

ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ

Втюрин В.А. История и методология науки
и производства в области автоматизации.
- СПб., 2011. - 96 с.

Теория управления

- наука о принципах и методах управления различными системами, процессами и объектами
- это развивающаяся теория, особенно начиная с последних десятилетий XX века, когда её принципы оказались полезны при решении задач компьютерного моделирования различных систем, процессов и объектов, позволяющего существенно увеличить возможности автоматизации человеческого труда
- теоретической базой теории управления являются *кибернетика и теория информации.*

Кибернетика (от др.-греч. κυβερνητική — «искусство управления») — наука об общих закономерностях получения, хранения, передачи и преобразования информации в сложных управляющих системах, будь то машины, живые организмы или общество.

Теория информации

- раздел прикладной математики, радиотехники (теория обработки сигналов) и информатики, относящийся к измерению количества информации, её свойства и устанавливающий предельные соотношения для систем передачи данных.
- оперирует математическими моделями, а не реальными физическими объектами (источниками и каналами связи).
- использует, главным образом, математический аппарат теории вероятностей и математической статистики.

- Основные разделы теории информации — кодирование источника (сжимающее кодирование) и канальное (помехоустойчивое) кодирование.
- Суть теории управления состоит в построении на основе анализа данной системы, процесса или объекта такой абстрактной модели, которая позволит получить алгоритм управления ими в динамике, — для достижения системой, процессом или объектом состояния, которое задается целями управления.
- Теория управления, как и любая другая наука, имеет свои предмет, функцию, цели, задачи и методы. При этом методы теории управления значительно различаются в зависимости от области применения, — в кибернетике, прикладной математике, компьютерном программировании, социологии, политологии, правоведении, в экономике.

Этапы процесса управления

- Сбор и обработка информации.
- Анализ, систематизация, синтез.
- Постановка на этой основе целей. Выбор метода управления, прогноз.
- Внедрение выбранного метода управления.
- Оценка эффективности выбранного метода управления (обратная связь).

Методы управления, рассматриваемые теорией управления техническими системами и другими объектами, базируются на трёх фундаментальных принципах:

- Принцип разомкнутого (программного) управления,
- Принцип компенсации (управление по возмущениям) — такие системы управления применяются при ограниченном диапазоне изменений внешней среды, в зависимости от полноты информации о внешней среде системы управления по возмущениям могут обладать важным свойством: управление по возмущениям с полной информацией обеспечивает полную компенсацию воздействий внешней среды. Системы, в которых достигается полная компенсация, называются *инвариантными*. В них управляющее воздействие поступает в объект управления одновременно с воздействием внешней среды, нейтрализуя его. Однако в открытых системах предусмотреть все возможные возмущения затруднительно. Кроме того, функциональные зависимости между возмущающими и управляющими воздействиями могут быть неизвестны. Поэтому управление по возмущениям с неполной информацией приводит к накоплению ошибок.
- Принцип обратной связи.

Базовые понятия теории управления

- Системы автоматического управления;
- Функциональные принципы управления (принцип разомкнутого управления, принцип компенсации, принцип обратной связи);
- Устойчивость и стабилизация автоматических систем;
- Характер процессов управления.

Математическая модель

— это приближенное описание изучаемого явления или объекта, выраженное с помощью математической символики.

ММ — мощный метод познания явлений и объектов.

Важным этапом построения ММ является формирование законов, определяющих процессы, протекающие в объектах. Этот этап требует широкого знания фактов, относящихся к изучаемым явлениям и глубокого проникновения в их взаимосвязи.

- Переход от физической к ММ позволяет проводить изучение объекта с использованием количественной информации, абстрактных представлений об объекте. Такая количественная формализация обычно задается *оператором* объекта, причем понятием оператора объединяются любые математические операции: все алгебраические действия, дифференцирование, интегрирование, сдвиг во времени, решение дифференциальных, интегральных, алгебраических и любых других функциональных уравнений, а также любые логические действия.
- Задать оператор объекта — это означает задать совокупность действий, которые надо осуществить над входной функцией, чтобы получить выходной процесс.

Задачей *информационной технологии* (технологии связи) является передача информации от человека к человеку, обмен информацией между человеком и машиной или обмен информацией между различными устройствами.



Рис. 1.1. Принцип информационной технологии

Автоматизация производства

— это этап машинного производства, характеризующийся освобождением человека от непосредственного выполнения функций управления производственными процессами и передачей этих функций автоматическим устройствам.

Таким образом, автоматизация — это применение автоматических устройств для выполнения функций управления. Она ведется на базе последних достижений в областях электроники, вычислительной техники, теории управления.

Задачей автоматизации является автоматическое управление, то есть самостоятельное целенаправленное воздействие на поведение интересующих нас объектов.

Автоматизация обеспечивает:

1. Освобождение человека от физически тяжелой, опасной для здоровья, а также от повторяющейся физической или умственной работы.
2. Расширение границ возможностей человека, которые часто не соответствуют требуемым режимам обработки, скорости и точности протекания процессов.
3. Освобождение человека от непосредственного выполнения функций управления производственными процессами. Эти функции передаются специальным устройствам — системам автоматического управления.

