и аргументировать её на основе знаний по региональной экологии;

- вести пропаганду экологически целесообразного поведения.

В организации экологического образования делается акцент на его огромный потенциал в воспитании социально активной, граждански мыслящей личности, патриота своей страны.

Экологическая культура играет судьбоносную роль для человечества, а потому особо останавливаются на проблеме воспитания экологической культуры как части патриотического образования. Цель патриотического воспитания: привитие преданности и любви к своему Отечеству, своему народу и природе. Патриотизм включает в себя:

- активную жизненную позицию;
- готовность к совершению осознанных социально значимых и экологически грамотных поступков, в том числе таких, которые требуют самодисциплины и самоограничения;
- ответственность за принятие решение и свершение поступков не только перед ныне живущими поколениями, но и перед будущими.

Для России экологическое образование призвано сыграть решающую роль в становлении её будущего. Ведь Россия – это самая большая страна в мире, которая славится природными богатствами. В геополитическом контексте Россия – мост между Европой и Азией. И в тоже время – это страна парадоксов. Имея богатые природные ресурсы, на мировой арене наша страна рассматривается в первую очередь как сырьевой ресурс. Для России идеологией для патриотического воспитания должна стать идеология сохранения родной страны с её богатым природным и культурным разнообразием. И тогда на мировой арене страна будет иметь статус не только богатого мирового природного ресурса.

На основе системного подхода осуществляется подготовка творчески активных выпускников вузов для работы в ВУЗах, научно-исследовательских институтах и на промышленных предприятиях.

В практической плоскости содержание концепции формирования активной творческой позиции выпускников вузов технических направлений находит отражение в функциях управления: планирования, мотивации, организационной, контроля и межличностного общения [15].

Функция планирования включает научное осмысление и анализ теории управления формированием активной творческой позицией.

Планирование реализуется через подфункции: прогнозирование, моделирование и программирование.

Функция мотивации обеспечивает усвоение каждым учащимся научно-технического материала, развитие потенциальных возможностей волевой сферы, эмоциональных и нравственных качеств.

Организационная функция реализует инновационные образовательные технологии, планы и педагогические решения профессорско-преподавательского состава через межличностные отношения по схеме «учащийся – преподаватель – учащийся».

Функция контроля обеспечивает своевременное выявление и прогнозирование вероятностно-определенных и неопределенных отклонений от заданных целей управления становлением активной творческой позиции, а также реализует управленческие решения для формирования ее положительной динамики.

Функция межличностного общения реализуется в системе обмена информацией, мировоззренческими взглядами в ходе личного общения учащегося и преподавателя в процессе аудиторных и внеаудиторных занятий, основанного на принципах партисипативности, продуктивности и субъектности.

4.3. РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА

Развитию творческих способностей человека и повышению его технической грамотности помогает техническое творчество, без которого немислим прогресс человечества. Сегодня общепризнанна ключевая роль высшей школы в формировании интеллектуального потенциала подрастающего поколения.

В организации самостоятельной работы будущих магистров идет информационная подготовка и общий поиск ценностно-ориентированного замысла решения поставленной задачи, критическое осмысление ранее полученных знаний. Создается проблемная ситуация, осмысливается студентами, затем идет творческий поиск ее решения методами мозговой атаки, эвристических приемов и морфологического анализа – синтеза технических решений (Рис. 3.).

Развитие творческого потенциала молодежи осуществляется в рамках индивидуальной работы, на лекциях и семинарах, где студентами приобретаются навыки инженерного творчества и практического патентования.

Большинство курсовых работ и проектов выполняются на уровне изобретений, полезных моделей и промышленных образцов, которые впоследствии оформляются соответствующими заявками в РОСПАТЕНТ, а разработанные программы для ЭВМ и базы данных в Российское агентство по правовой охране (РОСАПО).

Объекты интеллектуальной собственности, защищенные патентами и свидетельствами Российской Федерации, являются составной частью магистерской диссертации, работа над которым начинается уже с 3-го курса бакалавриата.

Студент-выпускник в своем багаже имеет не менее 10 печатных работ: патентов на устройства и системы, свидетельств на программные продукты и базы данных, статей в журналах и тезисов докладов на научно-технических конференциях как внутривузовских, так и российских и международных. На базе магистерской работы выпускник выполняет в соавторстве с руководителем методические указания по самостоятельной работе для младших курсов бакалавриата (рис. 4).

Защищённая магистерская работа является основой будущей кандидатской диссертации, которая выполняется менее чем за три года. Кадры высшей квалификации составляют резерв для пополнения профессорско-преподавательского состава института [5].

Один из главных недостатков в подготовке большинства выпускников технических магистерских направлений и инженерных специальностей – неумение самостоятельно ставить новые задачи, неумение решать задачи поиска конструкторско-технологических решений на уровне изобретений, обеспечивающих в итоге повышение качества продукции и достижение ею мирового уровня, всестороннюю интенсификацию и экономию ресурсов. учебный процесс в основном построен на

решении таких теоретических и практических задач, для которых уже имеется готовая постановка задачи, даётся способ её решения в виде чёткого алгоритма, имеются примеры решения задач данным способом, а преподавателю (а часто и студенту) известен ответ. при этом решение задачи часто превращается в рутинную работу, не требующую глубоких творческих размышлений [20].

В дополнение к приобретению навыков решения таких задач (что выпускник также должен уметь хорошо делать!) будущий магистр обязан овладеть знаниями и навыками решения творческих научных и инженерных задач, в которых нет готовой постановки, неизвестен способ решения, нет близких примеров решения аналогичных задач, а преподавателю – неизвестен ответ, имеющий несколько вариантов.

Поэтому первоочерёдная задача – осуществить решительный поворот от массового, валового обучения к усилению индивидуального подхода, развитию творческих способностей будущих специалистов... Процесс формирования магистерских кадров должен быть подчинён развитию у них навыков самостоятельного технического творчества, системного анализа технико-экономических проблем, умения находить эффективные решения.



Рис. 3. Схема формирования изобретательской активности студентов

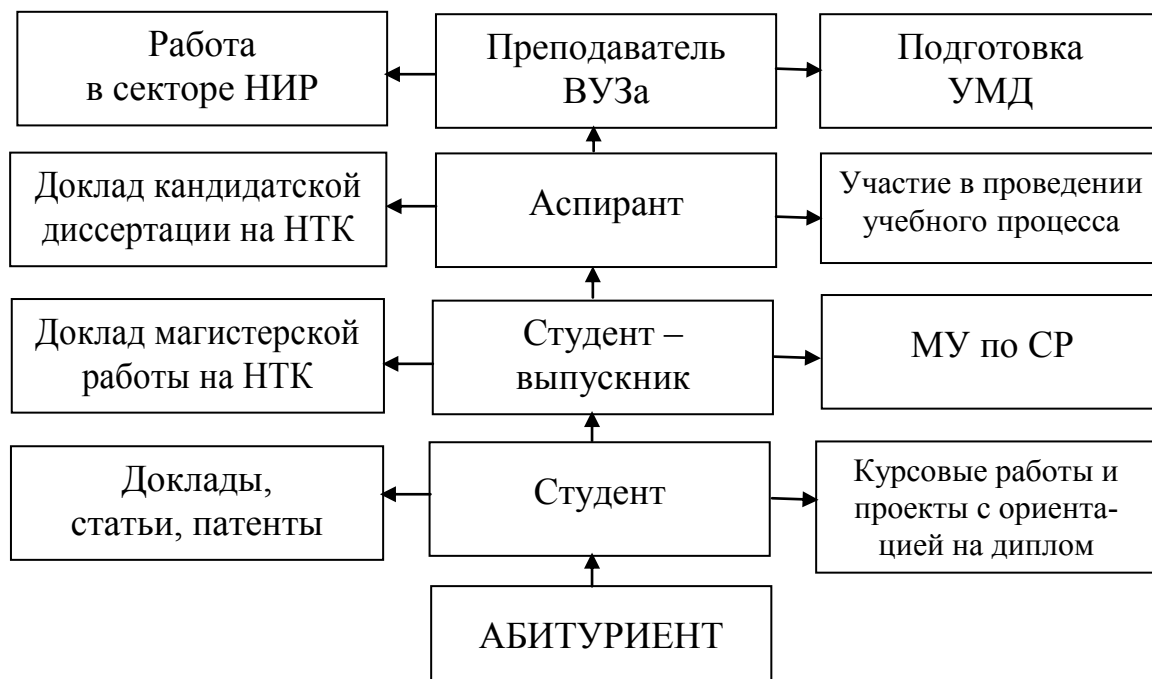


Рис. 4. Этапы формирования активной творческой позиции молодёжи:
 НИР – научно-исследовательская работа;
 НТК – научно-техническая конференция;
 УМД – учебно-методическая документация;
 МУ по СР – методические указания по самостоятельной работе

Наивысшие достижения технического творчества заключаются в нахождении глобальных оптимальных принципов действия и структур технического объекта.

Любое отдельное техническое решение, как правило, можно описать единым набором переменных (изменяемых параметров)

$$X = (x_1, \dots, x_n), \quad (1)$$

которые могут изменять свои значения в некотором гиперпараллелепипеде

$$a_i \leq x_i \leq b_i, \quad i = 1, \dots, n, \quad (2)$$

где для расширения области поиска не рекомендуется накладывать жестких ограничений на a_i, b_i .

Математическая модель проектируемого изделия ставит в соответствие каждому набору значений (1) некоторый критерий качества (функцию цели) $f(x)$ и накладывает на переменные (1) дополнительные ограничения, представляемые чаще всего в виде системы нелинейных неравенств

$$g_j(X) \geq 0, \quad j = 1, \dots, m, \quad (3)$$

Тогда задача поиска оптимальных параметров технического решения состоит в нахождении такого набора (1), который удовлетворяет неравенствам (2) и (3) и обеспечивает глобальный экстремум критерию качества. Для определённости будем считать, что отыскивая минимум, и, если обозначим через D область допустимых решений, удовлетворяющих неравенствам (2), (3), получим задачу математического программирования в n -мерном пространстве: найти точку $X^* \in D$, такую, что

$$F(X^*) = \min_{x \in D} F(X) . \quad (4)$$

Часто в задачах параметрической оптимизации на переменные или часть из них наложены условия целочисленности или дискретности. В этом случае область поиска D становится заведомо многосвязной, а сама задача с математической точки зрения – многоэкстремальной.

Рекомендуемый алгоритм случайного поиска в подпространствах можно записать в виде следующих рекуррентных выражений

$$\begin{aligned} \bar{X}_{i+1} &= \bar{X}_i + \Delta \bar{X}_{i+1} ; \\ \bar{X}_i &= \bar{X}_{i-h} \text{ при } f(\bar{X}_{i-1}) < f(\bar{X}_i) \vee g(\bar{X}_i) < 0 . \end{aligned} \quad (5)$$

Здесь h – число последовательно неудачных шагов поиска.

ΔX_{i+1} определяется по формуле

$$\Delta X_{i+1} = \begin{cases} \alpha \bar{\xi}_{i+1} & \text{при } (i=0) \vee (|\Delta \bar{X}_i| = |\Delta \bar{X}_{i-1}|) \wedge \lg(\bar{X}_i) < 0 ; \\ \Delta \bar{X}_i & \text{при } [f(\bar{X}_{i-1}) \geq f(\bar{X}_i) \wedge q(\bar{X}_i) \geq 0] ; \\ -\Delta \bar{X}_i & \text{при } (|\Delta \bar{X}_i| \neq |\Delta \bar{X}_{i-1}|) \wedge (h \geq 1) , \end{cases} \quad (6)$$

где α – максимальная величина рабочего шага поиска;

$\bar{\xi}_{i+1}$ – вектор случайных чисел;

$\Delta \bar{X}_{i-1}, \Delta \bar{X}_i, \Delta X_{i+1}$ – векторы приращений на $(i-1)$ -м, i -м, $(i+1)$ -м шагах поиска;

$\bar{X}_i, X_{i+1}, \bar{X}_{i-h}$ – векторы, описанные по формуле (1);

$f(\bar{X}_{i-1}), f(\bar{X}_i), f(X_{i+1})$ – значения критериев качества после осуществления

$(i-1)$ -го, i -го, $(i+1)$ -го шагов поиска.

Вектор случайных чисел

$$\begin{aligned} \bar{\xi}_{i+1} &= (0, \dots, 0, \xi_k^{i+1}, \xi_{k+1}^{i+1}, \xi_l^{i+1}, 0, \dots, 0); \\ \xi_k^{i+1} &= \xi_{k+1}^{i+1} = \dots = \xi_l^{i+1} = \psi , \end{aligned} \quad (7)$$

где ψ – случайное равномерное число, выбираемое из интервала $[-1, 1]$;

k и l – случайные целые числа, распределённые на отрезке $[1, n]$ и упорядоченные соотношением $k \leq l$.

Изложенный локальный алгоритм случайного поиска имеет также смысл использовать самостоятельно, а не как процедуру шага локального поиска в алгоритме глобального поиска. Более того целесообразнее работать только с локальными алгоритмами, чтобы почувствовать и ощутить существование сложной многомерной многоэкстремальной поверхности и научиться ориентироваться в такой ситуации.

Полученную оптимальную форму рекомендуется проанализировать с точки зрения приобретения ею симметрии в соответствии с законами симметрии технического объекта.

Недостаточный воспитательный потенциал высшей школы по формированию

активной творческой позиции в настоящее время в значительной степени обусловлен:

- неподготовленностью педагогических кадров к воспитательной работе в новых условиях;
- утратой частью преподавателей чёткого и современного представления о своём месте и роли в процессе воспитания будущего выпускника;
- утратой студентами и педагогами определённых нравственных принципов.

Определённая часть преподавателей сосредоточилась на усложнившихся собственных жизненных проблемах, что объективно обусловлено современными условиями жизни и работы госбюджетного служащего. Многие из них, потеряв веру в успех, рассматривают воспитание, как второстепенную деятельность, психологически и профессионально не способны её осуществлять, проявляют пассивность, неумение влиять на сознание и чувства студенчества. Часть преподавателей не видит смысла в воспитании студентов в условиях отсутствия чёткой стратегии развития российского общества и образовательной системы.

Отрицательно влияет на воспитательную систему снижение в обществе социального статуса научно-педагогических работников, отсутствие у преподавателей материальных и моральных стимулов для эффективного педагогического труда.

Серьёзной проблемой в воспитательном процессе является отсутствие актуальной методологии этой работы. Остро встаёт вопрос разработки новых технологий воспитания студенчества (новых психолого-педагогических установок, методов и форм), отвечающих современным социально-экономическим, духовным и образовательным условиям развития общества.

Для части студентов внеучебное время становится рабочим временем. Уровень общей культуры и широты интересов учащихся падает, идёт активное отчуждение от принятых ранее в нашей стране нравственных ценностей. В условиях становления новых демократических порядков становится очень важной ориентация студенческой молодёжи на жизненный успех и социальную активность.

Характеризуя общее состояние воспитательной деятельности в высшей школе необходимо отметить, что система воспитания во многом пришла в упадок, стала малоэффективной, не соответствующей современным сложным процессам, происходящим в обществе. Необходим поиск и реализация новых эффективных форм и методов работы по осознанию студентами значимости духовных и культурных ценностей и созданию условий для их целенаправленного освоения.

Организация внеучебной воспитательной работы со студентами направлена на личностно-профессиональное развитие самосознания во время часов совместного общения и социально-психологического тренинга с целью формирования у будущих магистров полного и целостного представления о предстоящей трудовой деятельности, развитие потребности в понимании самого себя как будущего профессионала.

Работа по воспитанию экологической культуры выпускников невозможна без целенаправленной региональной экологической политики, опирающейся на тесное взаимодействие учителей, организаторов-управленцев, учёных, специалистов-экологов и широкой экологической общественности.

Глава 5. МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ТВОРЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

5.1. ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО В РОССИИ

Изобретательство – творческий процесс, приводящий к новому решению задачи в любой области техники, культуры, здравоохранения или обороны, дающий положительный эффект. Изобретательство также является одна из важных форм непосредственного участия субъекта в техническом прогрессе и совершенствовании производства.

Изобретатели – творческие, целеустремленные люди, сумевшие благодаря силе своего интеллекта и настойчивости, создать новые технические приспособления, делающие человеческую жизнь удобнее. Для большинства изобретателей крайне важно творческое отношение к выполняемой деятельности, а также психологическая готовность много трудиться и учиться.

Не всегда удается проследить последовательность творческой мысли великих изобретателей. Все они, по большей части, были людьми неординарными и почти не излагали ход своих рассуждений даже в письмах. Между тем, внимательное изучение биографий великих изобретателей дает некое представление о принципах, на которых основаны гениальные научно-технические разработки [22]².

² Прообраз первого автомобиля был создан крепостным крестьянином Нижегородской губернии Леонтием Шамшуренковым и представлен в Петербурге 1 ноября 1752 года. Это была четырехколесная самобеглая коляска, которая двигалась благодаря мускульной силе двух человек, развивая скорость до 15 км/ч. Следующей попыткой создания самоходного экипажа стала "самокатка" русского конструктора, изобретателя и инженера Ивана Кулибина, на которой он разъезжал по улицам Петербурга в 1791 г. Его трёхколёсный механизм развивал скорость до 16,2 км/ч и содержал почти все основные узлы будущего автомобиля, введённые впервые – коробку скоростей, тормоз, маховое колесо, подшипники качения.

Вертолёт – первая в мире документированная практическая разработка летательного аппарата тяжелее воздуха была выполнена русским ученым М.В.Ломоносовым. В 1754 г. он построил модель, работавшую по принципу вертолета с соосными винтами. Однако это устройство не подразумевало пилотируемых полётов – основным предназначением данного прибора были метеорологические исследования – всяческие измерения на разных высотах (температура, давление и т. д.). Из документов можно понять, что идея эта не нашла воплощения, в то же время можно сделать вывод о том, что это был первый настоящий прототип вертолёт.

Генератор трёхфазного переменного тока разработан М. Доливо-Добровольским. Сегодня 95% электроэнергии передаётся и потребляется в виде трёхфазного тока.

Гусеница. Первый гусеничный движитель (без механического привода) был предложен в 1837 г. штабс капитаном Д. Загряжским. Его гусеничный движитель строился на двух колесах, обведённых железной цепью. А в 1879 г. русский изобретатель Ф.Блинов получил патент на созданный им "гусеничный ход" для трактора. Он его называл "паровоз для грунтовых дорог".

Самолёт. Исторические документы неопровержимо доказывают, что первый в мире самолет был создан в России Александром Федоровичем Можайским. 3 ноября 1881 г. он получил первый в мире патент на самолет, построенный в сентябре 1876 г. – на двадцать лет

Первым законодательным актом о советских изобретениях был декрет СНК РСФСР "Положение об изобретениях", подписанный В. И. Лениным 30 июня 1919.

В СССР изобретательство носило плановый характер: разрабатываются перспективные и текущие тематические планы его развития, проводятся технические конкурсы, организуется широкая информация об изобретениях, рационализаторских предложениях и т. д.

Спецификой СССР являлась массовость изобретательства, что определяло его большое значение в ускорении научно-технического прогресса. В 1924 в государственный Реестр было внесено 1818 изобретений, за 1-ю пятилетку (1929÷1933) – 19393 изобретения, а за 8-ю пятилетку (1966÷1970) – 125866 изобретений. Массовое изобретательство включает не только изобретения, но и рационализаторские предложения.

Советский Союз, являясь наследником Российской Империи, был столь же богат на талантливых изобретателей. Число ежегодно подаваемых заявок на авторские свидетельства об изобретении в СССР ежегодно составляло порядка 150 тысяч. По всей стране действовало множество Дворцов Пионеров, в которых подростки могли на протяжении нескольких лет посещать кружки юных техников, где и опробовать свои изобретательские способности.

Имена советских изобретателей КЗ. Циолковского, А.Н. Крылова, А.Н. Туполева, В.Г. Шухова, Е.О. Патона, А.Д. Сахарова, С.В. Лебедева, С.В. Ильюшина, С.П. Королева, Ф.А. Цандера, М.Т. Калашникова и др. навсегда вошли в золотой фонд изобретателей нашей страны.

Внедрение рыночных отношений в экономику России в начале 1990-х существенно изменило экономические условия работы промышленных предприятий. Исчезновение государственной системы планирования заказов, разрыв снабженческих и сбытовых связей, появление свободной конкуренции с импортными товарами вызвали резкий спад производства сектора промышленности, за которым последовал и полный развал системы изобретательства. Лишь после 1995 года, когда начали появляться первые промышленные предприятия частного сектора экономики, появились и социальные заказы на создание новой, конкурентоспособной продукции и на оформление монопольных прав на промышленную собственность патентами на изобретения [4, 11÷15, 17, 23].