Благодаря средствам автоматизации происходит *интенсификация и рационализация общественного производства*. Этот процесс преследует несколько целей: во-первых, это *совершенствование культуры труда* из-за, например, устранения пространственной и временной привязанности человека к производственному процессу, а во-вторых, это *повышение производительности труда*.

История управляемых систем

- Первое самоуправляемое устройство было построено Ктезибием из Александрии (примерно в 250 году до н. э.). Его водяные часы использовали сифон как регулятор потока воды. До этого изобретения считалось, что только живые существа способны модифицировать своё поведение в ответ на изменения в окружающей среде.
- Следующим шагом в развитии саморегулирующихся систем управления с обратной связью стали термостат Корнелиуса Дреббеля (1572—1633), и центробежный регулятор паровой машины Джеймса Уатта (1736—1819).

В работе "О регуляторах" (1868 г.) Дж. К. Максвелл предложил первое в науке функциональное определение регулятора, не зависящее от его конкретных воплощений — конструкции и способа действия. Английский ученый разработал математический аппарат для выражения критерия устойчивости систем регулирования.

Идеи Максвелла получили продолжение в России, когда И. А. Вышнеградский (1831-1895) опубликовал работу "О регуляторах прямого действия" (1876). Ученый выдвинул систему теоретических положений, охватившую важный класс регуляторов, и сформулировал условие устойчивости системы регулирования, известное как "критерий Вышнеградского". Разработка средств математического выражения критериев устойчивости регулирования позволяла предсказывать поведение системы "машина-регулятор" в условиях влияния на нее помех и их компенсации в конкретных ситуациях. Так были заложены основы теории автоматического регулирования (ТАР).

Дальнейшим результатам ТАР во многом обязана отечественной науке. Они были получены А. М. Ляпуновым (1875-1918), Я. И. Грдиной (1871-1931) и Н. Е. Жуковским (1847-1921). Последний наряду с глубокими специальными исследованиями дал в 1909 г. систематическое изложение теории.

Примерно до середины 30-х годов двадцатого века теория регулирования развивалась в рамках отдельных технических дисциплин, таких, как "регулирование машин", "регулирование электродвигателей" и т. п. Даже одна из основополагающих работ — работа Найквиста по частотным методам исследования устойчивости систем с обратной связью (1932) — была написана применительно к электронным усилителям.

Само понятие "обратная связь", пронизывающее всю теорию автоматического регулирования, вошло в нее лишь после появления электрических и электронных элементов и построенных на их базе разнообразных *следящих систем*, которые до этого назывались сервосистемами или сервомеханизмами.

В 1938 г. А. В. Михайлов, развивая частотный метод, предложенный Найквистом для проектирования следящих систем, разработал свой критерий устойчивости, реализованный в так называемом годографе Михайлова.

С конца 30-х годов XX века началось интенсивное проникновение следящих систем во все отрасли техники, включая радиотехнику, электронику и счетно-решающие устройства. Стали выпускаться журналы по этой тематике, сформировались соответствующие коллективы специалистов. Сложившаяся к этому времени общая теория автоматического регулирования связана с именами А. В. Михайлова, Г. Найквиста, А. А. Андропова, Б. Н. Петрова и многих других советских и зарубежных ученых.

В распространении идей и методов теории автоматического регулирования важное значение имел семинар, проводившийся в конце 40-х годов XX века в Институте автоматики и телемеханики АН СССР (ныне Институт проблем управления) под руководством М. А. Айзермана. На этом семинаре докладывались и обсуждались важнейшие работы отечественных ученых в этой области.

Существенную роль в дальнейшем продвижении ТАУ и, что особенно важно, в ее перерастании в теорию автоматического управления, произошедшем в 30-х -40-х годах XX века, сыграли такие научные достижения, как разработка метода автономности (он позволял осуществлять ввод в систему такого рода связей между регуляторами, который исключал влияние одних регулируемых параметров на другие), основы которого были заложены в работе И. Н. Вознесенского (1938).

Создание теории инвариантных систем (обеспечение независимости регулируемой величины от внешних возмущающих воздействий), связано с именами Г. В. Щипачева (1939), Н. Н. Лузина (1940) и В. Е. Кулебакина (1948).

Становление топологических методов изучения нелинейных систем, связанное с деятельностью А. А. Андронова и его школы. Нужно также отметить выполненные в 40-е годы пионерские работы по экстремальному регулированию (Ю. Г. Хлебцевич, 1940; В. В. Казакевич, 1943).

Дальнейший прогресс в ТАР связан с быстрым развитием техники связи. Для регуляторов в промышленной машинной технике информационный аспект процесса имел подчиненное значение — в технике связи он вышел на первый план.

Важным инструментом кибернетических исследований является теория обыкновенных дифференциальных уравнений и особенно вопросы их устойчивости (А. М. Ляпунов).

Классическое понимание управления, сложившееся после известных работ Н. Винера, предполагает, что общие принципы управления распространяются на любые системы, к которым применима квалификация "кибернетические". К таким системам относят как технические, так и биологические, экономические и социальные структуры. Во время второй мировой войны он работает над математическим аппаратом для систем наведения зенитного огня (детерминированные и стохастические модели по организации и управлению американскими силами противовоздушной обороны). Он разработал новую действенную вероятностную модель управления силами ПВО. Полное название главной книги Винера - «Кибернетика, или управление и связь в животном и машине» (1948 г.).

Кибернетика — интегральное научное направление, базируется на идеях, зародившихся в рамках большого числа различных дисциплин, развивавшихся первое время независимо друг от друга. Можно считать, что корни кибернетики в основном относятся ко второй половине XIX века, и существовали они сравнительно самостоятельно до конца первой половины XX века.

Винер выделил новую категорию — "управление", описал несколько задач, типичных для кибернетики, привлёк внимание к особой роли вычислительных машин. Введение категории управления позволило Винеру воспользоваться понятием информации, положив в основу кибернетики изучение законов передачи и преобразования информации. Сущность принципа управления заключается в том, что движение и действие больших масс вещества или передача и преобразование больших количеств энергии направляется и контролируется при помощи малых количеств энергии, несущих информацию.

В кибернетике отвлекаются от конкретных особенностей отдельных систем и выделяют общие для некоторого множества систем закономерности. Эти закономерности описывают изменение состояния системы при различных управляющих воздействиях. Таким образом, кибернетика рассматривает абстрактные системы.

Развитие современных ЭВМ и программирования явилось мощным инструментом информационного моделирования разнообразных объектов, систем, процессов и явлений, для решение задач собственно кибернетического плана.

ЭВМ входят в качестве ведущей компоненты в сложные управляющие и информационные системы. Это стало возможным благодаря революционной идее Дж. фон Неймана относительно "единства" информации, используемой на всех этапах работы ЦВМ (конец 40-х годов XX в.), и, в частности, о хранении в памяти машины помимо текущей информации, связанной с решаемой задачей, также и информации программной. Эта идея привела к возможности оперировать с командами программ так же, как и с числами: осуществлять в машине их преобразования, выполнять над ними логические и арифметические операции. В концепции фон Неймана автоматический цифровой вычислитель выступил как устройство для переработки информации любой природы, не обязательно числовой.

Существенным является также и то, что развитие кибернетики, в свою очередь, оказало стимулирующее влияние на исследования в области математической логики, теории алгоритмов и всей дискретной математики. Здесь следует упомянуть идеи и результаты А. М. Тьюринга (1912-1954), Э. Поста (1897-1954), А. А. Маркова-младшего (1903-1979), С. А. Яновской (1896-1966) и других советских и зарубежных математиков и логиков, работы которых сформировали математический фундамент кибернетики.

В 1934 г. на общественных началах был образован Комитет по автоматике, телемеханике и диспетчеризации. На его основе в системе АН СССР была создана соответствующая Временная комиссия по телемеханике и автоматике (10 июня 1934 г.). Сразу же были рассмотрены вопросы об организации кафедр по автоматике в двенадцати ведущих технических вузах и о выпусках периодического печатного издания. Председателем Комиссии по телемеханике и автоматике с самого начала был назначен директор Физико-технического института АН СССР (Ленинград) академик А. А. Чернышев (1882-1940), крупный ученый в области электротехники.

- В связи с развитием паровых машин потребовались регуляторы, которые могли бы автоматически поддерживать установившийся режим их работы.
- Универсальность математических методов, полученных в данной теории, перевела её в область наук, занимающихся изучением абстрактных математических объектов, а не их конкретных технических реализаций.
- Родоначальником непосредственно *математической теории управления* можно считать Александра Михайловича Ляпунова — автора классической теории устойчивости движения (1892).
- Управление присуще только системным объектам. Для них характерно понижение энтропии, направленность на упорядочение системы.

Структура управления



Движение системы

- Чтобы выполнялся достаточный признак управляемости системы, в ней должно существовать множество возможных «движений», из которого производится выбор предпочтительного движения. Управления не может быть там, где нет выбора.
- В кибернетике под "движением" понимают всякое изменение объекта во времени. Например, изменение температуры тела, изменение заряда конденсатора, изменение объема или давления газа, изменение запасов сырья на складе, жизнь и мышление рассматриваются как сложные формы движения.
- В механике термин "движение" применяется в узком смысле и означает изменение положения объекта в пространстве с течением времени.

- Входные и выходные величины, сигналы состояния (координаты пространства состояний системы — *фазового пространства*) связываются через математические преобразования. В движении эта связь описывается уравнениями динамики.
- Изменение состояния системы происходит во времени, в результате так называемого переходного процесса. В таком случае система называется *динамической*.
- Динамическая система может иметь три типа поведения, или три режима работы:
 - *равновесный*, когда состояние системы не изменяется во времени (в фазовом пространстве это изображающие точки);
 - *переходный* — режим движения из некоторого начального состояния к другому установившемуся состоянию (равновесному или периодическому) под действием изменения внешнего воздействия или изменения внутренних свойств системы (фазовая траектория в фазовом пространстве);
 - *периодический*, когда система через равные промежутки времени приходит в одни и те же состояния.