Определенной отдушиной для отечественных заявителей при создании и регистрации ими научно-технических достижений (НТД), относящихся к категории объектов промышленной собственности, является институт регистрации полезных моделей. Оперативно (в течение 3÷5 месяцев) и за сравнительно небольшие деньги любое лицо может получить охранный документ, удостоверяющий его исключительные права на разработку, относящуюся, правда, лишь к конструктивному выполнению средств производства и предметов потребления, а также их составных частей.

В настоящее время существует тенденция к увеличению подачи патентных заявок в России. Это связано с увеличением изобретательской активности в Российской Федерации.

По количеству поданных патентных заявок в России иностранными заявителями беспрекословно лидируют страны Организации экономического со-

раньше братьев Райт, которым совершенно незаслуженно приписывается это изобретение.

трудничества и развития. На их долю в 2009 г. приходилось 88,3%; на страны СНГ – 8,7% и на другие государства – 3,0%.

Главные направления сотрудничества с зарубежными странами – соглашения об экспорте «ноу-хау», инжиниринговых услуг, а также научных исследований. В свою очередь закупаются патентные лицензии, товарные знаки и инжиниринговые услуги. На экспорт идут технологии химической и нефтехимической промышленности, машиностроения и металлообработки, а также технологии в области геологии и разведки недр и научного обслуживания. Это те области и направления, в которых Россия пока еще удерживает мировые позиции и способна к конкуренции на мировом рынке высоких технологий. И все же значительное отрицательное сальдо в балансе платежей за технологии в категории патентных лицензий и инжиниринговых услуг (12,5 и 250 млн. долл. соответственно) приводит к отрицательному балансу платежей за технологии. Так, всего от экспорта поступает 67,4 млн. долл., а платежи по импорту составляют 350 млн. долл.

Россия занимает второе место по коэффициенту технологической зависимости, который исчисляется как отношение иностранных патентных заявок к национальным. У Японии этот коэффициент равен 0,19; а у РФ – 0,32; но в отличие от Японии, где значительное число иностранных заявок перекрывается еще более значительным числом национальных, в Российской Федерации этот коэффициент столь мал из-за низкой активности иностранных «изобретателей».

Соответственно и по коэффициенту самообеспеченности технологиями (соотношение национальных и всех поданных заявок в национальные ведомства) Россия занимает второе место после Японии. В РФ он равен 0,76; в Японии – 0,84; в США – 0,52; а в Португалии и некоторых других странах – 0,00 [24] (С. 193.).

Самой оптимальной структурой патентования обладает Япония и США. Они представляются самообеспеченными в области патентования странами и в то же время являются очень привлекательными для иностранных изобретений.

Начало нового тысячелетия характеризуется научными и технологическими достижениями, изменившими уклад мировой цивилизации и образовавшими структуру современного общества. Эти достижения становятся определяющим фактором в обеспечении устойчивого развития любой страны, повышении ее конкурентоспособности в мире. Востребованность науки постоянно растет. Небывальными темпами расширяются рынки наукоемкой продукции. На долю новых знаний, воплощенных в технологиях, оборудовании, продукции, в развитых странах приходится до 85% прироста валового внутреннего продукта [11].

Одновременно передовые технологии становятся главной ареной конкуренции, а научно-техническая сфера – важнейшим фактором геополитики. Глобализация науки, технологий, промышленности создает новых лидеров не только среди фирм, но и среди стран. Поэтому только страны с мобильным, динамично развивающимся научно-технологическим комплексом могут сохранить свои позиции в этой глобальной гонке [15].

Отечественная наука за многолетнюю историю внесла неоценимый вклад в развитие России. Достижениям ученых страна в значительной степени обязана своим положением мировой державы. И сегодня вопрос о том, останется ли Россия государством с мощной экономикой и промышленностью во многом и даже, прежде всего, зависит от того, сохранит ли она сильную и достойную науку,

а отечественные ученые свои позиции в мировом научном сообществе.

Одним из важнейших показателей состояния и развития научной деятельности является численность исследователей, техников и вспомогательного персонала, занятых в инновационной сфере. После распада СССР произошел значительный спад численности ученых, занятых в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (НИОКР).

Численность ученых за период 1992÷1999 гг. сократилась с 1533 тыс. до 873 тыс. человек, а в расчете на 10000 занятых в экономике – с 213 до 137 человек [25] (С. 21).

Характерной чертой развития науки является то, что 62% притока научных кадров составляет вспомогательный персонал, а на долю исследователей приходится всего 30% ученых. Наука в России не является привилегированным занятием, это подтверждается тем, что только 11,2% выпускников высших учебных заведений остаются в науке. Численность исследователей в НИОКР сокращается, т.к. в общей тенденции сокращения научного персонала, 37% составляют исследователи. Но все же, несмотря на отрицательные тенденции сокращения исследователей, на их долю приходится 48% занятых в НИОКР, на вспомогательный персонал – 27%, на техников – 8,3% [24] (С. 62).

5.2. ФИНАНСИРОВАНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящее время в России основная масса исследований и разработок происходит в предпринимательском секторе, который включает в себя все организации и предприятия, чья основная деятельность связана с производством продукции или услуг с целью продажи, в том числе находящиеся в собственности государства, а также частные бесприбыльные предприятия, обслуживающие вышеназванные организации. На его долю приходится 65,5% всех проводимых исследований.

И все же сложная ситуация наблюдается в России. Во всех секторах экономики наблюдается отрицательное сальдо в численности занятых в НИОКР. Только в секторе высшего образования сохраняется постоянное число ученых, но на него приходится всего 4,7% научных кадров.

76% научного персонала занято в государственных организациях (663 тыс. человек). На частные организации приходится всего 5%, а на иностранные всего 1% ученых.

Проблема финансового обеспечения – одна из самых сложных в отечественной науке. Объемы финансовых ресурсов в реальном исчислении, направляемых в эту сферу из всех источников, после резкого падения в начале 90-гг. относительно стабилизировались. Научный комплекс начал адаптироваться к условиям рыночной экономики. Однако процесс адаптации проходит болезненно. Масштабы финансовых ресурсов, поступающих в науку, остаются недостаточными и не могут удовлетворить ее потребности. Россия, направляющая в научно-техническую сферу менее 1% ВВП, все больше отстает от группы промышленно развитых и некоторых развивающихся стран. Недостаток капитала выступает сегодня в России в качестве одного из основных ограничителей научно-технического развития. Ситуация на рынке капитала и инвестиций является крайне неблагоприятной для развития инноваций. Дефицит денежных

средств сказывается на финансировании всех стадий инновационного процесса от фундаментальных исследований до опытно-конструкторских разработок.

В основном научные исследования и разработки финансируются за счет государственного бюджета. В последние годы наблюдается тенденция к снижению доли бюджетных фондов в структуре затрат на НИОКР. Это происходит из-за увеличения затрат на исследования и разработки внебюджетными фондами и за счет средств иностранных источников, которые за данный период увеличились с 7,4% до 16,9% в общей структуре внутренних затрат на НИОКР [26] (С. 82).

Распределение финансирования по секторам деятельности прямо пропорционально размещению научно-технического персонала. На предпринимательский сектор приходится 69,9% затрат и 65,6% научных кадров. В абсолютных показателях финансирование составляет 33,5 млрд. руб. Хотя всего на внутренние затраты на разработки и исследования приходится 48 млрд. руб., капитальные затраты составляют всего 3,4% или 1,63 млрд. рублей, а из этих денег только 45,3% идет на покупку современного оборудования. Во внутренних текущих затратах основную долю составляет оплата труда (36%).

По секторам деятельности существует четкая дифференциация в структуре затрат на различные стадии НИОКР. Так в государственном секторе основную долю составляют разработки и фундаментальные исследования (43,8 и 39,8% соответственно), в предпринимательском секторе 80,4% приходится на разработки конечного продукта, в секторе высшего образования фундаментальные и прикладные исследования составляют по 37,5%, частный неприбыльный сектор характеризуется высокой долей прикладных исследований – 67,3% [24] (С. 85).

По структуре внутренних текущих затрат на исследования и разработки 76,4% составляют технические науки (35,5 млрд. руб.). После них следуют естественные науки (16,6%), медицинские науки (2,2%), сельскохозяйственные науки (2,0%), общественные (1,7%) и гуманитарные науки (1,0%).

Несмотря на абсолютное лидерство технических наук, в различных секторах деятельности существуют свои приоритеты. 54% затрат на исследования в естественных науках приходится на государственный сектор, 81% разработок в технических науках финансируется за счет предпринимательского сектора.

В естественных науках 52,1% затрат идет на финансирование фундаментальных исследований, в технических же науках 83,3% финансовых средств направлены на разработки, в сельскохозяйственных науках происходит равномерное распределение финансирования по 33%. Гуманитарные науки выделяются высокой долей фундаментальных исследований – 78,8% и только 4,1% на разработки [27].

5.3. ПРОБЛЕМА ОСВОЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Устойчивой гарантией динамичного развития научно-технической сферы в условиях рынка является только активное освоение разрабатываемых инновационных технологий в промышленности и других отраслях экономики. Отсутствие платежеспособного спроса губит науку.

Сегодня внедрение технологических инноваций осуществляют 5÷6%

предприятий, которые тратят на эти цели менее 1% объема продукции (в Германии – 4%, Швеции – 7%). В расчете на рубль затрат инновационные предприятия обеспечивают объемы выпуска продукции в 7,4 раза большие, чем при ее производстве по традиционным технологиям.

Проблемы освоения инновационных технологий в промышленности являются ключевыми для большинства стран. Разработка этих технологий, производство высокотехнологичных товаров и выход на мировые рынки рассматривается как стратегическая модель экономического роста.

К сожалению, инновационная активность отечественных предприятий остается низкой. Ухудшились условия освоения инноваций. Инвестиции в основной капитал в целом в постоянных ценах составляют примерно пятую часть уровня 1990 г. Незначительные масштабы инноваций характерны для всех отраслей промышленности и предприятий независимо от численности и формы собственности. Основная часть инновационно-активных предприятий сосредоточена в машиностроении, металлургии, химической и нефтехимической промышленности.

Доля принципиально новых разработок в затратах на технологические инновации составляет 18%. Затраты на обучение и подготовку персонала, приобретение патентов и лицензий, проведение маркетинговых исследований – минимальны. Хотя в России имеется значительный задел готовых научно-технологических результатов, даже активные предприятия редко приобретают права на патенты, лицензии и т.д. Основным источником финансирования затрат на инновации являются собственные средства предприятий. Доля средств из консолидированных бюджетов – федерального, регионального и местных – составляет 5% инновационных затрат, а иностранных инвестиций – около 8%. Отечественные разработки составляют основную часть закупленных научных результатов. Зарубежный опыт пока не оказывает существенного влияния на технологические инновации [27].

Инновационная активность предприятий определяется экономической конъюнктурой, инвестиционным климатом, состоянием производственного аппарата.

Слабое развитие научной деятельности в России обусловлено не только недостаточным финансированием, но и отношением общества к науке. Об этом свидетельствуют опросы населения. 19% считают, что Россия никогда не сможет достичь технологического уровня развитых государств, 38% затруднились ответить. А в рейтинге наиболее уважаемых профессий, из 12 наука стоит на 10-м месте (уважаемой профессией считают только 5% опрошенных) [28].

Что касается отечественных достижений в мировой науке, то Россия занимает весьма скромное место среди других стран. Так в 2008 г. внутренние затраты на исследования и разработки в РФ составили 9,6 млрд. долл. В США этот показатель в 25 раз больше и равен 247 млрд. долл. В данной ситуации Россию можно сравнить с такими странами как Канада, Италия, Нидерланды. Конечно, по абсолютным показателям финансирования, Россия стоит на 9-м месте после США, Японии, Германии, Великобритании и др., но, рассматривая отчисления на науку в процентах к валовому внутреннему продукту, Российская Федерация из первой десятки смещается в третью и занимает 21-е место.

Даже в таких странах, как Новая Зеландия (1,13%), Чешская Республика (1,26%), Ирландия (1,41%) и Исландия (1,82%) этот показатель выше, чем в России, который равен 1,06%. Самая высокая доля затрат на научные исследо-

вания в процентах от ВВП в Швеции – 3,7% за ней следует Финляндия – 3,11% и только потом идет Япония – 3,06%; а также США – 2,84% [25] (С. 22).

Отчисления на науку в расчете на душу населения опускают РФ до таких стран, как Венгрия – 70 долл., Греция – 67, Польша – 56. При затратах на науку в расчете из 66 долл. на душу населения лишнее говорить об экономическом процветании России. В США этот показатель равен 842 долл., Швеции – 774, Японии – 731.

В целом процессы, происходящие в российской науке следует расценивать как стабилизирующиеся в будущем. Несмотря на некоторые успехи по стабилизации ситуации положение остаётся неустойчивым.

Социально-экономические изменения в образовании выступают как решающее условие его эффективного реформирования и устойчивого развития.

Переходный период экономически раскрепостил систему образования, внес коренные изменения в сознание, социальную психологию и ориентиры образовательной среды.

В переходе к устойчивому развитию Россия имеет ряд особенностей: высокий интеллектуальный потенциал и наличие мало затронутых хозяйственной деятельностью территорий, составляющих более 60% всей территории страны, благодаря которым она играет роль лидера в переходе к инновационной модели развития общества, в целом, и образования, в частности.

Процесс создания знаний и изобретений является частью инновационной системы, в которой фундаментальные исследования, технический, технологический и экономический процессы взаимосвязаны, взаимозависимы и взаимообусловлены. Путь от идеи, фундаментального открытия до места нового продукта на рынке, требует благоприятного институционального окружения, в том числе и целенаправленного государственного управления и регулирования, а также, высоко-профессиональной инновационной предпринимательской деятельности. В современных условиях, когда знания стали экономическим ресурсом, а информационные технологии полностью изменили всё мировое хозяйство, обусловили новый подход к организации производственной деятельности на основе инноваций. Он становится принципиальным, определяющим перспективы развития национальной экономики, её конкурентоспособности на внутреннем и мировом рынках.

Россия располагает определенными возможностями для ускоренного разрешения проблемы конкурентоспособности, используя инновационный потенциал двух типов повышения инновационной активности – управленческий и предпринимательский.

Первый из них влечет за собой индустриализацию и технологический прогресс в регионах с появлением отраслей, с которых начинается производственный цикл (start-of-cycle). Эти отрасли базируются на освоении новых технологий, продуктов, производств и рынков.

Второй тип инновационной активности вызывает в каждом отдельном регионе регенерацию промышленности, отрасли, которые заканчивают производственный цикл (end-of-cycle) и начинают осваивать производство новых продуктов, базирующихся на новой или относительно новой технологии, осуществляют их сбыт на контролируемых ими рынках.

В Японии действует обширная сеть коллективных организаций, занятых передачей технологий. Она включает государственные промышленные технологиче-

ские центры при ведущих технических министерствах и более шестисот местных центров, контролируемых местными органами власти. Центры оказывают помощь мелкому и среднему бизнесу при проведении НИОКР; использовании их результатов в производстве; найме и подготовке кадров; консультационных услугах.

В Германии, Франции в последние три десятилетия расширена компетенция региональных органов власти в научно-технической и технологической сфере. Так, во Франции выделены специальные уполномоченные (региональные комиссары) по исследованиям и технологиям; консультативные региональные комитеты; практикуются ежегодные конференции представителей районов, государственных исследовательских ведомств и организаций для координации действий. Получили развитие системы контрактов типа "государство–район" и регулирование их взаимодействия.

Развитие инновационной деятельности наиболее эффективно, если оно осуществляется на основе интегрирующих (комплексных) инноваций.

Такие инновации образуются на основе использования оптимального набора (комплекса) ранее накопленных и проверенных в мировой практике научно-технических достижений (знаний, технологий, оборудования).

Интегрирующие инновации обеспечивают наиболее эффективное вложение всех видов ресурсов в производственную деятельность. Их особенность заключается в происхождении от потребности рынка, а не разработки научно-технических средств для последующей реализации без оценки рыночных потребностей сбыта.

Инфраструктура для осуществления интегрирующих инноваций опирается на ученых-организаторов и руководителей (авторов) инновационных проектов.

В связи с этим группа исследователей объединяет в своём составе ученых различных направлений. Объединение в коллектив предполагает цель – обосновать и выработать комплексные научно-практические решения, направленные на разрешение проблем устойчивой конкурентоспособности на основе инноваций и участвовать в их реализации.

В группу, исходя из структуры проблемы объединяются учёные работающие в рассматриваемой области, Кроме того приглашаются: специалисты по прикладной математике, также руководящие группами программистов; ученые в области фундаментальных наук.

Все члены коллектива обеспечивают международный характер исследования, привлекая для этого результаты соответствующих мировых научных направлений и областей знаний, а также высококвалифицированных специалистов из других областей науки и техники.

Данный принцип, при его реализации, формирует условия для гибкой системы корректировки или смены направления, в случае утраты его эффективности и значения для развития науки и техники.

Участники коллектива популяризируют его научные направления и результаты исследований в вузах.

Кроме того они принимают участие в разработке инновационных проектов, консультирование при их осуществлении организаций промышленности участие в обосновании и разработке программ бенчмаркета.

Управление организацией работы коллектива и распределение внутри него задач осуществлялось на основе:

- постоянного мониторинга внешней информации по теме исследования;
- регулярного мониторинга внутренней информации о результативности проведенных исследований коллектива за период его работы;
- обеспечение данной информацией сотрудников творческого коллектива;
- обеспечение профессиональной информацией сотрудников творческого коллектива, запрашиваемой по индивидуальным заявкам;
- решение технических вопросов обеспечения необходимых для исследования расчетов по имеющимся формулам и программам; обеспечение затребованной информацией; предоставление возможности и организационное обеспечение участия в научно-теоретических конференциях; подбор и предоставление других информационных источников коллективу и распространение согласованной информации о работе и достижениях коллектива.

Организация деятельности инновационного коллектива осуществлялось на основе принципов социальной инженерии, включающих научную организацию труда и управления, маркетинг инноваций и инновационный менеджмент, бенчмаркинг, новые технологии предвидения.

Каждый член инновационного коллектива должен быть представлен как его важная составная часть, что позволяет использовать преимущества метода трудовых установок, активизирующих их способности.

В процессе работы над инновационными идеями используются: аналитические методы (интегрированные и дифференциальные исчисления, методы поиска экстремумов функций, теоретические разделы математики – математическая статистика; методы статистических гипотез; разделы дискретной математики); графические – метод критического пути (планирования и анализа схемы производства с предварительной оценкой каждой отдельной операции), Форсайт-метод и другие, например: стратегическое планирование, миссия и видение, исследование и сегментация клиентов, аутсортинг, управление отношениями с клиентами, корпоративная этика, стратегия роста, ключевая компетенция, многовариантное планирование, стратегические альянсы, управление изменениями, управление знаниями, система сбалансированных показателей, управление качеством, реинжиниринг бизнес процессов, интегрированные поставки, анализ добавленной стоимости, процессно– ориентированное управление, слияния, корпоративная венчуризация, фоновые опционы.

5.4. ПОДГОТОВКА ТВОРЧЕСКИ АКТИВНОГО СПЕЦИАЛИСТА

Подготовка творчески активного специалиста не самоцель: творческая инженерная активность специалиста, с одной стороны, является компонентом общей образованности, а с другой стороны – это компонент профессиональной готовности выпускника высшего учебного заведения. Сам термин "творческая инженерная активность" нами трактуется как деятельное, энергичное самостоятельное участие специалиста в решении технических задач его уровня, то есть, компетенции специалиста в какой-либо области техники с высшим техническим образованием - инженера (от франц. *ingenieur*). Примечательно, что определение "технический" в

основе своей имеет искусство, мастерство (от греческого *techne*) [29].

Необходимо отметить, что для обеспечения формирования творческой инженерной активности студента необходимо создание условий, благоприятствующих зарождению творческой мысли [30].

Профессиональное своеобразие деятельности инженера заключается ещё и в том, что полная алгоритмизация его деятельности практически невозможна, ибо вся его деятельность носит принципиально созидательный характер, а это означает создание новых объектов. А это всегда выход на рубеж незнаемого, что невозможно без системы инженерных знаний. Методики формирования творческой активности студента, безусловно, носят фоновый характер по отношению к основной дидактической системе формирования специалиста и могут быть условно связаны с естественнонаучными, общепрофессиональными и специальными дисциплинами, изучаемыми студентом в её рамках.