Описание систем

Графически система изображается двумя основными способами: *структурной схемой* и *сигнальным графом*. Например, если элемент описывается уравнением

$$p^2 y(t) + a p y(t) + b y(t) = x(t), \quad p = \frac{d}{dt},$$

то его структурная схема примет следующий вид (элементы являются передаточными звеньями элементов, а связи изображают входные и выходные сигналы).

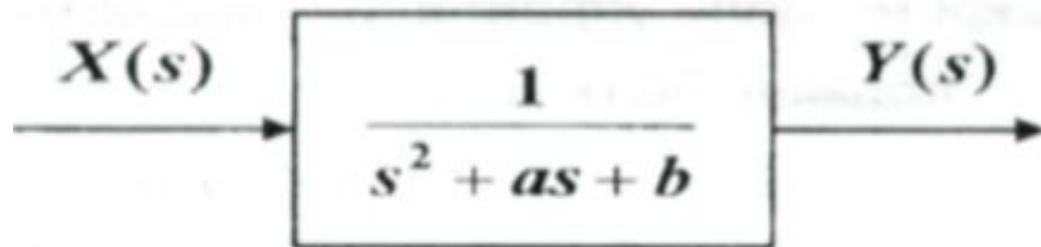
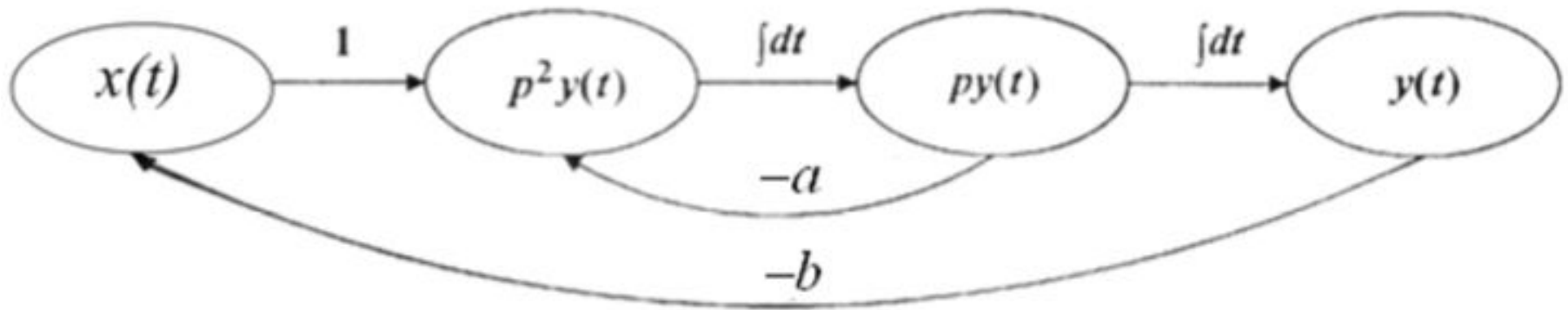


Рис. 3.3. Структурная схема

Сигнальный граф

В сигнальном графе элементы представляют собой сигналы (узлы), а линии – передаточные звенья (направленные стрелки или ветви).



Элементы можно представить как во временном, так и в частотном диапазоне.

Во временной области передаточное звено описывается оператором $F\{\dots\}$, который преобразует функцию входного сигнала $X(t)$ в функцию выходного сигнала $Y(t)$:

$$Y(t) = F\{X(t)\}. \quad (3.2)$$

К важнейшим операторам относятся оператор константы $F = c$, дифференциальный оператор $F = \frac{d}{dt}$, интегральный оператор $F = \int dt$.

В частотном диапазоне изображения входного и выходного сигналов связаны передаточной функцией:

$$W(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}, \quad s = \alpha + j\omega \quad (3.3)$$

Основным разделом методологии автоматизации является расчет и создание систем автоматического управления (САУ).

Системы автоматического управления обычно делят на два класса:

- циклические автоматические системы (станки-автоматы, автоматические линии),
- ациклические системы, также называемые информационными системами.

В задачи технической кибернетики входит изучение информационных автоматических систем по двум направлениям:

- реализация принципов управления, открытых в живой природе,
- изучение человека как звена системы управления.

Прикладная дисциплина, изучающая общие принципы и методы построения автоматических систем, т.е. автоматических машин, агрегатов, цехов, заводов, выполняющих поставленные перед ними цели без непосредственного участия человека, называется *автоматикой*. Она включает в себя теорию элементов систем управления и теорию автоматического управления (ТАУ). ТАУ является теоретической основой технической кибернетики.

СОВРЕМЕННАЯ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

Базовые принципы управления не зависят от конкретной природы объекта. Основные законы механики, электротехники, теплотехники, гидравлики, газовой динамики и химии, которыми описывается поведение подавляющего большинства современных подвижных и технологических объектов, могут быть представлены аналогичными и даже совпадающими закономерностями в виде системы дифференциальных и алгебраических уравнений. Многие из этих законов могут переходить друг в друга в результате *инвариантных* математических преобразований.