Физика, математика и химия – это три фундаментальных основания для формирования творческой инженерной активности будущего специалиста эксплуатационного профиля, в частности, флотского. "Физический эффект" и "химический эффект" – интегративный результат изучения вышеперечисленных дисциплин с точки зрения формирования творчески активного технического специалиста инженерного уровня [31].

Наблюдения показывают, что с каждым годом снижается общий уровень естественнонаучной подготовки абитуриентов.

Дефицит знаний физики и математики, естественно, пагубно сказывается и на процессе формирования творческой активности будущего бакалавра-магистра. Причины этого известны. Винить только среднюю школу в этом бессмысленно, но отметим нездоровое отношение к физике и математике в рамках общегосударственной образовательной программы. Современные средства массовой информации освещают какие угодно состязательные и развивающие мероприятия от историко-дипломатических до кулинарных, но только не физико-математические и технические. Инженер и ныне не в почете. О том, что происходит в мире науки и техники быстрее узнаешь в передачах радиостанций, которые в былые времена принято было считать одиозными. Результат очевиден. А ведь речь идет о перспективном профессионально-кадровом обеспечении базовых отраслей экономики в первую очередь. Дорого могут в будущем обойтись государству подобные эксперименты.

В процессе изучения элементарной физики и математики в средней школе находятся истоки реализации методик формирования творческой активности будущего магистра.

Это утверждение основывается, например, на привитии обучаемым умений решения качественных задач по физике. Отметим, что это сильнейшее мотивационное средство при формировании творческой инженерной активности, дающее будущему студенту возможность заглянуть за "горизонт" знания. Кроме того, отметим необходимость соблюдения прикладного характера при формировании предметно-практического иллюстративного материала для учебных дисциплин естественнонаучного цикла [32].

Отсюда вытекает настоятельность совершенствования междисциплинарных и межкафедральных взаимосвязей в учебном заведении. В техническом вузе автономного сосуществования кафедр естественнонаучного и общетехнического

цикла с кафедрами общепрофессиональной и специальной подготовки быть не должно. Для формирования активной позиции будущего специалиста учебные дисциплины должны работать в комплексе с учетом взаимного содержания и активным использованием аппарата физических эффектов, которых современная теория решения изобретательских задач использует до нескольких тысяч [33].

Другим направлением реализации методик формирования творческой активности студента в вузе является рационализаторская и изобретательская работа в рамках проводимых вузом научно-исследовательских и изобретательских работ. Участие в рационализаторской и изобретательской работе позволяет студенту убедиться в правильности выбора обучения по избранной специальности; перейти от репродуктивного мышления к осознанному накоплению знаний в процессе обучения, творческому осмыслению знаний в процессе обучения; овладеть умениями, навыками решения нестандартных задач, зачастую решаемых специалистами [34].

Средства развития творческой инженерной активности, которыми решаются физико-технические задачи, являясь факультативными, по сути своей могут быть индивидуальными, коллективными, групповыми. Первые реализуются через курсовое и дипломное проектирование, наставничество, широко используемое в педагогической практике, а вторые и третьи – через классно-групповые занятия, самостоятельные занятия под руководством преподавателя, кружки студенческого научного общества, временные творческие студенческие коллективы и другие формы организации учебной деятельности студентов.

В силу объективных причин в ближайшие годы отойдет от практической деятельности поколение, владеющее навыками изобретательской деятельности, всплеск которой произошел в бывшем СССР в 70÷80 годы, и знающее, как нелегко приобретать навыки и умения рационализаторской и изобретательской работы.

Инженерная творческая активность имеет своим наивысшим результатом создание новых материальных и духовных ценностей, имеющих социальную ориентацию. Компоненты технического творчества интегративно отражают и другие результаты студента в процессе обучения в вузе: раскрытие индивидуальных способностей студента; повышенную степень сформированности и гибкости его мышления, сообразительности; качественно новый уровень развития интеллектуальной сферы студента. Все это необходимо будущему профессионалу.

Опыт показывает, что студентами наиболее легко самостоятельно осваиваются методы и приемы активизации поиска решений творческих задач, если рядом опытный педагог-изобретатель.

Реализация путей формирования творческой активности студента может быть осуществлена и через создание отраслевого фонда технических решений в виде общевузовской (межвузовской) базы данных технических идей и решений, оформленных в соответствии с правилами патентного закона и архивированных в электронном виде. Заполнение фонда новыми идеями может осуществляться, например, в соответствии с решениями советов факультетов вузов по представлению общественных экспертных комиссий, исключив тем самым субъективный фактор. Например, такие решения могут быть приняты по результатам выпускных (переводных) экзаменов или защиты дипломных (курсовых) работ или проектов. Иной формой может быть издание межвузовских печатных или электронных реферативных сборников технических решений.

Глава 6. СОЗДАНИЕ ФИЛОСОФИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВАКУУМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

6.1. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Анализ тенденций развития современной электронной техники в отечественной практике и в промышленно развитых странах свидетельствует о непрерывном расширении масштабов применения высоких вакуумных технологий и технологического оборудования для их реализации.

Одним из важнейших факторов, определяющих уровень и надёжность оборудования этого класса, является не только его способность формировать необходимые для соответствующих технологических процессов вакуумные условия, но и сохранять их стабильными в течении технологического цикла.

Аналогичные проблемы возникают при создании высоковакуумного оборудования в приборостроительной, авиационной и космической технике, в прецизионной металлургии для уникальных процессов атомной и термоядерной энергетики, ядерной физики, физики элементарных частиц и др. вплоть до тонких химических и медицинских технологий.

Сохранение «чистого» вакуума в процессе работы высоковакуумного автоматического оборудования с размещением в рабочих объёмах вакуумных камер различных функциональных систем и устройств для ориентации и перемещения изделий относительно источников технологического воздействия, их транспортирования и межкамерного шлюзования в многомодульных системах и т.д. является достаточно сложной комплексной задачей (рис.5).

Рабочая камера служит основным рабочим, пространством в котором проводятся процессы высоких технологий. В ней создаются условия, необходимые для протекания технологического процесса по возможности с оптимальными режимами (рис.5).

Узлы источника материала, распыляемых частиц и крепления подложек с системами их нагрева являются важнейшими узлами, во многом определяющими эффективность технологического процесса. Они могут иметь различные конструктивные решения в зависимости от тех задач, которые выполняет данная установка.

Откачная и газораспределительная системы состоят из насосов, натекателей, клапанов, ловушек, фланцев и крышек, а также средств измерения разрежения или скоростей газовых потоков. Эти устройства должны обеспечивать высокую производительность откачки при высокой герметичности систем, не допускающей «натекание» при отключении средств откачки (рис.5).

Системы электропитания и блокировки обеспечивают надёжное и стабильное электропитание всех энергетических устройств аппарата и активную бло-

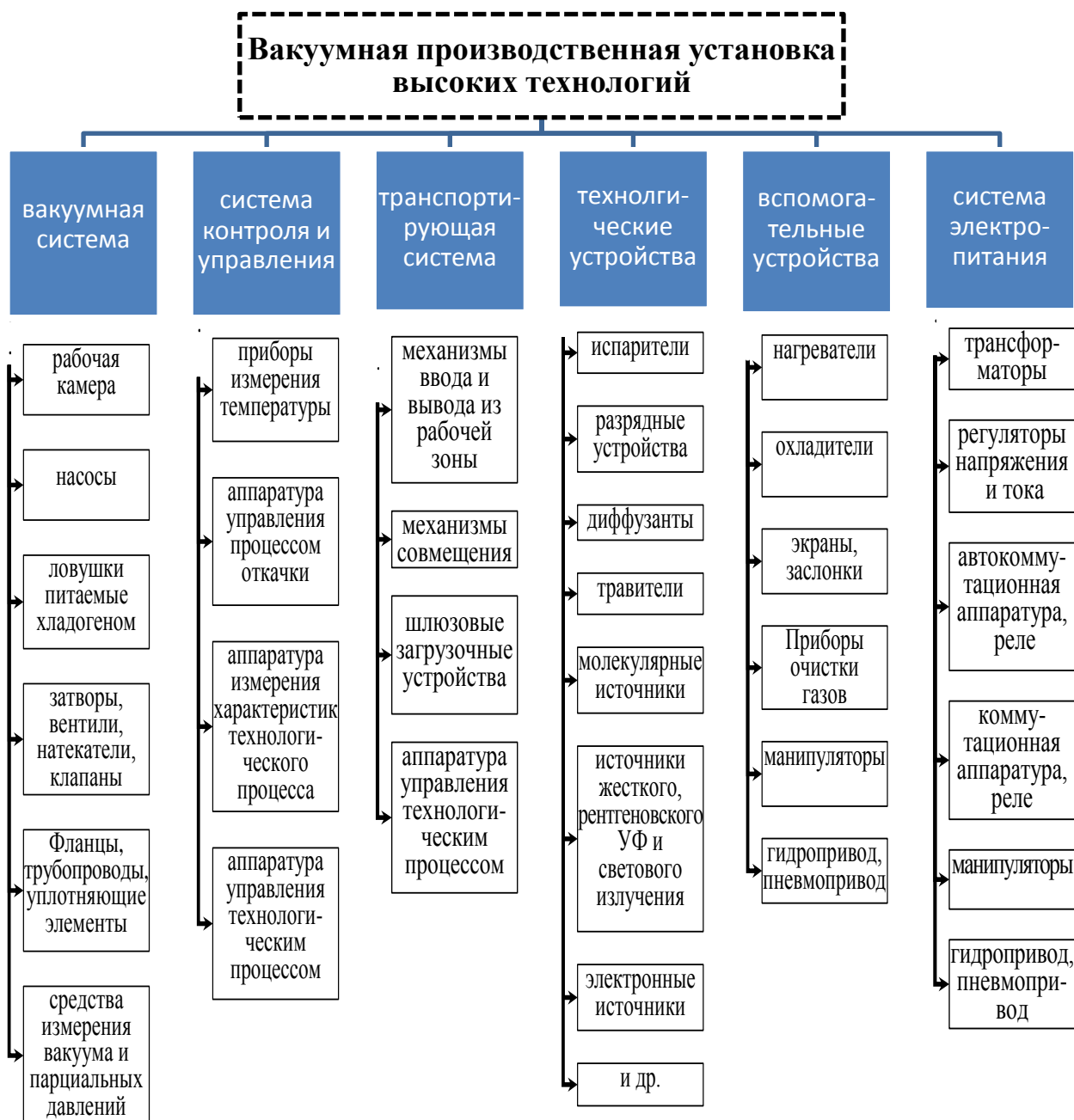


Рис. 5. Состав вакуумной производственной установки высоких технологий.

кировку всех рабочих узлов.

Система контроля и управления состоит из набора датчиков, связанных через управляющий компьютер с исполнительными механизмами и информационными системами. Как правило, измеряются и регулируются следующие технологические параметры: скорость осаждения и толщина пленок, температура осаждения и отжига, физические свойства пленок, состав остаточных газов и др.

Система вспомогательных устройств и технологической оснастки состоит из внутрикамерных экранов, заслонок, манипуляторов, гидро- и пневмоприводов, устройств очистки газов (рис.5).

Транспортирующие устройства состоят из механизмов ввода и вывода подложек из рабочей камеры, шлюзовых устройств, механизмов совмещения.

В то же время автоматизация сложных технологических процессов требует

размещения в рабочих объемах высоковакуумных камер ряда механизмов, которые во многих случаях могут стать источниками генерации «загрязнений», так называемой привносимой дефектности вакуумной среды, в том числе наиболее опасным их видом — микрочастицами износа, при наличии в составе функциональных механизмов узлов внешнего трения скольжения или качения.

6.2. ПРИНЦИП УПРАВЛЯЕМОЙ УПРУГОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Устранить генерацию микрочастиц износа трущихся пар возможно только в случае их полного исключения в конструкциях функциональных механизмов. Одной из таких возможностей является создание различных исполнительных устройств и систем с использованием принципа управляемой упругой деформации, при которой эффект функционирования механизмов создаётся в результате внутреннего трения.

Данный комплекс направлений впервые в мировой практике предложен и разработан до промышленного применения авторами.

Механизмы этого типа основаны на использовании герметичных полых трубчатых элементов различного геометрического очертания (приводов) различной формы нормального поперечного сечения и ориентации друг относительно друга в составе законченного устройства или системы.

Для приведения в действие приводов в каждый из них независимо подаётся газообразный или жидкий энергоноситель, создающий в герметичной полости приводов необходимое давление для деформации их в упругой области. Величиной создаваемых давления и соответственно деформации легко управлять.

В качестве газообразных источников давления используется сжатый воздух заводских магистралей при условии стабилизации давления, а также автономные пневмоисточники, в числе которых наиболее привлекательным является применение термосорбционных компрессоров, создаваемых на основе водородно-гидридной технологии.

Могут использоваться также встроенные малоинерционные обратимо действующие термосорбционные системы, использующие для стимулирования процессов сорбция – десорбция термоэлектрические эффекты, например эффект Пельтье.

Наряду с этим для создания чистого безмасляного вакуума разработано направление форвакуумных насосов действующих на принципе управляемой упругой деформации.

6.3. ИДЕОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ БЕЗ УЗЛОВ ТРЕНИЯ

Современное автоматизированное оборудование высоких вакуумных технологий требует особого подхода к созданию функциональных устройств различного назначения, размещенных в объеме высоковакуумных камер.

Несмотря на общность задач, связанных с автоматизацией производственных процессов, и на фундаментальность теории автоматизации, в различных

отраслях промышленности возникают технические трудности при решении проблем создания специального автоматизированного вакуумного оборудования, например, для процессов термического и магнетронного осаждения пленок, ионной имплантации, молекулярно-лучевой эпитаксии, электронно-лучевой, синхротронной литографии и др.

Очевидно, что дальнейшее развитие технологий производства изделий микро и нанoeлектроники потребует в числе прочих задач еще более высокой чистоты технологических вакуумных сред с исключением, в том числе наиболее опасного вида загрязнения – микрочастицами износа, распространяющимися из пар трения функциональных механизмов.

Одним из методов создания функциональных механизмов, предназначенных для работы в вакууме и воспринимающих его дестабилизирующее влияние без снижения надежности, является использование для формирования усилий и перемещений приводов управляемой упругой деформации, особенно – гарантирующих высокую точность позиционирования

Появление нового класса механизмов обусловлено необходимостью не только снижения, но и полного исключения продуктов износа элементов механизмов.

Известно, что в прецизионной технологии микроэлектроники считаются критическими размеры микрочастиц, составляющие 0,1 от минимального размера топологического элемента микросхемы, что составляет $0,0025 \div 0,0100$ мкм.

В **таблице.1** приведены данные по минимальным размерам топологии микросхем и соответствующим критическим размерам микрочастиц загрязнений, достигнутых рядом ведущих мировых фирм в 2000 и 2005 гг.

На 2013 год Samsung производит микросхему оперативной памяти DDR3 с топологическим размером элемента 0,027 мкм., а Panasonic и Intel активно выпускают микросхемы по технологии 0,016 мкм.

Известно, что при наличии в составе функциональных механизмов пар трения образовавшиеся микрочастицы в большинстве случаев приобретают электрический заряд, благодаря которому могут мигрировать в вакуумных объемах и осаждаться на обрабатываемых п/п пластинах, снижая коэффициент выхода годных микросхем, который по параметру и «привносимой дефектности» выражается следующей зависимостью:

$$\eta_r = \exp[-DAvP(d_q - d_{кр})]$$

где D – доза привносимой дефектности;

A – площадь кристалла;

v – доля площади кристалла, занятая микроструктурами;

$P(d_q - d_{кр})$ – доля попавших на кристалл микрочастиц с размером d_q , большим $d_{кр}$;

d_q и $d_{кр}$ – средний и критический размеры микрочастиц.

Отсюда выражение для дозы привносимой дефектности имеет вид:

$$[D] = \frac{\ln\left(\frac{1}{\eta_r}\right)}{Av \cdot \exp\left(\frac{d_{кр}}{d_q}\right)}$$

Таблица 1.

Минимальные размеры топологии микросхем и соответствующие им критические размеры микрочастиц загрязнения.

Фирма	Разрешение (по поверхности/эффективное)		Критический размер микрочастиц	
	2000 г.	2005 г.	2000 г.	2005 г.
American Micro Instruments (AMI)	0.5/0.5		0.05	
Austria Micro Systems (AMS)	0.6/0.5		0.055	
Epson	0.25/0.25	0.1	0.025	0.011
FUJITSU	0.25/0.18; 0.35/0.28; 0.5/0.45	0.060	0.022; 0.032; 0.048	0.007
HITACHI	0.18/0.15; 0.2/0.18; 0.35/0.28; 0.4/0.35	0.065	0.016; 0.019; 0.032; 0.038	0.006
LG SEMICON	0.4/0.3	0.12	0.038	0.010
hSI Logic	0.25/0.18; 0.35/0.25		0.022; 0.03	
Lucent Technologies	0.24/0.25		0.025	
National Semiconductor	0.22/0.18	0.1	0.02	0.010
OKI	0.35/0.28		0.031	
SGS-THOMSON	0.25/0.2		0.023	
SIEMENS	0.25/0.22; 0.35/0.25; 0.5/0.3	0.1	0.023; 0.035; 0.05	0.009
Taiwan Semiconductor Manufacturing (TSMC)		0.080; 0.065		0.010; 0.008
Texas Instrument	0.23/0.18; 0.32/0.22 0.42/0.35	0.080	0.02	0.008
® INTELL		0.045		0.005
VLSI Technologi	0.2/0.15; 0.25/0.18		0.018; 0.022	

Если в вакуумных камерах оборудования работают механизмы, генерирующие привносимую дефектность в виде микрочастиц износа, то, очевидно, и надежность оборудования должна оцениваться с учетом этого фактора. Если обозначить вероятность безотказной работы оборудования $P(t)$, то:

$$P(t) = \prod_{i=1}^K P_i(t) \cdot U \cdot [\hat{O}(t) - \hat{O}_{air}],$$

где K – количество механизмов;

$P_i(t)$ – вероятность безотказной работы i -го механизма в составе оборудо-

вания, размещенного в вакуумной камере;

$\Phi(t)$, $\Phi_{\text{доп}}$ – текущее и допустимое значение уровня привносимой дефектности;

$U[\Phi(t) - \Phi_{\text{доп}}]$ – функция при $\Phi(t) = \Phi_{\text{доп}}$ принимает нулевое значение, и соответственно $P(t) = 0$

Таким образом, в случае превышения уровня (дозы) привносимой дефектности D по отношению к допустимому значению при достижении некоторого времени τ вероятность безотказной работы оборудования принимает, как показано в работе Ю.В. Панфилова [35], нулевое значение и его дальнейшая эксплуатация становится бессмысленной (рис. 6), т.е.

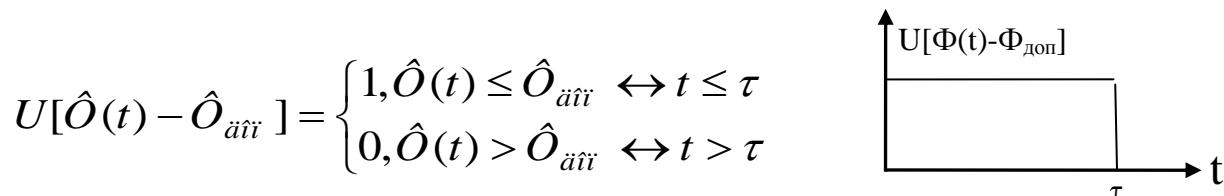


Рис. 6. Качественная зависимость τ от уровня привносимой дефектности

Наибольший эффект повышения надежности вакуумного оборудования может быть достигнут в случае полного исключения привносимой дефектности со стороны действующих функциональных механизмов, устройств и систем.

Так общую идеологию разработки и создания вакуумных устройств и систем можно кратко представить в форме четырёх основных направлений, предложенных Александровой А.Т. ещё в послевоенное время:

1. Всевозможное упрощение структуры и оптимизация геометрии вакуумных систем;
2. Максимальный вынос оборудования из технологической вакуумной среды и его экранирование, в том числе сиффонами и гибкими оболочками;
3. Применение форвакуумных и высоковакуумных насосов без узлов трения движения и сильных магнитных полей (криогенные и модернизированные турбомолекулярные), замена трехступенчатой системы откачки на двухступенчатую или одноступенчатую, по возможности на данном развитии уровня техники;
4. Устранение на всех исполнительных и коммутационных устройствах узлов трения движения и замена их приводами управляемой упругой деформации.

С ростом требований к чистоте технологической среды и значительно возросшей возможностью математического моделирования, связанной с лавинообразным ростом мощности вычислительных средств, первые три пункта данной идеологии, по факту, применяются ведущими зарубежными и отечественными производителями вакуумной техники. Наиболее популярна сейчас концепция «сухого» вакуума [36].

Так был предложен Александровой А.Т. принцип конструирования механизмов вакуумного оборудования на основе приводов управляемой упругой

деформации. Из них хорошо зарекомендовали себя упругодеформируемые пневмоприводы, механические упругодеформируемые приводы не показали своей эффективности.

Активное развитие и применение направления получило только последние 20÷30 лет, в связи с необходимым для её применения развитием промышленности.

6.4. ПРИВОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЯЕМОЙ УПРУГОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Применение приводов на основе управляемой упругой деформации для формирования перемещений и усилий в высоком вакууме позволяет создать герметичные механизмы различного назначения с полным исключением пар трения движения, отсутствием привносимой дефектности в виде микрочастиц износа и высоким быстродействием на уровне 0,1÷0,2 с.

Основой приводных элементов этого типа являются тонкостенные герметичные пневматические полые пружины с различным законом изменения радиуса кривизны центральной оси и некруглой формой нормального поперечного сечения (плоскоовальной, овальной, ромбической и др.).

Давление, подаваемое во внутреннюю полость приводных элементов, вызывает его деформирование, которое не должно выходить за пределы упругой области.

В зависимости от требуемого исполнительного перемещения по величине и виду траектории применяют три вида приводных элементов: с незамкнутым контуром, очерченным по постоянному или переменному радиусу кривизны; с замкнутым контуром, образованным герметично соединенными между собой дугами упруго-деформированных целых элементов, создающих единую полость; с прямолинейной осью гладкого и спиралевидного типа.

Приводные элементы (с незамкнутым контуром) (рис. 7, а-е) характеризуются возможностью моделирования конфигурации центральной оси по определенному закону для получения требуемого направления траектории перемещения свободного конца и последовательно соединенных с ними элементов механизма.

В ряде случаев эта возможность очень важна. Наиболее распространенным и технологичным является приводной элемент с постоянным радиусом кривизны центральной оси (рис. 7, а). От величины радиуса и геометрических параметров сечения (рис. 7, к) зависит величина перемещения λ свободного конца. Эта величина, в случае необходимости, при подсоединении к его свободному концу прямолинейного элемента в виде стержня или трубки позволяет увеличить перемещение до λ_1 (рис. 7, б).

На рис. 7, в-е показаны приводные элементы, центральная ось которых, изменяется по различным законам – соответственно по архимедовой спирали, параболе, синусоиде, гиперболе исключительно с целью формирования необходимой траектории перемещения.

На рис. 7, ж приведена схема многовиткового приводного элемента, позволяющего получить угловое перемещение свободного конца при четном количестве витков по траектории, близкой к окружности.

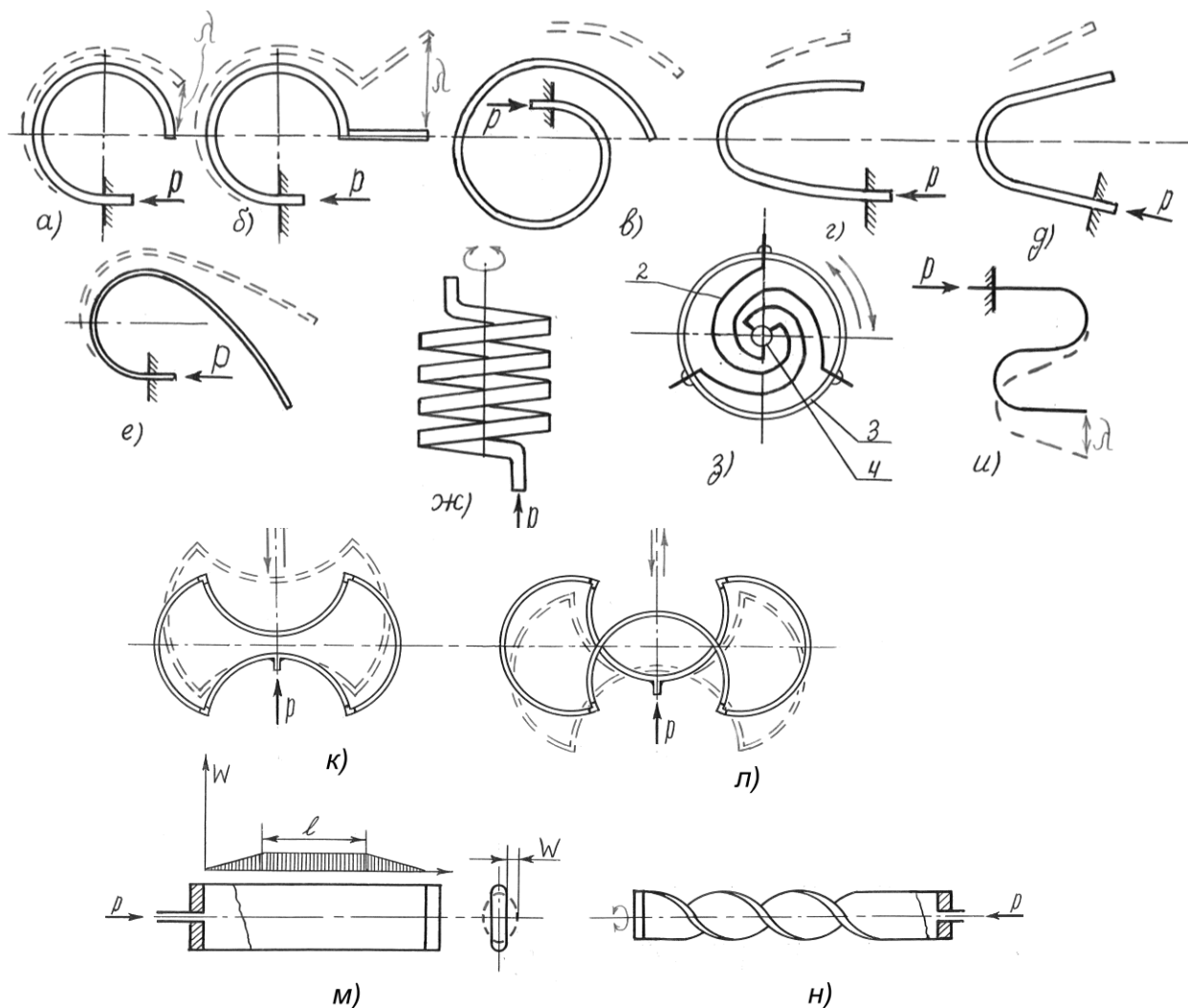


Рис. 7. Виды приводных элементов

Угловое перемещение формируется системой приводных элементов, соединенных общим коллектором 1, через который давление подается одновременно в три привода 2 с идентичными параметрами, передающих движение на кольцевую обойму 3 воспринимающую только тангенциальную составляющую общего перемещения привода (рис. 7, з).

Возможно формирование с использованием приводов незамкнутого контура (типа змейки) прямолинейного перемещения (рис. 7, и).

На рис. 7, к-л изображены варианты приводов замкнутого контура, формирующие линейное перемещение, максимальная величина которого совпадает с осью симметрии, проходящей через штуцер подачи избыточного давления.

На рис. 7, м-н представлены приводы соответственно с прямолинейной осью (рис. 7, м) для формирования линейного перемещения за счет деформации нормального поперечного сечения и спиралевидные (рис. 7, н) для формирования углового перемещения.

6.5. ИСТОРИЧЕСКИЕ И ИДЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ

Развитие нанотехнологий в общем виде представляет собой эволюцион-

ный и революционный процесс. Причем при переходе на более высокий уровень развития не исключена возможность возврата. Развитие науки - это смена парадигм, периодические скачкообразные изменения в стиле мышления, методологии и методике научного познания. Рассмотрим хронологию развития представлений о нанотехнологии.

1974 год. Японский физик Норио Танигучи, работавший в Токийском университете, предложил термин "нанотехнологии" (процесс разделения, сборки и изменения материалов путем воздействия на них одним атомом или одной молекулой), быстро завоевавший популярность в научных кругах.

1982 год. В Цюрихском исследовательском центре ЮМ физики Герд Бинниг и Генрих Рорер (Нобелевские лауреаты 1986 г. вместе с Эрнстом Руской) создали сканирующий туннельный микроскоп (СТМ), позволяющий строить трехмерную картину расположения атомов на поверхностях проводящих материалов. СТМ действовал по принципу, схожему с заложенными Tunneling Microscope, но швейцарцы создали его независимо от Янга, добившись значительно большей разрешающей способности и распознав отдельные атомы в кальциево-иридиево-оловянных кристаллах. Главной проблемой в исследовании были фоновые помехи – острие микроскопа, позиционировавшееся с точностью до долей атома, сбивалось от малейших шумов и вибраций на улице.

1985год. Трое американских химиков: профессор Райсского университета Ричард Смэлли, а также Роберт Карл и Хэрольд Крото (Нобелевские лауреаты 1996 г.) открыли фуллерены – молекулы, состоящие из 60 атомов углерода, расположенных в форме сферы. Эти ученые также впервые сумели измерить объект размером 1 нм.

1986 год. Герд Бинниг разработал сканирующий атомно-силовой зондовый микроскоп, позволивший наконец визуализировать атомы любых материалов (не только проводящих), а также манипулировать ими.

1986 год. Американский ученый Эрик Дрекслер, работавший в лаборатории искусственного интеллекта Массачусетского технологического института, написал книгу "Машины созидания" ("Engines of Creation"), в которой выдвинул концепцию универсальных молекулярных роботов, работающих по заданной программе и собирающих что угодно (в том числе и себе подобных) из подручных молекул. Эта идея была, видимо, навеяна Дрекслеру его основной деятельностью – в задачах искусственного интеллекта идея самовоспроизводящихся устройств встречается постоянно. Ученый уже тогда довольно точно предсказал немало грядущих достижений нанотехнологии, и, начиная с 1989 г. его прогнозы сбываются, причем нередко со значительным опережением сроков.

1987÷1988 гг. В НИИ "Дельта" под руководством П. Н. Лускиновича заработала первая российская нанотехнологическая установка, осуществлявшая направленный уход частиц с острия зонда микроскопа под влиянием нагрева [37].

1989 год. Ученые Дональд Эйглер и Эрхард Швецер из Калифорнийского научного центра IBM сумели выложить 35 атомами ксенона на кристалле никеля название своей компании. Для первого в мире целевого переноса отдельных атомов в новое место они использовали СТМ производства IBM. Правда, такая надпись существовала недолго - атомы быстро разбежались с поверхности. Но сам факт наличия постороннего атома в молекулярной структуре некоторого вещества открывал потенциальную возможность создания молекулярных автоматов, тракующих нали-

чие или отсутствие такого атома в некоторой позиции как логическое состояние.

1991 год. Японский профессор Сумио Лиджима, работавший в компании NEC, использовал фуллерены для создания углеродных трубок (или нанотрубок) диаметром 0,8 нм. На их основе в наше время выпускаются материалы в сто раз прочнее стали. Оставалось научиться делать такие трубки как можно более длинными — их размеры оказались напрямую связаны с прочностью изготавливаемых веществ. Кроме того, открылась возможность собирать из нанотрубок различные наномеханизмы с зацепами и шестеренками.

Уоррен Робинет и Стэн Уильяме, сотрудники университета Северной Каролины, изготовили наноманипулятор — робот размером с человека, состыкованный с атомным микроскопом и управляемый через интерфейс виртуальной реальности. Оператор, манипулируя отдельными атомами, с его помощью мог физически ощущать многократно усиленную отдачу от модифицируемого вещества, что значительно ускоряло работу. Попытаться делать прикладные наноустройства без такого комплекса до того времени было немыслимо [38÷41].

1991 год. В США заработала первая нанотехнологическая программа Национального научного фонда. Аналогичной деятельностью озаботилось и правительство Японии. А вот в Европе серьезная поддержка таких исследований на государственном уровне началась только с 1997 г.

1997 год. Эрик Дрекслер объявил, что к 2020 г. станет возможной промышленная сборка наноустройств из отдельных атомов. До сего времени почти все его прогнозы сбывались с опережением.

1998 год. Сиз Деккер, голландский профессор Технического университета г. Делфтса, создал транзистор на основе нанотрубок, используя их в качестве молекул. Для этого ему пришлось первым в мире измерить электрическую проводимость такой молекулы. Появились технологии создания нанотрубок длиной 300 нм. В Японии запущена программа "Astroboy" по развитию наноэлектроники, способной работать в условиях космического холода и при жаре в тысячи градусов.

1999 год. Американские ученые — профессор физики Марк Рид (Йельский университет) и профессор химии Джеймс Тур (Райсский университет) — разработали единые принципы манипуляции как одной молекулой, так и их цепочной.

2000 год. Немецкий физик Франц Гиссибл разглядел в кремнии субатомные частицы. Его коллега Роберт Магерле предложил технологию нанотомографии — создания трехмерной картины внутреннего строения вещества с разрешением 100 нм. Проект финансировала компания Volkswagen. Правительство США открыло Национальную нанотехнологическую инициативу (NNI). В бюджете США на это направление выделено 270 млн. долл., коммерческие компании вложили в него в 10 раз больше.

2001 год. Реальное финансирование NNI превысило запланированное (422 млн. долл.) на 42 млн.

2002 год. Сиз Деккер соединил углеродную трубку с ДНК, получив единый наномеханизм. Финансирование NNI составило 697 млн. долл. (на 97 млн. больше плана).

2003 год. Профессор Фенг Лью из университета Юты, используя наработки Франца Гиссибла, с помощью атомного микроскопа построил образы орбит электронов путем анализа их возмущения при движении вокруг ядра [38÷41].

На NNI отпущено 770 млн. долл. В бюджете NNI 2004 г. заложена сумма 849 млн. долл.

Главным объединяющим началом сообщества ученых являются не нормы профессиональной этики, а единый стиль мышления, т.е. признание данным сообществом ученых определенных фундаментальных теорий и методов исследований. Эти положения в философии называются парадигмой. Каждая теория создается в рамках той или иной парадигмы. Теории, существующие в рамках различных парадигм, несопоставимы. Одна и та же теория не может входить в разные парадигмы без предварительного её серьёзного переосмысления. При смене парадигм невозможно осуществить преемственность теорий, т.е. перенести какие-то из старых парадигм в новые. Это относится, в первую очередь, и к нанотехнологии.

На первой фазе своего становления нанотехнология занимается в основном моделированием, с целью углубления фундаментальных представлений в различных областях знания.

Естественно, эти представления на опыте микроэлектроники, полупроводниковой и ламповой электроники (Рис. 8)

6.6. ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ

В этой связи целесообразно рассматривать законы развития электроники, которая составляет основополагающую часть всей нанотехнологии [20].

1. *Закон прогрессивной эволюции электроники.* В вакуумных устройствах с одинаковой функцией переход от поколения к поколению происходит при наличии необходимого научно - технического уровня и социально – экономической целесообразности. Прогрессивная эволюция продолжается до максимального значения показателя эффективности Q , например количества элементов в единице объема кристалла или изделия.

2. *Закон скачкообразного развития нанoeлектроники.* Этот закон отражает

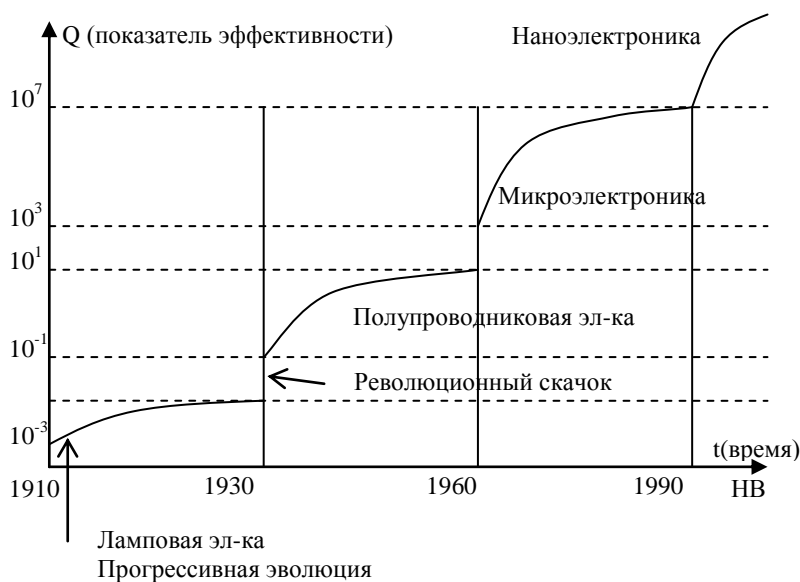


Рис. 8. Схематическая иллюстрация законов прогрессивной эволюции и скачкообразного развития нанoeлектроники.

революционные изменения в процессе развития (рис. 8). Переход к каждой очередной стадии происходит при исчерпывании природных возможностей человека в улучшении показателей эффективности выполнения функций данным устройством.

3. *Закон соответствия между функцией и структурой.* Главная суть закона заключается в том, что в правильно спроектированном электронном устройстве каждый элемент имеет вполне определённую функцию по обеспечению его работоспособности. Исключение элемента приводит ухудшению какого либо показателя эффективности.

4. *Первый и второй законы развития наноэлектроники* тесно связаны с диалектическим законом перехода количественных изменений в качественные. Главная проблема в нанотехнологии – проблема верификации, заключающаяся в невозможности в настоящее время проверить некоторые теории опытным путём. Это связано с тем, что почти во всех экспериментах используется метод косвенных измерений. Соотношение принципов верификации и фальсификации, т. е. не подтверждение на истинность, а опровержение неистинности, это также проблема нанонауки и техники. Наряду с вышеуказанными проблемами в нанонауке и технике, как нигде более очевидными становятся размытые грани между различными категориями философии, такими как причина – повод – следствие, количество – условие – качество, единичное – особенное – всеобщее, сущность – наблюдение – явление, необходимость – действие – случайность, возможность – предрасположенность – действительность и др.

6.7. МОДЕЛИ НАНОНАУКИ И НАНОТЕХНИКИ

Анализ задач математического, физического и технического моделирования (рис. 9) в нанонауке и технике позволяет констатировать отсутствие в природе *физического нуля*, т. е. абсолютного ничего, пустоты. Так, например, предельное остаточное давление в вакуумной камере – величина бесконечно малая, но не равная нулю, тоже самое можно сказать относительно силы тяжести или абсолютно отрицательной температуры (абсолютного нуля).

Таким образом, в нанонауке и технике мы имеем дело с бесконечно малыми (не равными нулю) величинами. А, в общем случае, бесконечно малые величины - антиподы бесконечно больших. Например, при увеличении радиуса до бесконечно большой величины, окружность превращается в прямую, а при уменьшении до бесконечно малой – в точку. Таким образом, прямая – синоним бесконечно большой величины, точка – бесконечно малой.

Техноэволюция нанотехники осуществляется под действием закона информационного отбора Б.И. Кудрина [42]. Действие этого закона проявляется в наследственных изменениях вида нанотехники точнее – популяций изделий, занимающих определённую экологическую нишу. В отличие от закона естественного отбора Ч. Дарвина в вакуумной технике имеет место более разумная целенаправленная изменчивость: появляются, как правило, только такие новые варианты конструкторских решений, которые по основным показателям (критериям эффективности) обеспечивают повышение конкурентоспособности (рис. 9), а подавляющее большинство изменений связано с улучшением наиболее ак-



Рис. 9. Модели нанонауки и нанотехники.

туальных показателей, которые в данный момент требуется улучшить, например, скорость откачки вакуумного насоса и величину предельного вакуума.

6.8. НАНОРОБОТЫ В ТЕХНОЦЕНОЗЕ

Техноценоз – сообщество всех изделий и оборудования конкретного участка, цеха или предприятия для определенного момента или отрезка времени. Существующие НИИ или КБ нанотехники в основном сосредоточены на изучении и проектировании отдельных изделий, а изучением, проектированием техноценозов никто серьезно не занимается.