Однако дальнейшая формализация этого подхода привела в настоящее время к непомерной математизации современной теории автоматического управления.

- "оптимальность" — это попытка отразить оценочное свойство через некоторое количественное соотношение, т.е. объективизировать, выразить количественно то качество, которое желательно придать синтезируемой системе.
- при этом возникает труднейшая задача перехода от естественных принципов, учитывающих своеобразие объекта, к количественным, формализованным соотношениям. Для этого представляется перспективным использовать принципы (законы) сохранения, справедливые, как известно, для всех форм существования материи и являющихся инвариантами в тех предметных областях, к которым относится данный, конкретный объект управления.

Главным в теории является не подробное описание исследуемого объекта, а изучение его основных свойств, выявление общих законов, связей для того, чтобы обеспечить принципиальную возможность установления новых знаний.

Наука располагает мощными средствами познания мира — методом *анализа*, т.е. расчленения явления на его составные части, свойства, ступени развития, и методом *синтеза* — обобщения, составления цельной картины изучаемого процесса. Анализ предшествует синтезу, их объединяет органическая внутренняя СВЯЗЬ.

Интуиция базируется на эмпирическом и теоретическом знании изучаемого явления, но внезапность срабатывания механизма интуиции, "озарение", остается загадкой, и надежда, что интуиция, как универсальная отмычка, способна вскрыть сейфы кладовых знаний, совершенно иллюзорна.

Интуиция — результат напряженной работы человеческой мысли, постоянного, настойчивого поиска решения проблемы. Так было и со знаменитым яблоком Ньютона, и со сном Менделеева, и с музыкальными находками композиторов. Интуитивной находке еще предстоит пройти сложный путь от замысла, идеи, гипотезы до вердикта практики.

Поскольку управление является не только наукой, но и искусством, то роль интуиции в принятии управленческих решений особенно велика и ответственна, тем более что эти решения обычно принимаются при остром дефиците времени.

В широком смысле термин "*искусство*" применим к любой сфере человеческой деятельности, когда какая-либо работа выполняется умело, мастерски, искусно в технологическом, а часто и в эстетическом смысле. Наука и искусство основаны на творчестве в отличие от репродуктивной деятельности, направленной на количественное воспроизведение достигнутого стандарта.

Теория управления не может дать готовые рекомендации для конкретных жизненных ситуаций, и каждый человек принимает решения, основываясь на интуиции и собственном опыте. Но любая импровизация опирается на глубокое знание законов, научно обоснованных и понятых человеком методов мастерства.

Искусство управления — способность человека принимать нетривиальные решения в условиях дефицита информации и времени.

"Генеалогическое древо" искусства управления



Каждый из управляемых объектов является системой, состоящей из отдельных, но взаимосвязанных частей, элементов. Причем система приобретает новые свойства, которыми не обладают составляющие ее элементы. Так, толпа – это не сумма отдельных личностей, это новое образование, новый организм со своими особенностями, который подчиняется иным законам, чем составляющие ее отдельные люди.

В общем случае система состоит из множества взаимосвязанных элементов, каждый из которых обладает присущими ему свойствами, но в целом все они действуют целенаправленно.

Информационные связи между элементами системы исследуются логическим и математическим аппаратом кибернетики.

Принципиальная схема управления



Информация о состоянии управляемого объекта по каналу обратной связи поступает в орган сравнения (ОС) системы, который может внести необходимые коррективы в процесс управления.

- Для оптимизации и особенно автоматизации управления необходимо разрабатывать формализованные модели.
- Для удобства изучения и совершенствования систем выполняется *декомпозиция* систем, т.е. их расчленение на группы элементов, объединяемых по какому-то определенному признаку и называемых подсистемами.
- В автоматических системах управления технологический процесс осуществляется без непосредственного участия человека. В этих случаях роль человека передается *регулятору*, который на основании полученной информации принимает соответствующее решение (эта антропоморфная, "человекоподобная" терминология прочно укрепились в науке и технике, хотя, естественно, регулятор не "думает" и не "принимает решений")
- Функции одного из самых совершенных регуляторов обычно выполняет компьютер.

Синергетика

- интегральная наука, изучающая коллективные вопросы самоорганизации, охватывающие практически все современные отрасли знаний о косной и живой природе, технические и экономические науки.
- основана на нелинейной динамике и теории самоорганизации, как базовых научных дисциплинах.
- в открытых системах, обменивающихся с внешней средой энергией, веществом и информацией, возникают процессы *самоорганизации*, т.е. процессы рождения из физического (биологического, экономического, социального) хаоса некоторых устойчивых упорядоченных структур с новыми свойствами систем.