В каждом конкретном случае существует свой оптимальный состав оборудования в техноценозе, который находится между двумя крайними предельными случаями, когда все изделия в техноценозе различны и все изделия одинаковы.

Задача выбора оптимального состава оборудования техноценоза – очень сложная задача нелинейного программирования.

Попробуем разобраться, какую помощь могут оказать людям нанороботы и какую угрозу для человечества они представляют.

Перспективы просто фантастические, иначе не скажешь. Например, за счёт внедрения в организм молекулярных роботов, предотвращающих старение клеток, а также перестраивающих и "облагораживающих" ткани организма можно

будет достигнуто бессмертия человека, не говоря об оживлении и излечении безнадежно больных и людей, которые были заморожены методами крионики.

Наноробот, введённый в организм человека, сможет самостоятельно передвигаться по кровеносной системе и очищать его от микробов или зарождающихся раковых клеток, а саму кровеносную систему – от отложений холестерина. Он сможет изучить, а затем и исправить характеристики тканей и клеток.

В промышленности произойдёт замена традиционных методов производства сборкой молекулярными роботами предметов потребления непосредственно из атомов и молекул. Вплоть до персональных синтезаторов и копирующих устройств, позволяющих изготовить любой предмет.

Замена произойдёт и в сельском хозяйстве: комплексы из молекулярных роботов придут на смену "естественным машинам" для производства пищи (растений и животных) их искусственными аналогами. Они будут воспроизводить те же химические процессы, что происходят в живом организме, однако более коротким и эффективным путем.

Биологи смогут "внедряться" в живой организм на уровне атомов и станут возможными и "восстановление" вымерших видов, и создание новых типов живых существ, в том числе биороботов.

В кибернетике произойдёт переход к объёмным микросхемам, а размеры активных элементов уменьшаться до размеров молекул. Рабочие частоты компьютеров достигнут терагерцовых величин. Получат распространение схемные решения на нейроноподобных элементах. Появится долговременная быстродействующая память на белковых молекулах, ёмкость которой будет измеряться терабайтами. Станет возможным "переселение" человеческого интеллекта в компьютер.

За счёт внедрения логических наноэлементов во все атрибуты окружающей среды она станет "разумной" и исключительно комфортной для человека. На всё это, по разным оценкам, понадобится около 100 лет.

Однако новые открытия могут иметь и негативные последствия, представим себе, что в устройстве, предназначенном для разборки промышленных отходов до атомов, произойдет сбой, и оно начнёт уничтожать полезные вещества биосферы, обеспечивающие жизнь людей.

При этом самым неприятным может оказаться то, что это будут нанороботы, способные к самовоспроизводству (саморепликации, размножению).

Можно представить себе и нанороботов, запрограммированных на изготовление уже существующего оружия. Овладев секретом создания подобного робота или каким-то образом достав его, воспроизвести универсального "малыша" в большом количестве сможет небольшая группа людей или даже террорист-одиночка.

Отметим также принципиальную возможность создания устройств, выборочно разрушительных: например, воздействующих на определённые этнические группы или заданные географические районы".

Как видите, нанороботы, вышедшие из-под контроля, могут стать оружием массового поражения.

Так или иначе, но главный шаг на пути создания нанороботов группа ньюйоркских учёных, по собственному признанию, уже сделала. Судя по тому, что на создание первой ДНК-машины ушло около 10 лет, первый наноробот

появится максимум лет через 5÷7.

Устройства микроэлектромеханических систем (MEMS) действуют как и устройства макроразмеров и даже выглядят также - с моторами, передачами и рычагами, изготовленными из стекла, керамики или металла.

Но наноразмерные структуры, в частности NEMS, – будут строиться и действовать совершенно по-другому: они формируются и функционируют на основе других физических законов. На молекулярном уровне перестают действовать законы механики, используемые для расчетов узлов обычных машин. Законы сопротивления материалов и гидравлики уже не применимы - вместо этого вступают в действие законы квантовой механики, которые приводят к совершенно неожиданным, с точки зрения классической механики, последствиям.

Сегодня практическая нанотехнология ориентирована на решение следующих задач:

- создание твердых тел и поверхностей с требуемой молекулярной структурой;
- создание новых химических веществ посредством конструирования молекул (с участием и без участия химических реакций);
- разработка устройств различного функционального назначения (компоненты наноэлектроники, нанооптики, наноэнергетики, нанороботы и нанокomпьютеры, нанолечения, наноинструменты и т.д.);
- создание наноразмерных самоорганизующихся и самореплицирующихся структур.

Инструментальный базис нанотехнологий, позволяющий ученым и исследователям не только визуализировать атомные структуры, но и манипулировать отдельными атомами и строить новые молекулы, основан на использовании так называемого эффекта туннелирования электронов. Его применение на вершинах зондов специальных конструкций позволило достичь высокой пространственной разрешающей способности управления атомно-молекулярными реакциями в отличие от известных групповых технологий осаждения материалов, методов оптической литографии, эпитаксии, а также электронной литографии, где высокая энергия фокусируемых электронов приводит к значительному разрушению используемых материалов.

За 20 с небольшим лет с момента появления техники сканирующей зондовой микроскопии и изобретения сканирующего туннельного, а затем и атомно-силового микроскопов, в разных странах были получены впечатляющие результаты по наблюдению наноразмерных частиц и структур на их основе и поставлена задача создания технологических машин, позволяющих осуществить атомно-молекулярную сборку вещества и конструирование отдельных узлов и устройств различного функционального назначения.

Внедрение наносхемотехники и нанороботов позволит создать микроскопические компьютеры небывалой производительности. Более того, они станут саморемонтирующимися и самовоспроизводящимися. Это означает, что в зависимости от потребности вычислительной системы она будет увеличиваться и уменьшаться сама. Применение десятиатомных транзисторов позволит подойти вплотную к имитации мыслительных процессов человека и уже к середине XXI столетия создать настоящий искусственный интеллект – саморазвивающуюся мыслительную среду? Станет возможным также и внедрение человеческого сознания в компьютерные программы.

Впервые идея о новом направлении была высказана лауреатом Нобелевской премии Р.Фейнманом в 1959 г. Позже, в 80-х годах, появились приборы, способные оперировать с отдельным атомом, например, взять его и переставить на другое место. Созданы отдельные элементы нанороботов: опытный механизм шарнирного типа на основе нескольких цепочек ДНК, способный сгибаться и разгибаться по химическому сигналу, первые образцы нанотранзисторов или электронных переключателей, состоящие из небольшого числа атомов. Специалисты складывают из атомов названия и символы своих фирм. В нанотехнологию ежегодно инвестируются сотни миллионов долларов, разработками заняты многие десятки фирм.

Нанороботы – гипотетические механизмы размером десятки и сотни нанометров (миллионные доли миллиметра), разработка которых начата не так давно. Как и роботы обычных размеров, нанороботы будут иметь самые различные конструкции и назначения: смогут двигаться, производить механические и другие операции, управляться извне или встроенными компьютерами. Они смогут собирать механизмы, создавать новые вещества; для таких устройств используют названия ассемблер (сборщик) или репликатор. Возможна настройка их на переработку или уничтожение каких-либо веществ. Венцом этого направления могут стать нанороботы, самостоятельно собирающие свои копии, т.е. практически способные к размножению.

Нанороботов условно разделяют на два вида: способных конструировать что-либо, например, самовоспроизводиться (ассемблеры), или деконструировать, разбирать (дизассемблеры). Молекулярные ассемблеры – основной инструмент человека для манипуляций в наном мире. Любой вирус в определённом смысле также является ассемблером. Нанороботов нередко так и называют – "искусственные вирусы".

Микроскопические роботы, способные манипулировать объектами размером в несколько нанометров (10^{-9} метра), могли бы оказаться весьма полезны во многих отраслях народного хозяйства. Причём, вполне мирного свойства – у военных, тоже проявляющих живейший интерес к теме, задачи всё же помасштабнее, не какие-то там атомы с молекулами с места на место переставлять.

В то же время, в настоящий момент у роботов отсутствуют навыки обращения с "предметами" меньше чем несколько микрон (10^{-6} метра). Правда, не очень понятно, уместно ли для таких микроскопических тварей название "робот". Ведь они не только интеллектом обделены и к обучению неспособны, но даже батарейку в их крохотное тельце не вставишь.

6.9. ПРИМЕНЕНИЕ СПЛАВОВ С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ

Конечно, за кипучей деятельностью этих механизмов невозможно наблюдать невооружённым глазом, требуется сканирующий электронный микроскоп. Так вот, идея изобретения состоит в том, чтобы использовать микроскоп не только для наблюдения, но и для обратной связи — отдачи роботу производственных указаний. При этом электронный луч будет буквально толкать робота под руку.

Для реализации такого взаимодействия использованы свойства сплавов с эффектом памяти формы (Shape Memory Alloys – SMA), пластически деформи-

рованные изделия из которых способны при нагревании восстанавливать свои первоначальные очертания. Собственно, SMA-сплавам на титано-никелевой основе уже давно прочат переворот в нанотехнологиях, однако идея использования луча микроскопа для нагрева манипулятора запатентована только сейчас.

Как показывает практика, манипуляция объектами размером меньше микрона требует создания манипуляторов микронного размера, причём сила воздействия такого привода должна быть неумовимо мала. Существующие типы приводов (электромагнитный, пьезоэлектрический) не удовлетворяют этим параметрам.

SMA-устройства раньше не делались меньше, чем в несколько сот микрон. Следовательно, было необходимо ответить на два вопроса. Во-первых, каковы минимальные размеры, при которых сплавы сохраняют свои свойства? И, во-вторых, насколько малый объект можно выборочно нагреть, чтобы привести устройство в действие?

Предыдущие исследования показали, что плёнка из SMA на титано-никелевой основе с добавлением кремния и оксида кремния толщиной в 100 нанометров (всего около 200 атомных слоев) всё еще способна предсказуемо менять форму при нагревании.

Что же касается электронного сканирующего микроскопа, то его лучом можно производить нагрев области микронного диаметра. Для нагревания до необходимой температуры образца размером, например, $4 \times 10 \times 100$ мкм необходимо выделение энергии $1,3 \times 10^{-5}$ Дж, т. е. возможной мощности луча $2 \div 10^{-3}$ Вт достаточно, чтобы выделить тепло за 6 мс.

Путём деформации достаточно толстой перфорированной плёнки из SMA и последующего нагрева лучом микроскопа удалось продемонстрировать прототип манипулятора с диаметром рабочего элемента 2 мкм и длиной в 20 мкм.

Проект манипулятора уже достаточно подробно описан в литературе. У позиционирующего устройства "руки" может быть шесть степеней свободы. Каждая будет управляться своим «храповиком», приводимым в действие давлением инертного газа, цилиндрами будут служить углеродные нанотрубки. На первый взгляд все выглядит достаточно просто, однако такая "рука" еще не создана.

Глава 7. УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

7.1. СВЯЗЬ ПРОГРЕССА НАУКИ С ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ В ГОСУДАРСТВЕ, С РАЗВИТИЕМ ЭКОНОМИКИ

Государственная инновационная политика должна стать основой современной социально-экономической стратегии развития страны для решения задач подъема и развития промышленности. Промышленность представляет собой фундамент всей экономики, основу для расширенного воспроизводства и экономического развития всех субъектов России. Развитие промышленности, особенно таких отраслей, как электроэнергетика, машиностроение, химическая, служит основой для ускорения научно-технического прогресса во всем народном хозяйстве.

Отечественная наука способна по различным направлениям обеспечивать потребности инновационного развития. Мировой опыт свидетельствует о том, что успехи развитых стран основаны на широком использовании достижений науки и техники и поддержки научно-технологического потенциала со стороны государства.

В настоящее время экономическая наука стоит перед необходимостью создания современной теории развития новой экономики, основанной на знаниях и инновациях. Весьма актуальными являются исследования в области интеграции науки, инвестиций и инноваций на основе развития научно-инновационных систем (НИС), являющиеся базисом (основой) развития экономики, основанной на знаниях и инновациях.

Экономика общества является инновационной, если:

- любые специалисты могут получить необходимую информацию об изменениях в технологиях, инновациях (материалах, машинах, организации и управления производством), инновационной деятельности, инновационных процессах;
- программа «Электронная Россия» позволяет осуществлять прямую и обратную связь по любым вопросам к различным функционирующим подразделениям, осуществлять необходимые коммуникации;
- доступны отдельным лицам, группе лиц и организациям современные информационные технологии и компьютеризированные системы, обеспечивающие выполнение предыдущего пункта;
- имеются развитые инфраструктуры, обеспечивающие создание национальных информационных ресурсов в объеме, необходимом для поддержания постоянно убыстряющихся научно-технического прогресса и инновационного развития, и общество в состоянии производить всю необходимую многоплановую информацию для обеспечения динамически устойчивого социально-экономического развития общества и, прежде всего, научную информацию;
- осуществляются радикальные изменения социальных структур, следствием которых оказываются расширение и активизация инновационной деятельности в различных сферах деятельности человека;

— доброжелательно воспринимают новые идеи, знания и технологии, готовы к созданию и внедрению в широкую практику в любое необходимое время инноваций различного функционального назначения;

— имеются развитые инновационные инфраструктуры, способные оперативно и гибко реализовать необходимые в данный момент времени инновации, основанные на высоких производственных технологиях, и развернуть инновационную деятельность;

— имеется четко налаженная гибкая система опережающей подготовки и переподготовки кадров-профессионалов в области инноватики и инновационной деятельности, эффективно реализующих комплексные проекты восстановления и развития отечественных производств и территорий.

Научно-технический прогресс целесообразно разделить условно на две главные взаимосвязанные и взаимодополняющие составляющие – составляющую научно-технических достижений и составляющую производственно-технических достижений.

В первом случае результатами научно-технического прогресса являются научные достижения – новые знания, новые научно-технические идеи, открытия и изобретения, новые технологии на принципиально новых физико-химико-биологических принципах.

Во втором случае результатами научно-технического прогресса являются производственно-технические достижения – инновации, создание которых предполагает:

— профессиональное целенаправленное развитие и доведение результатов научно-технических достижений до создания новых технологий, новых систем, машин, оборудования, новых методов организации и планирования производства и т.п.;

— практическую реализацию созданных результатов производственно-технических достижений потребителю либо через рынок, либо через механизм “заказ – исполнение”;

— обеспечение эффективного использования и эксплуатации созданного инновационного продукта;

— исследование и получение новых научно-технических достижений (если таковые отсутствуют), необходимых для создания и реализации востребованных рынком или заказчиком инноваций (будем называть их инновационно направленными научно-техническими достижениями).

Переход к экономике знаний требует создания принципиально новых институтов, обеспечивающих процесс перехода, а также дальнейшее функционирование экономики. Важнейшим из таких институтов является национальная инновационная система.

В наиболее развитых в экономическом отношении странах делают ставку на науку – основной поставщик новых технологий и производств. Основная проблема – остается крайне низкая востребованность результатов научных исследований экономикой. Все действия, направленные на решения этой проблемы пока остаются малоэффективными. Государству приходится заниматься целым комплексом вопросов, начиная от совершенствования системы управления, установления правоотношений между участниками инновационного процесса, между наукой и бизнесом. Возможность получения прибыли без дополнительных затрат на внедрение научно-технических достижений является одним из важнейших препятствий на пути модернизации и инновационных преобразований.

Стратегия инновационного прорыва опирается на имеющийся в стране задел фундаментальных, прикладных и опытно-конструкторских работ и их дальнейшее развитие в условиях развертывающейся научной революции, на создание научных и конструкторских основ освоения поколений современного пятого и перспективного шестого технологических укладов.

Россия не имеет возможности вести исследования одновременно по всем направлениям. В условиях ограниченности финансовых средств предстоит проводить селективную научно-техническую политику, оказывая государственную поддержку прежде всего тем направлениям исследований, научным, инженерным и конструкторским школам, которые могут быть мировыми лидерами или находиться в составе лидеров, обеспечивая перспективную конкурентоспособность отечественной продукции в условиях глобализации и открытости экономики.

Следует осуществить реальную и обширную интеграцию науки и высшего образования прежде всего в области стратегических научно-технических и инновационных приоритетов, что позволит эффективнее использовать творческий потенциал вузов будет способствовать омоложению кадрового состава науки, вовлечению талантливой молодежи в инновационную деятельность. Перспективной формой такой интеграции могут стать стратегические технологические альянсы, объединяющие НИИ, КБ, крупные вузы и передовые предприятия для реализации инновационных приоритетов.

Управление инновациями промышленного предприятия – это поиск наиболее результативных вариантов ввода в действие финансовых, трудовых и материальных ресурсов в соответствии с потенциалом его стратегического развития. При разработке инновационных стратегий необходим тщательный анализ рынка, окружающей среды и оценка риска. Выделяется совокупность показателей, характеризующих выбор инновационного проекта с учетом необходимых для этого ресурсов. В обосновании инновационного проекта развития производства должны быть учтены не только производственный потенциал, инвестиционные и рыночные возможности промышленного предприятия, но и макросреда, в которой оно функционирует. Формирование организационной структуры по созданию инновационной системы включает инвестиционную, бюджетную и кластерную политику.

В современных условиях инновационная деятельность означает управление инновациями, результатами научно-технического прогресса, новыми знаниями, новыми научно-техническими идеями, открытиями и изобретениями. Результатами научно-технического прогресса являются производственно-технические достижения – инновации, создание которых предполагает:

- профессиональное целенаправленное развитие и доведение результатов научно-технических достижений до создания новых технологий, новых систем, машин, оборудования, новых методов организации и планирования производства и т.п.;
- практическую реализацию созданных результатов производственно-технических достижений потребителю либо через рынок;
- обеспечение эффективного использования и эксплуатации созданного инновационного продукта.

На фоне структурной перестройки мировой экономики, разворачивающейся на основе новых технологий, в технологической структуре российской экономики наблюдается регресс, сужается потенциал роста современного и нового технологических укладов, экономика теряет способность к самостоятель-

ному воспроизводству. При этом государство продолжает пассивную экономическую политику, не используя общепринятые в мире инструменты стимулирования НТП и не создавая механизмы генерирования долгосрочных инвестиций в освоение новых технологий [43].

«Наука – это единственная грандиозная сила, которая способна ответить на вызовы XXI века и спасти мир». Человечество, опираясь на прогресс знаний и выбирая целевую ориентацию в направлении к ноосфере должно вывести человечества из нищеты и отсталости, предотвратив социальные кризисы, а также предупредив возможные экологические и цивилизованные катастрофы путем ослабления перепотребления и перенакопления в странах золотого миллиарда с другой. При этом необходимо применять широкое использование знаний и инноваций, переход к технологическому укладу – информационным технологиям, нанотехнологиям, биотехнологиям орудиям труда. Неизбежна трансформация экономических, институциональных и общественных форм организации процесса при продвижения цивилизации к ноосфере. При этом рыночная экономика является главным способом стабилизации научно-инновационного развития на основе концентрации капитала и интеллектуального труда в сфере трансформации знаний и создания высоких технологий. В сфере знаний появление новой информации становится комплексным интегрированным процессом, основанным на коллективном сотрудничестве многих интеллектуальных субъектов. Уже сегодня ученые различных направлений объединяются в интегрированные творческие коллективы. В среде свободного коллективного творчества возникает синергетический эффект познания, значительно превышающий индивидуальное научное творчество.

Начальной стадией построения экономики инновационного типа является создание национальной инновационной системы (НИС). По своему строению она представляет дифференцированную по ряду направлений, но целостную систему знаний об эффективной стратегии функционирования хозяйственной системы.

Инновационная экономика – это экономика общества, основанная на знаниях, на восприятии новых идей, новых систем и технологий, на готовности их практической реализации в различных сферах человеческой деятельности. Она выделяет особую роль научных знаний. В инновационной экономике под влиянием научных и технологических знаний традиционные сферы материального производства трансформируются и меняют свою технологическую основу: Активизируются процессы:

- активное восприятие новых идей, технологий, готовность к созданию и внедрению в широкую практику новых разработок любого функционального назначения;
- осуществляются радикальные изменения социальных структур, следствием которых оказываются расширение и активизация инновационной деятельности в различных сферах деятельности человека
- осуществляется процесс ускоренной компьютеризации всех сфер и отраслей производства и управления;
- имеются развитые инновационные инфраструктуры, способные оперативно и гибко реализовать необходимые в данный момент времени инновации, основанные на высоких производственных технологиях, и развернуть инновационную деятельность; она должна быть универсальной, конкурентоспособно осуществляющей создание любых инноваций и развитие любых производств;

— имеется четко налаженная гибкая система опережающей подготовки и переподготовки кадров-профессионалов в области инноватики и инновационной деятельности, эффективно реализующих комплексные проекты восстановления и развития отечественных производств и территорий.