- Синергетика, по существу, является тем эволюционным естествознанием, которое позволяет говорить о возникновении единого метаязыка инженера, естественника и гуманитария и, следовательно, осуществить возврат к целостному пониманию природы на основе единой научной концепции.
- На основе данной концепции можно построить новое отношение к процессу интегрального познания и самой науки; разрушить барьеры, установленные между отдельными отраслями высшего образования, науки и техники в виде специальных терминов и узкого профессионализма.
- В настоящее время общим признаком, характерным для многих отраслей знания, является выявление и формирование самоорганизующихся устойчивых структур, отражающих фундаментальные принципы современной науки.

РОЛЬ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ИНФОРМАТИКИ В ТЕОРИИ И ТЕХНИКЕ УПРАВЛЕНИЯ

- Главной тенденцией развития вычислительной техники в настоящее время является дальнейшее расширение сфер применения ЭВМ и, как следствие, переход от отдельных машин к их системам — вычислительным системам и комплексам разнообразных конфигураций с широким диапазоном функциональных возможностей и характеристик.
- Наиболее перспективные, создаваемые на основе персональных ЭВМ, территориально распределенные многомашинные вычислительные системы — вычислительные сети — ориентируются не столько на вычислительную обработку информации, сколько на коммуникационные информационные услуги: электронную почту, системы телеконференций и информационно-справочные системы.

- При разработке и создании собственно ЭВМ существенный и устойчивый приоритет в последние годы имеют сверхмощные компьютеры – суперЭВМ, миниатюрные и сверхминиатюрные ПК. Ведутся поисковые работы по созданию ЭВМ 6-го поколения, базирующихся на распределенной нейронной архитектуре, – нейрокомпьютеров. В частности, в нейрокомпьютерах могут использоваться уже имеющиеся специализированные сетевые МП – транспьютеры.
- *Транспьютер* – микропроцессор сети со встроенными средствами связи. Например, транспьютер IMS T 800 при тактовой частоте 30 МГц имеет быстродействие 15 млн. операций в секунду, а транспьютер Intel WARP при тактовой частоте 20 МГц – 20 млн. оп/с.
- Характерной чертой компьютеров пятого поколения обязано быть внедрение искусственного интеллекта и естественных языков общения.

Интеллектуальная система

- это техническая или программная система, способная решать задачи, традиционно считающиеся творческими, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы.
- Структура интеллектуальной системы включает три основных блока — базу знаний, решатель и интеллектуальный интерфейс.
- языки программирования развиваются в сторону все большей абстракции от реальных машинных команд. И самым очевидным преимуществом здесь является увеличение скорости разработки программы.

ФИЗИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

- возникает новая актуальная проблема изучения нелинейных процессов в сложных физических открытых системах, через которые протекают потоки энергии, вещества и информации (*негэнтропии*). В таких системах могут возникать сложные диссипативные структуры и протекать кооперативные процессы, то есть проявляется свойство самоорганизации.
- В открытой системе со сложной внутренней структурой может произойти разделение на две подсистемы: динамическую (силовую) и информационную (управляющую), которые тесно взаимодействуют друг с другом. Указанное явление расслоения единой системы суть следствие существенной сложности ее фазового портрета, когда параметры порядка, описывающие поведение системы в неравновесной области, находятся в сложной нелинейной зависимости друг от друга. В этом случае траектории системы могут быть чрезвычайно чувствительны к малым флуктуациям, проходя последовательно многие точки бифуркации. В результате изображающая точка (ИТ) системы будет легко перебрасываться с одной траектории на другую вследствие действия малых внешних возмущений или небольших структурных изменений в системе.

При задании переменных состояния сложной физической системы (например, ее координат и импульсов) с некоторой точностью мы можем определить количество информации: $S = h \frac{V}{\Delta V}$, где V – полный объем фазового пространства, а ΔV – доля фазового объема в начальном состоянии системы. Это означает, что в таких системах, помимо динамических (то есть силовых взаимодействий), существенное значение приобретает информационная компонента, связанная с заданием координат начального состояния. Тогда фазовые траектории можно изменять с помощью маломощных сигналов путем создания управляющей части, которая следит за текущей траекторией и направляет ее в нужную нам сторону с помощью информационных сигналов управления.

Используя понятие энтропии, можно дать следующую интерпретацию концепции порядок–беспорядок, которая образует своего рода мост между микроскопическим и макроскопическим подходами при описании сложных систем. Из статистической механики известно, что энтропия системы равна логарифму доступного ей объема фазового пространства, мерой которого является число N возможных микросостояний системы: $S = K h N$, где K – постоянная Больцмана. Отсюда следует, что беспорядок, вносимый в макросистему, пропорционален увеличению числа ее микросостояний: $dS = K \frac{dN}{N}$.

Согласно этому выражению, относительный рост (уменьшение) числа возможных состояний системы пропорционален увеличению (уменьшению) беспорядка этой системы. Отсюда вытекает очевидный смысл соотношения $\frac{dN}{N}$, непосредственно связанного с идеей сжатия фазового объема управляемых систем. Если под действием управления число N ее возможных состояний уменьшается, то есть сжимается ее фазовый объем, то в этой системе увеличивается порядок. В пределе, когда в системе возможно лишь одно состояние ($N=1$), ее энтропия обращается в нуль. Такие свойства присущи управляемым системам любой природы.