Но для того, чтобы экономика стала инновационной, необходимо прежде всего сформировать направление политики, четко ориентированное на инновации во всех сферах хозяйствования. Добиться высокого потенциала в реализации инноваций можно при правильной организации этого процесса и поддержки на федеральном уровне.

Научно-технические инновации (от innovations) – непрерывный процесс творческой деятельности, направленный на создание новой продукции и услуг, технологии и материалов, новых организационных форм, обладающих научно-технической новизной и позволяющих удовлетворить новые общественные или индивидуальные потребности. Конечный результат нововведения – материализация и промышленное освоение новшества, идеей создания которого могут выступать научно-техническая деятельность или маркетинговые исследования по выявлению неудовлетворенных потребностей.

Инновационная система определяется как концептуальный подход к формированию инновационной экономики, является составной частью экономической системы страны, направлена на достижение стратегических целей макросистемы. Системный характер понятия инновационной системы означает, что технологичное развитие рассматривается не в виде цепочки односторонне направленных причинно-следственных связей, ведущих от НИОКР к инновациям, и их дальнейшей реализации, но как процесс взаимодействия и обратных связей между всей совокупностью экономических, социальных, политических, организационных, институциональных и международных факторов, определяющих создание инноваций. Конечной целью НИС является обеспечение динамичного развития экономической системы за счет повышения инновационной активности. Результативность НИС предопределяется развитой функциональной структурой, наличием институтов посредничества между производителями и потребителями инноваций, последовательной инновационной политикой государства, эффективностью системы защиты прав интеллектуальной собственности, общедоступной и гибкой системой образования, развитием кооперации и сотрудничества между государством, бизнесом и наукой, разработкой механизмов регионального развития инноваций.

Наличие высокого уровня образования населения, государственной инициативы, создание базовых институтов, формирование информационных систем, баз данных способствуют инновационному развитию. Вместе с тем анализ итоговых показателей инновационной деятельности в России свидетельствует о низком уровне эффективности НИС и ее составляющих, существовании ряда ограничений дальнейшего развития отечественной инновационной сферы.

Три стадии инновационного цикла: от исследований до создания первых промышленных образцов, от создания опытной партии до развернутого производства в масштабах, определяемых рыночными потребностями и от производства до его использования конечными потребителями, включая создание каналов сбыта, послепродажное обслуживание и т.п. (таблица 2).

Экономика общества является инновационной, если имеются развитые инфраструктуры, обеспечивающие создание национальных информационных ре-

Таблица 2.
Классификация научных исследований

Признаки классификации	
Метод исследования	Теоретические, Теоретико-экспериментальные, Экспериментальные
Сфера использования результатов	Фундаментальные - результаты используются обществом в целом Прикладные – результаты используются в конкретной области науки, техники и производства
Состав исследуемых свойств	Комплексное – исследование совокупности разнообразных свойств Дифференцированное – одно свойство объекта
Стадия исследования	Поисковая - поиск принципиальных решений крупной НТ проблемы Научно-исследовательская разработка Опытно-промышленная разработка
Вид исследуемого объекта	Объект соответствует оригиналу Модельное – объект – модель оригинала

сурсов в объеме, необходимом для поддержания постоянно убыстряющихся научно-технического прогресса и инновационного развития. Общество имеет доступ к необходимой многоплановой информации для обеспечения динамически устойчивого социально-экономического развития.

Социально-экономические преобразования, изменение методологии системы управления предприятиями различных форм собственности, т. е. переход народнохозяйственного комплекса страны на рыночные принципы управления, целиком и полностью касается перестройки системы здравоохранения как специфической области с подсистемой лекарственного обеспечения.

На пути преодоления разрыва между потенциальными возможностями и конечными результатами инновационного развития России важная роль принадлежит формированию нового институционального профиля НИС, где основная роль отводится государству. При этом государство выступает в роли партнера, располагающего значительными ресурсами, организатора развития национального инновационного предпринимательства и регулятора институциональной основы инновационных взаимодействий. Оценка институциональных и организационных механизмов регулирования НИС России показала, что на государственном уровне отсутствует структура, которая бы представляла интересы инновационной сферы в целом и могла бы принять на себя координирующие функции в этой области. Такой структурой могли быть Центр стратегического развития, Центр инноваций.

В общем случае эффективная инновационная система характеризуется: устойчивым развитием субъектов макросистемы, приоритетностью инновационного типа развития, четким определением задач НИС, наличием результативной государственной политики в области развития инновационной деятельности, способностью финансовой системы страны обеспечивать необходимыми ресурсами инновационную деятельность, готовностью промышленного сектора воспринимать инновации и высоким уровнем информационного обеспечения инновационной деятельности.

В условиях современной постиндустриальной экономики, характеризующейся повышающейся ролью знаний и информации, развитие высокотехнологического сектора определяет уровень конкурентоспособности страны. Тенденции развития мировой экономики показывают, что высокотехнологичный сектор обрабатывающей промышленности, производящий наукоемкую продукцию, растет более быстрыми темпами (в среднем в 2,5 раза), чем другие сектора экономики. В целом стоимостной объем мирового рынка наукоемкой продукции превышает объемы рынков сырьевых и энергетических ресурсов [44].

Абсолютная величина отечественного высокотехнологического экспорта, по оценке Всемирного банка, достигает в последние годы 2,5÷3 млрд. долл., что составляет менее 0,3% мирового рынка соответствующих изделий и значительно уступает объемам их вывоза из новых индустриальных стран. [44, 45]

Специфика РФ заключается в «дистанциях огромного размера», значительной неравномерности развития разных регионов, огромных запасах сырья, определенной инерционности государственной машины.

Для успешного продвижения по выбранному пути эти особенности требуют наличия точно выверенной, тщательно скоординированной в масштабах всей страны и сбалансированной инновационной политики. Необходимо оценивать результативность государственной инновационной политики, только таким образом можно обеспечить эффективность программ и мероприятий, реализуемых в рамках поддержки и развития национальной инновационной системы.

Под влиянием глобальных процессов российская инновационная политика начинает меняться [46].

В последнее время в России процесс развития нормативной правовой базы научно-технической и инновационной деятельности активизируется. В наукоградах страны приняты программы развития инновационной деятельности, в ведущих вузах страны созданы структурные подразделения, научно-исследовательские центры.

Приняты нормативные правовые акты о создании национальных исследовательских университетов, законодательно установлен особый статус Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова и Санкт-Петербургского государственного университета. Принят Закон «О национальном исследовательском центре «Курчатовский институт»», Федеральный закон «Об инновационном центре «Сколково»». Бюджетные научные организации и высшие профессиональные образовательные учреждения законодательно наделены правом создания хозяйственных обществ, внесены изменения в финансовое законодательство, стимулирующие участие субъектов хозяйственной деятельности в инновационном процессе.

В наиболее развитых в экономическом отношении странах делают ставку на

науку – основной поставщик новых технологий и производств. Отечественная наука способна по целому ряду направлений обеспечивать потребности инновационного развития. Основная проблема – остается крайне низкая востребованность результатов научных исследований экономикой. Все действия, направленные на решения этой проблемы пока остаются малоэффективными. Государству приходится заниматься целым комплексом вопросов, начиная от совершенствования системы управления, установления правоотношений между участниками инновационного процесса, между наукой и бизнесом. Возможность получения прибыли без дополнительных затрат на внедрение научно-технических достижений является одним из важнейших препятствий на пути модернизации и инновационных преобразований. Предприниматели повернутся лицом к науке только тогда, когда им это будет необходимо [46].

Создание инновационной экономики, построение экономики знаний требует защиты интеллектуальной собственности. Индикатор этого – число международных патентов, полученных страной. Россия находится на 23 месте в мире по этому показателю. Общее число патентов, полученных Россией, втрое меньше, чем число патентов, полученных одной китайской фирмой. Основная сфера патентной активности была связана с отраслями V технологического уклада. Первая волна кризиса тяжело сказалась на инновационном комплексе России. Число патентов в 2009 г. уменьшилось почти на 30% по сравнению с 2008 г.

Необходимость разработки и реализации долгосрочной инновационной стратегии обусловлена тем, что только на ее основе можно осуществить инновационное обновление основных фондов страны и выпускаемой продукции, повысить конкурентоспособность отечественных товаров и услуг на внутреннем и внешнем рынках. Переход к инновационному пути развития страны необходимо осуществлять на основе избранных приоритетов, обеспечивая высокие темпы экономического роста и социального развития.

В условиях кризиса обостряются противоречия, падает эффективность технологических систем, замедляются темпы экономического роста.

- Для преодоления кризиса необходимы стратегии инновационного развития:
- Формирование благоприятного инновационного климата, законодательное регулирование инновационной деятельности.
 - Формирование научной базы инновационной стратегии. Стратегия инновационного прорыва должна опираться на имеющийся в стране задел фундаментальных, прикладных и опытно-конструкторских работ и их дальнейшее развитие в условиях разворачивающейся научной революции.
 - Проведение инвентаризации, идентификации и оценки нематериальных активов предприятий для выявления коммерчески высокоприбыльных патентов на изобретения.
 - Финансирование и стимулирование реализации инновационных стратегических приоритетов.
 - Применение налоговых и таможенных преференций.

Инновационные подходы к управлению современными предприятиями включают:

- выбор инновационных стратегий и капитализация нематериальных активов;
- новейшие методы оптимизации бизнес-процессов;
- глобальные и национальные стандарты бизнес – образования;

— проведение испытаний и организации производства инновационных товаров и услуг.

Предприятия на практике чувствуют не только необходимость внедрения инноваций, но и растущую потребность в управлении инновационными процессами. При этом особенно актуализируется способность своевременно:

- с опережением предусмотреть инновационные возможности;
- сконцентрировать ресурсы;
- комплексно и быстро управлять всем инновационным процессом;
- минимизировать риск неправильного выбора и запаздывания.

В этом случае гибкое управление инновационными процессами становится необходимостью. Своевременность принятия необходимых решений обеспечивается стратегией управления инновациями. Она входит как составная часть в общую стратегию развития предприятия.

Стратегическое управление инновациями заключается в своевременном концентрировании усилий менеджеров на освоении и использовании перспективных достижений научно-технического прогресса. Этим обеспечивается стабильная динамика инноваций в интересах достижения целей предприятия, а также создаются условия для долгосрочной эффективности его деятельности.

Для анализа необходимы:

- сведения о научно-техническом потенциале исполнителя НИР;
- данные об изобретениях;
- сведения о производственных ресурсах (применительно к объекту исследований);
- сведения о материальных ресурсах;
- маркетинговые сведения;
- данные об ожидаемом экономическом эффекте;
- выявленная высокотехнологичная продукция.

Дополнительно используется следующая информация:

- методы решения отдельных задач и обработки информации;
- общетехнические требования (стандарты, ограничения вредных влияний, требования по надежности, ремонтпригодности, эргономике и так далее);
- проектируемые сроки обновления продукции;
- предложения лицензий и “ноу-хау” по объекту исследований.

На этапах выполнения НИР в качестве базы в основном используется перечисленная выше информация (таблица.3)

Дополнительно учитываются:

- сведения о новых принципах действия, новых гипотезах, теориях, результатах НИР;
- данные экономической оценки, моделирования основных процессов, оптимизации многокритериальных задач, макетирования, типовых расчетов, ограничений;
- требования к информации, вводимой в информационные системы и т.д.

Требования повышения конкурентоспособности предприятий определяет необходимость обеспечения их быстрой реакции на изменение рыночного спроса, задачи ускоренного освоения выпуска новой и востребованной рынком продукции, всемерного сокращения времени выполнения заказа потребителя, обеспечения высокой надежности поставок.

Таблица 3.
Этапы НИР и состав работ на них

Этапы НИР	Состав работ
Разработка ТЗ на НИР	<p>Научное прогнозирование Анализ результатов фундаментальных и поисковых исследований Изучение патентной документации Учет требований заказчиков</p>
Выбор направления исследования	<p>Сбор и изучение научно-технической информации Составление аналитического обзора Проведение патентных исследований Формулирование возможных направлений решения задач, поставленных в ТЗ на НИР, и их сравнительная оценка Выбор и обоснование принятого направления исследований и способов решения задач Сопоставление ожидаемых показателей новой продукции после внедрения результатов НИР с существующими показателями изделий-аналогов Оценка ориентировочной экономической эффективности новой продукции Составление промежуточного отчета</p>
Теоретические и экспериментальные исследования	<p>Разработка рабочих гипотез, построение моделей объекта исследований, обоснование допущений Выявление необходимости проведения экспериментов для подтверждения отдельных положений теоретических исследований или для получения конкретных значений параметров, необходимых для проведения расчетов Разработка методики экспериментальных исследований, подготовка моделей (макетов, экспериментальных образцов), а также испытательного оборудования Проведение экспериментов, обработка полученных данных Сопоставление результатов эксперимента с теоретическими исследованиями Корректировка теоретических моделей объекта Проведение технико-экономических исследований Составление промежуточного отчета</p>
Обобщение и оценка результатов исследований	<p>Обобщение результатов предыдущих этапов работ Оценка полноты решения задач Разработка рекомендаций по дальнейшим исследованиям и проведению ОКР Разработка проекта ТЗ на ОКР Составление итогового отчета Приемка НИР комиссией</p>

Реализация этих требований обуславливает задачу формирования принципиально новых организационных условий на предприятиях, пересмотра традиционных подходов к организации и управления производством, перехода к инновационным методам управления. Реализация целей увеличения прибыли, повышения стоимости предприятий достигается при использовании различных комбинаций финансовых, трудовых, технологических и временных ресурсов. В условиях постоянных изменений на рынке руководство предприятия вынуждено корректировать планы, изменять бюджеты, пересматривать выбранную стратегию, чтобы добиться заданных темпов роста и качества услуг.

Для повышения эффективности использования результатов научной и научно-технической деятельности необходим переход к широкому использованию инноваций. В экономике особое значение приобретает вовлечение в хозяйственный оборот результатов научной и научно-технической деятельности посредством управления интеллектуальной собственностью – особым видом нематериальных активов. Основными задачами повышения эффективности использования результатов научной и научно-технической деятельности являются:

- создание системы учета информации о результатах научных исследований и технологических разработок, полученных организациями различной организационно-правовой формы и формы собственности, обеспечение доступа к этой информации;
- государственное стимулирование создания, правовой охраны, защиты и использования результатов научной и научно-технической деятельности;
- нормативно-правовое закрепление за государством прав на объекты интеллектуальной собственности и иные результаты научной и научно-технической деятельности, созданные за счет средств федерального бюджета, прежде всего связанные с интересами обороны и безопасности страны;
- нормативно-правовое урегулирование механизма передачи организациям-разработчикам, инвесторам либо иным хозяйствующим субъектам прав государства на результаты научной и научно-технической деятельности для введения их в хозяйственный оборот;
- нормативно-правовое обеспечение вовлечения в хозяйственный оборот результатов научной и научно-технической деятельности (в том числе с использованием экономических стимулов), регулирование порядка учета, инвентаризации, амортизации и налогообложения объектов интеллектуальной собственности, регламентация проведения стоимостной оценки результатов научной и научно-технической деятельности;
- формирование рынка интеллектуальной собственности;
- совершенствование патентной и лицензионной деятельности.

Для сохранения и развития кадрового потенциала научно-технического комплекса необходимым условием сохранения и развития потенциала научно-технического комплекса, формирование условий для повышения престижа труда ученого и инженера.

Основными задачами сохранения и развития кадрового потенциала научно-технического комплекса являются:

- создание условий для привлечения и закрепления талантливой молодежи в сфере науки и технологий;

- обеспечение взаимосвязи уровня подготовки научных кадров высшей квалификации по номенклатуре и объема с потребностями реализации приоритетных направлений развития науки, технологий и техники, важнейших инновационных проектов государственного значения; совершенствование контрактной формы найма научных работников, специалистов в области подготовки квалифицированных научных и инженерных кадров высшей квалификации;
- совершенствование законодательной базы, регламентирующей повышение статуса, социальных гарантий и увеличение уровня доходов научных работников;
- повышение качества подготовки научных кадров высшей квалификации в аспирантурах (адъюнктурах) и докторантурах Высшей школы, институтов академий, имеющих государственный статус, и государственных научных центров;
- создание условий для возвращения в страну ведущих российских ученых и специалистов, работающих за рубежом, и их трудоустройства в научно-техническом комплексе;
- формирование системы непрерывной подготовки кадров высшей квалификации в области инновационного предпринимательства, обеспечение условий для их ротации в научной, научно-технической и инновационной сферах.

Интеграция науки и образования – это важнейшая задача для сохранения и подготовки научных кадров, использования научно-экспериментальной базы в образовательном процессе, в проведении научных исследований в учреждениях Высшей школы.

Основными задачами в области интеграции науки и образования являются:

- создание и поддержка деятельности интегрированных научно-образовательных структур, университетских и межуниверситетских комплексов, научно-учебно-производственных центров (в том числе инновационных) для консолидации усилий и ресурсов, развития международного сотрудничества и международной кооперации в интересах подготовки квалифицированных кадров в научной, научно-технической и инновационной сферах;
- развитие современных информационно-телекоммуникационных и иных наукоемких технологий и внедрение их в научную, научно-техническую деятельность и учебный процесс;
- совместное использование научной, опытно-экспериментальной и приборной базы академического, вузовского и отраслевого секторов науки в исследовательском и учебном процессах.

В сфере международного научно-технического сотрудничества необходимо создавать благоприятные условия и механизмы для развития взаимовыгодного и равноправного международного сотрудничества в научной, научно-технической и инновационной сферах.

Для реализации указанных задач требуется:

- государственная поддержка международного сотрудничества и международной кооперации в целях реализации важнейших инновационных проектов государственного значения, приоритетных направлений развития науки, технологий и техники, расширения фундаментальных исследований;
- создание нормативно-правовой базы, стимулирующей приток иностранных инвестиций в отечественную научную, научно-техническую и инновационную сферы, приведение законодательства Российской Федерации в сфере

науки, технологий и техники в соответствии с нормами международного права в этой сфере;

- стимулирование создания международных научных лабораторий, центров, научно-образовательных и научно-производственных интегрированных структур, в том числе путем активного продвижения на мировой рынок отечественной научной и научно-технической продукции;
- совершенствование систем экспортного и таможенного контроля, порядка передачи результатов научной и научно-технической деятельности, включая технологии двойного назначения;
- стимулирование взаимодействия с соотечественниками, занятыми научной, научно-технической и инновационной деятельностью за рубежом, активное привлечение их к реализации российских сегментов международных научных программ и проектов;
- использование международного сотрудничества для подготовки кадров для отечественного научно-технического комплекса;
- развитие научных и научно-технических связей с государствами;
- коммерциализация российских технологий, расширение практики подготовки и переподготовки зарубежных специалистов в государственных высших учебных заведениях и ведущих научных организациях, в том числе за счет использования механизма погашения внешнего долга Российской Федерации.