В диссипативных системах фазовый портрет разделяется на области притяжения к соответствующим *аттракторам*. Поэтому для перевода ИТ системы от одного аттрактора к другому необходимо «перебросить» эту точку в соответствующую область притяжения. Для такого перевода важное значение приобретает не столько величина энергетического (силового) воздействия, а в существенно большей мере информационная характеристика сложной системы.

- диссипативные системы имеют внутренние степени свободы, или параметры порядка, соответствующие ее внутренним аттракторам, то есть некоторым мультистабильным состояниям. Отсюда следует, что выбор соответствующей траектории движения в *бифуркационных* точках системы будет определяться состоянием внутренних степеней свободы, то есть *параметров порядка*. Тогда такую систему можно представить как систему с управлением, которое зависит от состояния внутренней динамической (силовой) подсистемы. В этом и состоит суть информационного поведения сложных физических систем, что позволяет сделать важные методологические выводы:
 - во-первых, если в системе организовать нужную нам обратную связь между динамическими и внутренними степенями свободы, то такая система может приобрести новые свойства своего поведения и реакции на внешние воздействия;
 - во-вторых, для расширения возможностей системы следует сформировать ее управляющую часть таким образом, чтобы в ней могли возникнуть новые, дополнительные степени свободы (или параметры порядка) в результате появления новых бифуркаций, что означает расширение размерности и объема фазового пространства системы.

Понятие информации

- *Информация* возникает в тех случаях, когда устанавливаются некоторые общие свойства предметов или явлений, появляются новые знания. Во всех материальных системах получение информации об объектах, процессах связано с взаимодействием с ними, с отражением свойств процессов, объектов в характеристиках и свойствах органов взаимодействия. Это дает основания характеризовать информацию как смысл, содержание отражения.
- Первичным источником информации об окружающем нас мире является эксперимент. *Эксперимент* есть процесс наблюдения и измерения при заранее определенных условиях. Процесс экспериментирования состоит из отдельных испытаний. Испытание есть акт однократного наблюдения и измерения.

Схема преобразования информации при управлении



Методология теории управления

- философская методология (совпадает с гносеологией);
- общенаучная методология, в которой рассматриваются принципиальные подходы и методы познания, встречающиеся во всех науках;
- специально-научная методология, т. е. методология конкретных наук, в данном случае – теории управления;
- методика и техника научного исследования.

Соотношение теории и методологии можно выразить так: теория отвечает на вопрос: что необходимо делать, а методология – как необходимо делать. Она объясняет, как надо использовать познавательные средства в исследовательской деятельности.

Методологические подходы

- исторический, рассматривающий явление в *генезисе* (происхождении);
- сравнительный, выявляющий общие и специфические свойства, этапы становления и развития одного и того же явления;
- системный, исследующий социальное явление в виде социальной системы;
- комплексный, ориентированный на междисциплинарный синтез для получения многостороннего и целостного изучения сложноорганизованных объектов.

Основные требования к использованию системного подхода

- выделение той или иной системы из окружающего мира и определение взаимосвязи между ней и средой;
- определение составных элементов системы;
- рассмотрение отношений между элементами и определенной структурой системы;
- анализ функций элементов по отношению к системе;
- выявление системообразующих связей;
- определение механизма функционирования системы.

Выделяют такие подходы, как бихевиористский, ситуационный, количественный, деятельностный.

Бихевиоризм представляет собой прагматический подход к изучению организационно-экономического поведения людей. Программа бихевиоризма и сама теория были впервые представлены Уотсоном в 1913 г. Бихевиоризм акцентирует внимание на внешних формах поведения и его составных элементах — поступках, реакциях и т. д. Предпосылками бихевиоризма явились принципы философии примитивизма, согласно которым наука должна описывать только непосредственно наблюдаемое. Отсюда и основной его тезис — изучать не сознание, а поведение, трактуемое как совокупность связей «стимул-реакция». Бихевиоризм не занимается поиском причинно-следственной зависимости поведения, он лишь фиксирует обнаруженные эмпирические связи между определенными «стимулами» и «реакциями» работников в производственной обстановке, отбирая в этих связях наиболее функциональные, быстро переводимые на язык практических предложений.

Ситуационный подход был разработан в США в конце 60-х гг. XX в. В рамках данного подхода отрицается возможность выдвижения любых универсальных принципов управления деятельностью вне контекста деятельности, специфики ситуации, типа решаемых задач и внешней среды, технологии и др. Сторонники ситуационного подхода критикуют понятие социальной системы, настаивают на ограниченном его применении в управленческой практике. Они полагают, что организация является слишком сложной и динамичной системой, и вне контекста ситуации невозможно сформулировать универсальные требования к эффективной организации. Одним из центральных понятий, используемых представителями ситуационного подхода, является категория управленческой ситуации. *Управленческая ситуация* – это совокупность всех внутренних и внешних условий, определяющих закономерности развития и функционирования организации.