Основные меры государственного стимулирования научной, научно-технической и инновационной деятельности в приоритетных направлениях развития науки, технологий и техники являются [43]:

1. В области финансов:

- финансирование за счет средств федерального бюджета научных исследований и экспериментальных разработок на уровне, обеспечивающем реализацию целей и задач настоящих Основ;
- направление ежегодного прироста ассигнований по статье федерального бюджета "Фундаментальные исследования и содействие научно-техническому прогрессу" на фундаментальные исследования и обеспечение научного сопровождения важнейших инновационных проектов государственного значения;
- обеспечение эффективного использования средств федерального бюджета, выделяемых на финансирование фундаментальных исследований и содействие научно-техническому прогрессу;
- целевое выделение бюджетных средств для реализации научного сопровождения важнейших инновационных проектов государственного значения, концентрация бюджетных ресурсов на реализации приоритетных направлений развития науки, технологий и техники, критических технологий федерального значения;
- поиск и эффективное использование внебюджетных источников для финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проводимых по заказам федеральных органов исполнительной власти и органов власти субъектов Российской Федерации, а также для вовлечения в хозяйственный оборот научных и научно-технических результатов, полученных за счет бюджетов всех уровней;
- стимулирование деятельности благотворительных организаций и иных

хозяйствующих субъектов, направленной на финансирование фундаментальных исследований;

- обеспечение государственной поддержки наукоградов за счет бюджетов всех уровней;
 - стимулирование развития малого научно-технического и инновационного предпринимательства, включая поддержку за счет бюджетов всех уровней инфраструктуры малого бизнеса, стимулирование развития венчурного инвестирования, лизинга, кредитования и страхования рисков наукоемких проектов, подготовки специалистов по инновационному менеджменту, а также поддержки на конкурсной основе научно-технических и инновационных проектов;
2. В области совершенствования структуры государственного сектора науки и высоких технологий, укрепления материально-технической базы науки, повышения эффективности использования государственного имущества:
- проведение инвентаризации научно-технического комплекса, в том числе наукоградов, включая изменение (в необходимых случаях) организационно-правовой формы и формы собственности научных организаций;
 - совершенствование академического сектора науки за счет концентрации ресурсов на решении фундаментальных научных проблем, оптимизации системы управления научной и научно-технической деятельностью, уточнения количества подведомственных научных организаций и численности сотрудников;
 - придание государственным научным центрам Российской Федерации функций ведущих организаций по важнейшим направлениям развития технологий и техники;
 - реализация излишнего имущества и незавершенных строительством объектов, высвобождаемых в процессе реструктуризации научно-технического комплекса, с использованием получаемых средств для дополнительного финансирования мероприятий по укреплению материально-технической базы научных организаций;
 - использование в установленном порядке части основных фондов научных организаций, высвобождаемых в процессе реструктуризации научно-технического комплекса, для поддержки малого научного и инновационного предпринимательства, создания научных и технологических парков, инновационно-технологических центров и других объектов инновационной деятельности;
 - совершенствование действующей системы аккредитации научных организаций, переход к их аттестации и сертификации с учетом международных стандартов качества.
 - Необходимо обеспечить дальнейшее развитие научно-технического комплекса как неотъемлемой части социально-экономического, оборонного и культурного потенциала страны, реализовать мероприятия по повышению эффективности его использования в интересах освоения внутреннего и мирового рынка высокотехнологичной продукции.

7.2. НАУЧНАЯ БАЗА ИННОВАЦИОННЫХ СТРАТЕГИЙ – ОСНОВА ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА

Базой развития науки и технологий являются:

- научно-технический комплекс, представляющий собой совокупность организаций различной организационно-правовой формы и формы собственности, осуществляющих научную, научно-техническую деятельность и подготовку научных работников, в том числе кадров высшей квалификации;
- фундаментальная наука, имеющая признанные научные школы и достижения мирового уровня, а также развитая система высшего образования;
- важнейшие прикладные исследования и разработки, промышленный потенциал, уникальные производственные и иные технологии, научно-технический задел;
- высококвалифицированные кадры научных работников и специалистов;
- информационная инфраструктура, материально-техническая и опытно-экспериментальная база;
- опыт концентрации усилий на решении сложных научно-технических и технологических проблем национального масштаба;
- богатые природные сырьевые ресурсы, развитая транспортная и коммуникационная инфраструктура.

В наиболее развитых в экономическом отношении странах делают ставку на науку – основной поставщик новых технологий и производств. Отечественная наука способна по целому ряду направлений обеспечивать потребности инновационного развития. Основная проблема – остается крайне низкая востребованность результатов научных исследований экономикой. Все действия, направленные на решения этой проблемы пока остаются малоэффективными. Государству приходится заниматься целым комплексом вопросов, начиная от совершенствования системы управления, установления правоотношений между участниками инновационного процесса, между наукой и бизнесом. Возможность получения прибыли без дополнительных затрат на внедрение научно-технических достижений является одним из важнейших препятствий на пути модернизации и инновационных преобразований. Предприниматели повернутся лицом к науке только тогда, когда им это будет необходимо.

Создание инновационной экономики, построение экономики знаний требует защиты интеллектуальной собственности. Индикатор этого – число международных патентов, полученных страной. Россия находится на 23 месте в мире по этому показателю. Общее число патентов, полученных Россией, втрое меньше, чем число патентов, полученных одной китайской фирмой. Основная сфера патентной активности была связана с отраслями V технологического уклада. Первая волна кризиса тяжело сказалась на инновационном комплексе России. Число патентов в 2009 г. уменьшилось почти на 30% по сравнению с 2008 г.

Инновационный процесс охватывает многих участников и многие заинтересованные организации. Он может осуществляться на государственном (федеральном) и межгосударственном уровнях, в региональных и отраслевых сферах, местных (муниципальных) формированиях. Все участники имеют свои цели и учреждают свои оргструктуры для их достижения. Присутствует многообразие

внутрифирменных организационных форм – от выделения участников инновационной деятельности внутри фирмы до создания специальных инновационных подразделений. Различные организационные формы существуют на отраслевом, корпоративном и фирменном уровне.

В связи с глобализацией экономических отношений, индивидуализацией потребностей потребителей, быстрым развитием компьютерных и информационных технологий процесс рыночных коммуникаций переходит на качественно новый этап своего развития. Важнейшую роль играет инновационная сфера – область деятельности производителей и потребителей инновационной продукции, включающая создание и распространение инноваций. Инновационная стратегия предусматривает ускоренное внедрение новых технологий. Для этого создаются инновационные центры технологий, где апробируются новые разработки, оказывается помощь в патентно-лицензионной деятельности. В настоящее время в вузах страны реализуется инновационная образовательная программа.

Инновационная деятельность на современном этапе является одним из важнейших факторов экономического развития страны. Последнее двадцатилетие XX в. характеризуется ростом внедрения научно-технических нововведений. Именно эта составляющая научно-технического прогресса позволяет оживить экономику в период ее депрессии и сохранить конкурентоспособность в период устойчивого функционирования. Опыт экономически развитых стран показывает, что в конкурентной борьбе на мировом рынке больший успех сопутствует тем компаниям, которые владеют более эффективным механизмом инновационной деятельности.

Доля России на международном рынке наукоемкой продукции удручающе мала: по разным оценкам – от 0,35% до 1%. Объемы торговли технологиями также не вызывают оптимизма. В ее структуре преобладают инжиниринговые услуги (85% экспорта и 53% импорта), на долю патентов, лицензий и ноу-хау приходится лишь 3% суммарного объема экспорта и 7% – импорта. По показателю же изобретательской активности, измеряемому количеством заявок на патенты (включая поданные за рубежом) в расчете на 10 тыс. населения, Россия находится на среднем уровне (2,62), опережая Чехию, Польшу, Венгрию (0,6÷0,7), но существенно отставая от государств-лидеров (4,5÷5,5). Доля России в общем количестве патентных заявок, подаваемых за год иностранными заявителями в государствах ОЭСР, не превышает 0,5%.

Сравнительный анализ технического уровня развития в России базовых и критических технологий по отношению к уровню развития подобных технологий в США и других странах показывает, что практически по всем технологиям в настоящее время наблюдается отставание от мирового уровня. Вместе с тем уровень ряда отечественных технологий пока еще не уступает аналогичным зарубежным.

Для успешного решения задачи подъема отечественной промышленности как главного фактора устойчивого роста экономики страны необходима современная, динамично развивающаяся технологическая база, обеспечивающая создание и производство конкурентоспособной наукоемкой продукции, способной со временем занять передовые позиции в экономике страны и стать основным источником пополнения федерального бюджета. Опыт стран Запада подтверждает, что наличие передовых наукоемких технологий является важнейшим фактором обеспечения национальной безопасности и развития эконо-

мики страны. Передовые в технологическом отношении страны, обладающие мощным частным промышленным сектором, который вкладывает значительные средства в развитие наукоемких технологий, имеют также приоритетные государственные программы развития базовых и критических технологий.

Тенденции глобализации способствовали нормализации связей с мировым научным сообществом, устранению информационной самоизоляции от Запада. Работники науки получили возможность свободно обмениваться информацией и сотрудничать с зарубежными коллегами, проводить совместные исследования. Утвердилась система негосударственного финансирования исследований через международные фонды, получения исследователями грантов на конкурсной основе. В то же время проводившийся в нашей стране курс радикальных преобразований на основе рыночных отношений отрицательно сказался на развитии отечественной науки и положении большинства ученых. Ослабление материальной и моральной поддержки науки со стороны государства ограничивает возможности исследовательской деятельности научных работников.

Основная причина такого положения заключается в том, что большинство программ промышленно-технологического профиля, финансируемых из федерального бюджета, в значительной степени были ориентированы на создание конкретных видов конечной продукции, базирующихся, как правило, на уже имеющихся технологических достижениях. В развитие же собственно технологий, особенно базовых, лежащих в основе широкого спектра наукоемкой продукции и определяющих ее новые, перспективные свойства, существенные средства практически не вкладывались, что замедляло их развитие и ограничивало возможности создания в перспективе новой конкурентоспособной продукции.

Реализация основных положений технологической политики России, направленной на достижение приоритетных целей социально-экономического развития страны в условиях жестких финансовых и других ресурсных ограничений, требует сосредоточения усилий на развитии и государственной поддержке в первую очередь критически важных для кардинального перевооружения экономики технологий. Именно такой подход положен в основу формирования системы мероприятий Программы.

В начале XXI века в мире разворачивается глубокий научно-технологический переворот, оказывающий непосредственное влияние на Россию. Этот переворот проявляется в:

- формировании новых концепций технологии исследований, появлении нанотехнологий, создающих принципиально новые возможности и пути удовлетворения потребностей человека в материалах, продукции, технологических системах;
- переходе к экологически чистым и уникальным технологиям;
- производстве продукции на основе анализа уровня потребительской ценности этой продукции.

Ключевые изменения основных экономических принципов, происшедшие в результате быстрых технологических изменений, стали причиной крупных изменений в стратегии бизнеса.

Одним из важных элементов национальной инновационной системы становятся венчурные фонды и венчурная деятельность, которые в развитых странах оказали значительное влияние на создание и развитие малых высокотехно-

логичных предприятий, активизацию инновационной деятельности, решение проблем повышения конкурентоспособности национальной экономики.

Инновационный процесс включает в себя элементы, соединение которых формирует единую структуру инновационного процесса. К этим элементам относятся:

- зарождение идеи инновации;
- постановка целей;
- анализ внешней среды;
- оценка экономической эффективности инновации;
- определение стратегических приоритетов;
- планирование инновационных стратегий;
- освоение инновации;
- коммерческая реализация инновации;
- продвижение инновации.

Инновационный капитал включает интеллектуальные активы: человеческий и структурный капитал. Интеллектуальный капитал организации это интеллектуальные ресурсы, включающие знания, накопленный опыт, которым обладают специалисты предприятия, ноу-хау, базы данных. Развитие интеллектуального капитала зависит от продуктивного управления знаниями. Система управления знаниями решает вопросы создания на предприятии единого информационного пространства, организации эффективной групповой работы сотрудников и специалистов в использовании знаний в общих интересах. Система управления знаниями – совокупность взаимодействующих и взаимосвязанных элементов, относящихся к управлению знаниями, обеспечивающая достижение поставленных целей. Индивидуальная компетентность – способность людей действовать в различных ситуациях и включает образование, опыт, знания новых технологий.

В настоящее время наблюдается острая конкурентная борьба за мировой рынок между США, Японией, странами Западной Европы на основе формирования глобальных конкурентных преимуществ, базирующихся на активизации научной и инновационной деятельности. Основным условием формирования экономики ЕС как динамично развивающейся экономики, основанной на знаниях, является создание единого Европейского исследовательского пространства. Для этого намечено повысить долю инвестиций в научный сектор с 1,9% до 3%.

Анализ и оценка мер, направленных на развитие высокотехнологического сектора экономики ЕС позволили выявить барьеры развития общеевропейского научно-технологического пространства, в том числе: недостаточное инвестирование в развитие рынка высокотехнологичной продукции в ЕС, недостаточная поддержка малого и среднего наукоемкого бизнеса, что является необходимым условием развития высокотехнологического сектора.

В соответствии с «Планом действий» Европейской комиссии был разработан комплекс мероприятий по привлечению инвестиций, в том числе частных, для:

- финансирования научных исследований и активизации продвижения инноваций на рынках ЕС;
- развития высокотехнологического и наукоемкого производства; повышения эффективности корпоративного управления на основе инновационных процессов.

Таким образом, стимулирование инновационных процессов является одним из важнейших условий эффективного экономического развития. Активиза-

ция инновационной деятельности и повышение восприимчивости к инновационным процессам становятся одной из первоочередных задач для стран, стремящихся лидировать в условиях глобализации. Успешное развитие экономики инновационного типа требует комплексного подхода со стороны государства, в основе которого лежит построение национальной инновационной системы.

В современных условиях проблема финансирования бизнеса занимает одну из лидирующих позиций в иерархии целей хозяйствующего субъекта, что обусловлено действием целого ряда причин (рис. 10) и характерно для всей мировой экономики.

Развитие рынка финансовых программ вызвано расширением масштабов инновационной деятельности, широким спектром результатов интеллектуальной деятельности, капитализацией нематериальных активов, активизацией проектных программ.

Воздействие различных факторов на экономический рост отражено в табл. 4.

В современных условиях процесс освоения наукоемких технологий также встречает определенные трудности. Но число предприятий, внедряющих инновации растет: в 2001г. – 14,3%, в 2008 – 38%. Использование новой техники, в том числе содержащей объекты ИС, в период перехода к новым методам управления значительно активизировалось.

На микроуровне, то есть на уровне функционирования отдельных предприятий, роль инноваций проявляется в доле интеллектуальной собственности в общем объеме основных средств предприятия, необходимых для осуществления его деятельности. По существующим оценкам западных экспертов, около 35% стоимости конкурентоспособного бизнеса составляют нематериальные активы, подавляющая часть которых приходится на интеллектуальную собственность.

Сеть венчурных фондов, созданная в США, позволила решить ряд проблем модернизации технологического базиса и концентрации ресурсов на решении приоритетных проблем инновационного развития. Страны Западной Европы в качестве первоочередной задачи повышения конкурентоспособности наметили создать сеть венчурных фондов, которая позволит сконцентрировать капитал, равный венчурному капиталу США.

На фоне создания единого исследовательского и технологического пространства ЕС проблема развития венчурной деятельности и создания сети венчурных фондов в странах СНГ является одной из первоочередных.

В современных условиях необходимо изучение запросов и требований рынка, который формирует спрос на нововведение. Предприятия, проводящие научно-технические изыскания, не имеют собственных средств для финансирования проектов, и вынуждены полагаться на финансирование из бюджетных или иных источников. Бюджетное финансирование не может обеспечить все научные исследования, и, следовательно, необходимо искать и другие формы финансирования. Для финансового обеспечения инноваций требуется привлечение внебюджетных средств, к числу которых можно отнести амортизационные отчисления промышленных предприятий.

Роль инноваций в социально-экономическом развитии. Инновации обеспечивают новое качество жизни, формируют новые потребности и новые сектора рынка. Согласно концепции Й. Шумпетера, движущей силой процветания обще-

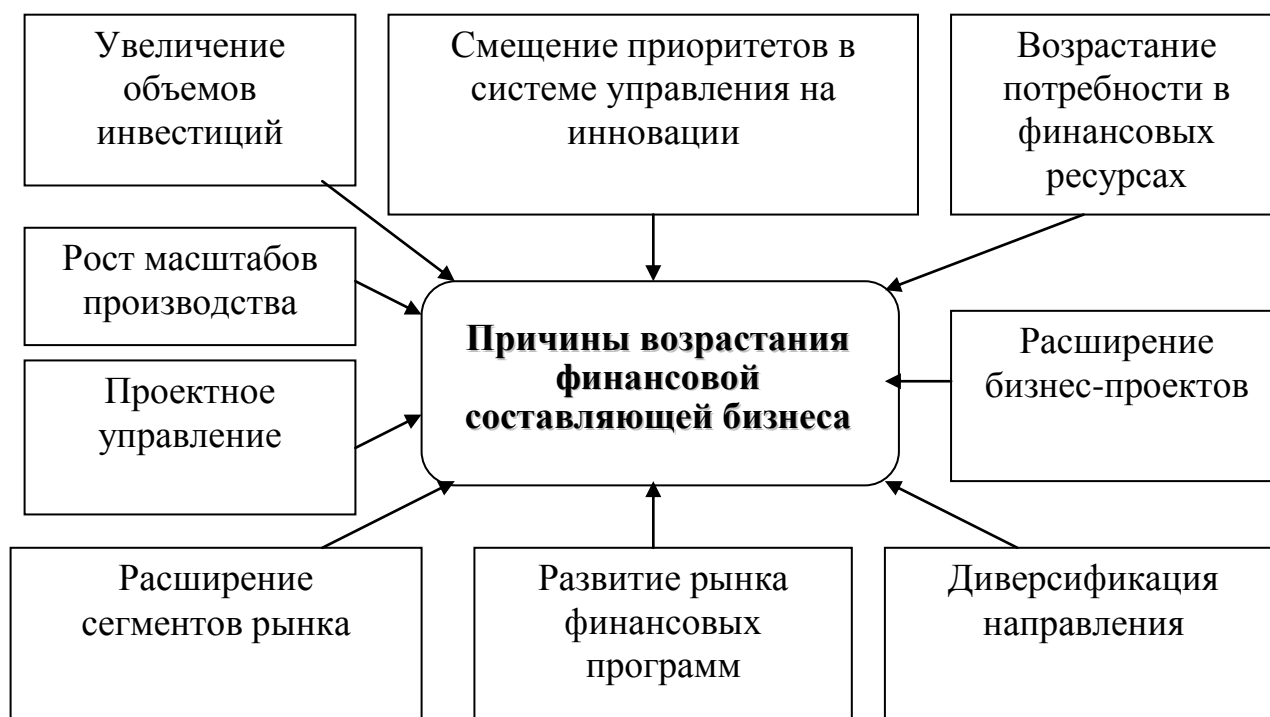


Рис. 10. Причины возрастания роли финансов в деятельности инновационных предприятий

Таблица 4.
Процессы эффективности производства

Фактор экономического роста	Вес, %
1. Увеличение трудозатрат (численность занятых, среднее количество отработанных часов)	32
2. Повышение производительности труда	68
1) технический прогресс	28
2) затраты капитала	19
3) образование и профессиональная подготовка	14
4) экономия, обусловленная масштабами производства	9
5) улучшение распределения ресурсов	8
6) законодательно-институциональные факторы	-9

ства выступают массовые инвестиции в основной капитал, который служит воплощением определенных новшеств (инноваций). Инновационная деятельность влияет на результаты работы предприятий, которые, со своей стороны, определяют социально-экономическое положение страны и уровень жизни населения.

Изобретение нового устройства или процесс усовершенствования существующего очень важен, но один только этот процесс не создает финансовой возможности. Возможность – это пересечение идеи и рыночной потребности. При решении вопросов защиты разработки анализируются этапы: техническая осуществимость технологии, проверка необходимости патента для успешной коммерциализации технологии и соответствие технологии требованиям рынка.

Шансы на коммерческий успех новой разработки больше, когда технологические и рыночные факторы рассматриваются вместе.

Управление инновациями состоит из четырех процессов:

1. Выявление возможностей для создания новых продуктов и услуг.
2. Управление портфелем исследований и разработок.
3. Проектирование и развитие новых продуктов и услуг
4. Продвижение новых продуктов и услуг на рынок.

Процесс проектирования и развития – сердцевина всего комплекса создания новых продуктов – представляет на рынок новые концепции. В случае успеха этот процесс завершается кульминацией в виде нового продукта, позволяющий получать приемлемую долю прибыли.

Процесс проектирования и развития новых продуктов представляет собой сложный комплекс разных видов деятельности и состоит из нескольких этапов. Это концепция развития, планирование разработки продукта и детальное техническое проектирование продукта и процесса его производства.

Инновационный продукт – это залог успешного участия в конкурентной борьбе в таких динамично развивающихся технологических отраслях как фармацевтика, медицинская техника, телекоммуникации. Лидера отрасли определяют исключительно инновационные возможности.

Основными компонентами инновационной системы являются: воспроизводство знаний, проведения фундаментальных научных исследований, проведение прикладных научных исследований, непрерывный мониторинг окружающей среды, анализ конкурентной среды.

На основе экспертизы выявленных перспективных проектов и разработок основными задачами являются:

- формирование ключевых факторов, способствующих успешной деятельности;
- производство высокотехнологичной конкурентоспособной продукции и оказываемых услуг;
- активное продвижение новых технологий к потребителю;
- подготовка кадров по организации и управлению в инновационной сфере.

Теория управления инновационными объектами или процессами применяется к широкому спектру действий и ситуаций и вне производства: в сфере услуг, образовании, здравоохранении, в государственных и региональных органах управления. Параметры управления объектами определяются их технологическим и кадровым потенциалами.

При выборе модели управления инновационной деятельностью необходимо

провести анализ соответствия проектной деятельности всей деятельности организации в целом. Для реализации поставленных задач необходимо создать систему, которая максимально быстро воспринимает события: новые идеи специалистов, вызовы окружения организации, изменения и уточнения стратегии компании.

Целями модернизации экономики являются:

- инфраструктурное освоение территорий и освоение ресурсов,
- научно-техническое инновационное развитие,
- макроэкономическая корректировка диспропорций в экономической системе,
- основа развития экономики – опора на рост внутреннего продукта и его потребления;
- развитие интеллектуальных ресурсов;
- количественный и качественный рост человеческого капитала.

Необходимо совершенствовать параметры инновационного взаимодействия с федеральным центром, сокращать время согласования инновационных проектов.

Политика Российской Федерации в области развития национальной инновационной системы является составной частью социально-экономической и научно-технической политики государства. Она ориентирована на формирование экономических условий для развития производства конкурентоспособной высокотехнологичной продукции (услуг) на базе передовых достижений науки, технологий и техники и представляет собой совокупность направлений и мер прямого и косвенного регулирования деятельности субъектов национальной инновационной системы.

Основные направления политики Российской Федерации в области развития национальной инновационной системы на период до 2010 определяют цель, задачи, важнейшие направления государственной политики, механизмы и основные меры по ее реализации.

Реализация Основных направлений направлена на формирование равноправных партнерских государственно-корпоративных отношений на основе объединения усилий и ресурсов государственных органов управления всех уровней, организаций научно-технической, образовательной, медицинской сфер и предпринимательского сектора экономики в интересах ускоренного использования достижений науки и технологий в инновационной деятельности.

Государство призвано сыграть решающую роль в запуске механизмов финансовой поддержки системы формирования инновационной деятельности. В настоящее время важнейшими критериями участия государства в финансировании Программы «Здоровье нации» в целом и ее элементов в частности должны выступать качественные характеристики, определяющие эффективность показателей работы программы. Эти характеристики включают в себя качество подготовки кадров, экспертизы и отбора инновационных проектов, новых технологий, учебных программ для медицинского персонала и методических материалов.

Ориентация государства на качественные характеристики при отборе проектов для бюджетного финансирования проведения реформы медицины является важной гарантией для привлечения дополнительных средств и инвестиций. Наличие у организаций и высокотехнологичных предприятий высококвалифицированных специалистов в области управления инновациями является одним из условий выделения бюджетных средств на реализацию научно-технических и инновационных проектов.

Правовой базой Основных направлений являются Конституция Российской Федерации, федеральные законы, указы Президента Российской Федерации и иные правовые акты в области инновационной деятельности. Инновационная среда обеспечивает эффективное взаимодействие всех субъектов, включая академические институты, научно-производственные предприятия, заводы, исследовательские центры, технопарки.

В целях обеспечения инновационного пути развития российской экономики необходимо создание нормативно-правовой базы, способствующей эффективному использованию дополнительных стимулов для привлечения инвестиций в наукоемкие технологии. Следует также реализовать комплекс мер, включающих более активные действия государства по ускорению инновационных процессов (создание научно-инновационных зон, технопарков, бирж инноваций, системы венчурного инвестирования и др.), изменению институциональной среды бизнеса.

Стратегия инновационного развития определяется как система мер, направленных на развитие национальной экономики, новейших технологий, современных информационных и других услуг, человеческого капитала. Для совместного поиска эффективных путей по решению масштабных стратегических задач страны российские производители техники объединились в одну из самых масштабных отраслевых организаций – Союз машиностроителей России. Без сильного, передового машиностроения наша промышленность, наша экономика в целом, не будут конкурентоспособными, не будут полноценными. России не удастся уйти от чрезмерной сырьевой зависимости, провести глубинную инновационную перестройку экономики. Это объединение лучших представителей отрасли было продиктовано временем.

Большинство предприятий оборонно-промышленного комплекса России входит в состав госкорпорации "Ростехнологии". Для обмена информацией по новым разработкам, получение данных об изменениях внешней среды, о технологичности в выпускаемой продукции необходимо при Союзе машиностроителей России создание банка высоких технологий, которым могли бы на коммерческой основе пользоваться производители продукции машиностроения [47].

На текущий момент российскими ведущими экспертами выделяют три основных подхода к решению этих задач:

- коммерциализация результатов НИОКР силами самих государственных исследовательских центров;
- выполнение функций по коммерциализации существующими государственными структурами;
- создание специального "промежуточного" звена между государственными лабораториями и частной промышленностью.

В мировой практике существует уже достаточно успешных примеров стран, выбравших инновационный путь своего развития. Основываясь на их опыте, уже сейчас можно выделить следующие виды обязательных налоговых льгот по стимулированию инноваций:

- уменьшение налогооблагаемого дохода на сумму затрат на НИОКР;
- скидки с суммы начисленного к выплате компанией налога в размере определенного процента от величины прироста затрат на НИОКР;

- инвестиционный налоговый кредит (уменьшение суммы налога на часть капитальных вложений в новую технику);
- особые льготы по налогообложению средств, выделяемых для финансирования фундаментальных исследований (как правило в университетах) и для НИОКР силами мелкого и среднего бизнеса.

Россия находится на самом начале своего пути инновационного становления. Пришло новое время, требующее глобальных изменений в технологиях, в экономике, социально-экономической среде. Переход страны на следующую, более высокую ступень цивилизации возможен при проведении модернизации экономики, инновационного развития промышленности.

Основной системной проблемой повышения конкурентоспособности отраслей машиностроения и металлургического комплекса является несоответствие технического и технологического уровня производства, соответствия перспективным требованиям ее потребителей, целям и задачам высокоэффективного развития отрасли и экономики страны в целом. Данная системная проблема в целом и отдельные ее аспекты создают угрозу росту экономики страны, реализации социальных программ и проектов федерального и регионального уровня.

Инновационное и технологическое обновление предприятий являются основой повышения устойчивости машиностроительного комплекса страны в целом, что, в свою очередь, образует один из основных элементов по надежному обеспечению национальной и продовольственной безопасности страны.

В настоящее время определяющее значение для обеспечения экономической конкурентоспособности российской металлопродукции на мировых рынках имеют следующие основные факторы российской экономики: более низкий уровень заработной платы (на одного работающего), существенно меньшая стоимость энергоносителей, более низкие амортизационные отчисления, низкие экологические платежи. Эти факторы обуславливают ценовые конкурентные преимущества для металлопродукции российских компаний по сравнению с компаниями промышленно-развитых стран.

Стратегия предусматривает в качестве основополагающей цели – инновационно-активное развитие металлургической промышленности, направленное на повышение качества и конкурентоспособности выпускаемой металлопродукции, а также на создание новых ее видов, в том числе повышенной степени готовности. В этой связи необходимо стимулировать приток инвестиций в отрасль, направляемых на техническое перевооружение и создание новых производственных мощностей, что даст импульс развитию новых промышленных регионов, обеспечению занятости населения, экономическому росту. Преодоление существующих инфраструктурных ограничений развития может быть достигнуто путем координации планов развития предприятий горно-металлургического комплекса с генеральными схемами размещения объектов электроэнергетики, развития трубопроводного транспорта и сети железных дорог, а также со стратегиями развития других отраслей промышленности и регионов России.

За счет этих основных глобальных компетенций России оно должно создать более конкурентоспособную продукцию и предложить ее как на внутреннем, так и внешнем рынках в качестве альтернативы лучшим мировым аналогам техники. Нужно достичь другой, более высокой степени обеспечения внутрен-

него рынка качественной отечественной продукцией. Мировой опыт показывает, устойчивой может быть та экономика, в которой основные отрасли машиностроения удовлетворяют порядка 70% внутреннего спроса.

Стратегические приоритеты инновационного развития должны быть ориентированы прежде всего на оптимизацию мобилизуемых ресурсов за счет привлечения капиталов. Главными причинами, в силу которых инновационная деятельность идет со значительными затруднениями, по мнению руководителей предприятий, также являются: недостаток собственных денежных средств, недостаток финансовой поддержки со стороны государства, высокая себестоимость нововведений, низкий спрос на отечественную продукцию, высокий экономический риск.

Для координации деятельности делового и научного сообщества в решении вышеперечисленных задач считать целесообразным создание экспертной рабочей группы по анализу инновационного развития промышленности.

Необходимо решить задачи:

- Повысить национальную конкурентоспособность, достичь экономического роста, эффективно использовать уникальные природные и интеллектуальные ресурсы России;
- Промышленная политика должна стать основой системной модернизации экономики России;
- Глобализация в национальном стратегическом проектировании;
- Стратегическое позиционирование России в развивающемся глобальном пространстве конкуренции и сотрудничества;
- Реальные и проектируемые механизмы обеспечения национальной конкурентоспособности;
- Стратегии социально-экономического развития России в контексте глобальных ресурсных и технологических изменений.

Становление нового технологического уклада будет гармонично формироваться на основе создания передовой отраслевой промышленной структуры. Международное сотрудничество должно развиваться для реализации национальных интересов России и технологического прогресса.

В условиях современной конкуренции, сокращения жизненного цикла товаров и услуг, развития новых разнохарактерных технологий одним из основных условий формирования конкурентной стратегической перспективы промышленного предприятия все больше становится его инновационная активность. Предприятия, которые формируют стратегическое поведение на основе инновационного подхода, то есть главной целью стратегического плана ставят освоение новых технологий, выпуск новых товаров и услуг, имеют возможность завоевать лидерские позиции на рынке, сохранить высокие темпы развития, сократить уровень издержек, добиться высоких показателей прибыли. Эффективность проведения инновационных разработок зависит от состояния инновационного потенциала предприятия, основу которого составляют интеллектуальные, материальные, финансовые, кадровые, инфраструктурные и другие ресурсы. Для постоянного внедрения новых товаров или новых технологий предприятия могут создать собственное инновационное подразделение. Актуальность формирования таких стратегий обусловлена проблемами научно-технического комплекса, экономией ресурсов, повышением эффективности конечного результата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современные философские проблемы естественных, технических и социально-гуманитарных наук : учебник для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук // под общ. ред. В. В. Миронова. – М.: Гардарики, 2006. – 639 с.
2. <http://automationlab.ru/index.php/2011-05-12-06-16-44/318-19>
3. Автоматизация поискового конструирования // Под ред. А.И. Половинкина. – М.: Радио и связь, 1981. – 334 с.
4. Гуманитаризация образования в техническом университете: состояние, проблемы, перспективы. Сб. докл. и выступлений // Под ред. проф. В.Н. Ременчука. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 204 с.
5. Ивашов Е.Н., Лучников А.П. Методологические аспекты нанотехнологии. // INTERMATIC-2007 // Материалы Международной НТК «Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения», 23-27 октября 2007г., Москва. – Материалы школы-семинара «Проблемы качества в образовательных технологиях высшей школы». – М.: МИРЭА, 2007, часть 4. – С. 108-115.
6. Буш Г.Я. Рождение изобретательских идей. – Рига: Лисма, 1976. – 126 с.
7. Воинов Б.С. Алгоритм изобретения. – М.: Московский рабочий, 1973. – 296 с.
8. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. – М.: Московский рабочий, 1973. – 296 с.
9. Педагогический энциклопедический словарь // Под ред. Б.М. Бим-Бад; М.М. Безруких, В.А. Болотов, Л.С. Глебова и др. – М.: Большая Российская Энциклопедия, 2003. – 528 с.
10. Приказ федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 30 сентября 2005 г. № 1938. Об утверждении показателей деятельности и критериев государственной аккредитации высших учебных заведений.
11. Розин В.М. Методология: становление и современное состояние. – М., 2005.
12. Розин В.М. Типы и дискурсы научного мышления. - М., 2000.
13. Е. Васильева, А. Малыгина. Активность студентов как показатель их социализации и социальной компетенции. – "Alma mater" («Вестник высшей школы»), №7, 2007 – С. 18-22.
14. Розин В.М. Психология: наука и практика. – М., 2005.
15. Домбинская М.Г. Факторы формирования духовной культуры инженера. – М.: МГУ, 1996. – 110с.
16. Половинкин А.И., Вершинина Н.И., Зверева Т.М. Функционально- физический метод поискового конструирования. – Иваново: Ивановский государственный университет, 1983. – 84 с.
17. Гуманитаризация образования в технических вузах // Под ред. Арефьевой Г.С., Басанц В.Л., Гуренко М.М., Панфиловой М.Н. – ПИК ВИНТИ г. Люберцы 10, МО, 1989. – 183 с.

18. Фёдоров И.Б., Сигов А.С., Серебрянников СВ., Попов А.И., Ивашов Е.Н. Системный подход к формированию активной жизненной позиции учащейся молодёжи. // INTERMATIC-2007 // Материалы Международной НТК «Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения», 23-27 октября 2007г., Москва. – Материалы школы-семинара «Проблемы качества в образовательных технологиях высшей школы». – М.: МИРЭА, 2007, часть 4. – С. 7-12.
19. Сигов А.С., Лучников А.П., Серебрянников СВ., Попов А.И., Ивашов Е.Н. Принципы реализации методологии формирования активной жизненной позиции учащейся молодёжи. // INTERMATIC-2007 // Материалы Международной НТК «Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения», 23-27 октября 2007г., Москва. – Материалы школы-семинара «Проблемы качества в образовательных технологиях высшей школы». – М.: МИРЭА, 2007, часть 4. – С. 50-53.
20. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учебн. пособие для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
21. Горлачёв, В.П. Региональный образовательный стандарт по экологии для общеобразовательных школ Читинской области. // В.П. Горлачёв, Е.А. Игумнова, О.В. Корсун, Е.И. Никифорова. – Чита, 2002. – 33 с.
22. Хосе Ортега-и-Гассет, философ и мыслитель. // Вопросы философии. №3, 1989.
23. Бойцов В.Г., Рынков А.А. История науки и техники: Учебное пособие. – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2004. – 212 с.
24. Поликарпов В.С. История науки и техники – Ростов-на-Дону, 2009.
25. Бендиков М.А. Современные проблемы развития наукоемкой промышленности России // Науковедение № 4, 2009.
26. Стратегия развития науки и инноваций в Российской Федерации на период до 2015 года. Утверждена Межведомственной комиссией по научно-инновационной политике, протокол № 1 от 15 февраля 2006 г.
27. Сироткин О.С. Технологический облик России // Науковедение №4, 2009. – С. 9.
28. Гохшанд А.Д. Инновационная деятельность как особый вид экономической деятельности // Патенты и лицензии № 1, 2007. – С. 21.
29. Афанасьев В.В. Формирование творческой активности студентов в процессе решения математических задач: Монография. – Ярославль: ЯГПУ им. К.Д. Ушинского, 1996. – 168 с.
30. Блох М.А. Творчество в науке и технике. – Петроград: Научно-технич. отдел ВСНХ, 1920. – 66 с.
31. Варнавских Е.А. Об определении "социально ориентированное творчество". Калининград: КВВМУ, 1998. Деп. в ЦВНИИ МО, В 3735, сб. рефер. деп. рукописей 43, серия Б, 1998.
32. Блинов Б.С. Загадочный импульс. Заметки изобретателя. – М.: Молодая гвардия, 1969. – 174 с.
33. Представление информации в базе данных изобретающей машины // Журнал ТРИЗ 1, 1995. – С. 69-75.
34. Гребенюк О.С. Педагогика индивидуальности. – Калининград: Калинингр. госуниверситет, 1995.-94 с.

35. Вакуумная техника: справочник /, Н.К. Никулин и др.; под общ. ред К.Е. Демихова, Ю.В. Панфилова 3-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2009. – 590с.
36. Александрова А. Т. Теоретические основы расчета и конструирования функциональных устройств и систем оборудования высоких вакуумных технологий на основе приводов управляемой упругой деформации. Учебное пособие. – Московский государственный институт электроники и математики. М., 2003. – 48 с.
37. Ананян М.А., Косяков А.Н., Киселев М.В., Котенков А.Г., Лускинович П.Н., Обьедков О.В., Шавыкин А.Е., Филипов В.В. Нанотехнологический комплекс НК-100-1В. Сборник докладов 5-й Всероссийской конференции "Нейрокомпьютеры и их применение". 1999.
38. Интернет: <http://www.membrana.ru/>
39. Интернет: <http://www.nanonewsnet.ru/>
40. Интернет: <http://www.newchemistry.ru/>
41. Интернет: <http://www.semiconductor.net/>
42. Кудрин Б.И. Отбор: энергетический, естественный, информационный, документальный. Общность и специфика. - Электрификация металлургических предприятий Сибири. Вып. 5, Томск: изд. ТГУ, 1981, с. 111-187.
43. Глазьев С.Ю. О стратегии развития российской экономики. / Научный доклад. – М.: ЦЕМИ РАН, 2001.
44. Базовый доклад Фурсенко «НИС и государственная инновационная политика», 2009г
45. Доклад о результатах и основных направлениях деятельности Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации на 2007-2009 годы.
46. Российский статистический ежегодник 2010: Стат. сб./ Росстат М.: 2010
47. Российская экономика. Тенденции и перспективы. – М.: Проспект, ИЭПП, 2010. – С 354.
48. К.Н. Андрианов, В.А. Васин, Е.Н. Ивашов, Философия инженерного искусства. – Ивантеевка М.о.: Издательство НИИ предельных технологий, 2014. – 127с.
49. Управление инновациями на промышленных предприятиях в условиях модернизации экономики / В.А. Васин, Д.И. Кокурин, К.Н. Назин, Л.Н. Устинова: Под научн. ред. В.И. Кравцовой – М.: Издательство НИИ ПМТ, 2011. – 197с.
50. Н.А. Никулин, В.А. Васин, Л.Н. Устинова Кластерные структуры в промышленности: Монография. – Ивантеевка М.о.: Издательство НИИ предельных технологий, 2012. – 84 с.
51. Александрова А.Т., Васин В.А., Ивашов Е.Н., Степанчиков С.В. "Вакуумная механика в электрон-ном машиностроении: монография", М.: МИ-ЭМ. 2009-145с.
52. Васин В.А., Ивашов Е.Н., Степанчиков С.В. Механизмы оборудования для производства полупроводников материалов и приборов электронной техники: монография. – М.: Издательство НИИ ПМТ, 2010. - 211с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. СПЕЦИФИКА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК И ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ	9
1.1. Технические науки как особый класс научных дисциплин	9
1.2. Три слоя научно-технического знания	12
1.3. Функционирование технической теории	16
1.4. Различие естественнонаучной и технической теорий	16
ГЛАВА 2. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	19
2.1. Общая концепция инженерной деятельности	19
2.2. Специфические особенности инженерной деятельности	19
2.3. Понятие и сущность технического инновационного мышления	22
2.4. Общество и инженер	23
ГЛАВА 3. ДИАЛЕКТИКА ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА	25
3.1. Сущность системного подхода	26
3.2. Законы и закономерности развития техники	29
3.3. Принятие решений на основе системного подхода	33
3.4. Методы направленного поиска решения инженерных задач	37
3.5. О "человеческом факторе" в принятии решений	40
ГЛАВА 4. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ АКТИВНОЙ ТВОРЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ	41
4.1. Системный подход как методология научного познания	41
4.2. Воспитание экологической культуры	45
4.3. Развитие творческих способностей человека	48

ГЛАВА 5. МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ТВОРЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ	53
5.1. Изобретательство в России	53
5.2. Финансирование научных исследований	56
5.3. Проблема освоения инновационных технологий	57
5.4. Подготовка творчески активного Специалиста	61
ГЛАВА 6. СОЗДАНИЕ ФИЛОСОФИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВАКУУМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ	64
6.1. Тенденции развития современной электронной техники	64
6.2. Принцип управляемой упругой деформации	66
6.3. Идеология создания функциональных устройств и систем без узлов трения	66
6.4. Приводные элементы механизмов управляемой упругой деформации	70
6.5. Исторические и идеологические аспекты нанотехнологии	72
6.6. Законы развития электроники	74
6.7. Модели нанонауки и нанотехники	75
6.8. Нанороботы в техноценозе	77
6.9. Применение сплавов с эффектом памяти	80
ГЛАВА 7. УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ	81
7.1. Связь прогресса науки с инновационными процессами в государстве, с развитием экономики	81
7.2. Научная база инновационных стратегий – основа экономического роста	95
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	106