Количественный подход в теории управления основан на применении математических методов к исследованию операций в организации и деятельности руководителя. Он также сводится к формированию моделей поведения. Создание модели позволяет:

- упростить сложные схемы поведения сокращением числа переменных факторов до пределов управляемости;
- объективно сравнить и описать каждый фактор и отношения между ними;
- использовать компьютеры для конструирования и анализа модели с большим числом переменных факторов.

- *Деятельностный* подход включает в себя выявление цели, средств, процесса и результата действий руководителя. При этом если основанием деятельностного подхода является сознательно формулируемая цель, то основание цели лежит вне деятельности руководителя — в сфере мотивов, идеалов, интересов и ценностей работников.
- Общий процесс деятельности организации складывается из совокупности процессов деятельности ее членов, каждый из которых, в свою очередь, представляет совокупность выполняемых функций, состоящих из ряда взаимосвязанных процессов.

Комплексная модель человека в системе управления

Общий методологический подход к исследованию проблем экономики традиционно содержится в модели *«экономического человека»*. Она базируется на идее А. Смита о воздействии «невидимой руки», или сил рынка, на эгоистичного предпринимателя, преследующего личный интерес и осуществляющего хозяйственную деятельность в условиях минимального вмешательства государства в сферу рыночных отношений.

Этическим оправданием поведения «экономического человека» служит отождествление его личной выгоды и общественной пользы.

В современных моделях «экономического человека» присутствуют следующие аспекты:

- преобладает абстрактное восприятие предметов исследования (все явления рассматриваются как чисто экономические, при этом иные их аспекты и влияние неэкономических факторов хозяйственной деятельности не учитываются);
- цели экономических субъектов воспринимаются как заданные (ракурс исследований ограничивается рассмотрением способов максимизации средств, необходимых для удовлетворения известных потребностей человека, а проблема выбора его предпочтений остается за пределами экономики);
- определяющим является *гедонистический* (др.-греч. ἡδονή — «наслаждение») характер, обусловленный ориентацией на максимизацию удовлетворения потребностей индивидов и игнорированием смысла их жизни и индивидуальных ценностей;

- потребности имеют одинаковые ценности для всех индивидов; отсутствует механизм, выявляющий особенности индивидуальных предпочтений;
- не учитывается зависимость реализации личного интереса человека от поведения других людей;
- не принимается во внимание такой важный регулятор поведения индивида, как его совесть.

По причине отмеченных недостатков модель «экономического человека» не может успешно применяться в системах управления экономикой инновационного типа, которая представляется как процесс постоянного «подтягивания» хозяйства до уровня опережающих потребностей.

Моделирование в управлении

Системы автоматизации и управления достаточно часто являются сложными и имеют высокую стоимость. Поэтому проведение физических экспериментов над ними невозможно или нецелесообразно. При исследованиях существующих систем приходится опираться на результаты наблюдений за их поведением, а при создании новой системы — пользоваться аналогиями или предполагаемыми данными о ее функционировании.

Выходом, который позволяет получить количественные оценки, является проведение моделирования, то есть разработка, и исследование таких моделей, которые по основным параметрам отражают поведение реальных систем.

Модель — это объект любой физической природы, который способен замещать любой исследуемый объект-оригинал так, что изучение модели (более доступного объекта) дает новые знания об оригинале. Смысл модели в том, что она всегда в том или ином отношении проще, доступнее оригинала. Модель должна отражать лишь некоторые черты и свойства оригинала, существенные для получения ответа на интересующий исследователей вопрос. Изучение каких-либо свойств оригинала путем построения модели и изучения ее свойств называется моделированием. Моделирование — один из наиболее распространенных способов изучения различных процессов и явлений. От того насколько удачно выбрана модель, зависит успех исследования, достоверность полученного с ее помощью результата.

Моделирование бывает физическим и математическим.

При *физическом моделировании* модель воспроизводит изучаемый процесс (оригинал) с сохранением его физической природы (например, военные учения, макет гидроэлектростанции, деловая игра, лабораторная установка). Между оригиналом и моделью сохраняются некоторые соотношения подобия, которые изучает теория подобия.

Под *математическим моделированием* понимают разработку математических моделей и изучение с их помощью некоторых свойств оригинала. Математической моделью называют систему математических соотношений, описывающих изучаемый объект.

В теории управления широкое применение нашло математическое моделирование.

С помощью модели последовательно рассматриваются и решаются задачи, связанные с поведением реальной изучаемой системы:

- описание поведения системы,
- объяснение поведения системы,
- предсказание (прогноз) поведения системы.

На основании решения этих задач вырабатываются рекомендации по управлению системой или по созданию систем с определенным поведением.

В теории управления широко применяются методы *статистического моделирования* систем, особенно в тех случаях, когда система подвержена влиянию очень большого числа случайных факторов.

На основе новой модели процесса можно определить требующиеся оптимальные управляющие воздействия.

Математические модели могут представлять собой аналитические зависимости или графики, дифференциальные уравнения, описывающие движения системы, таблицы или графики переходов систем из одного состояния в другое и т.д.

Математическая модель должна быть по возможности простой в обращении и понятной для тех, кто ее использует, представительной во всем диапазоне изменения, достаточно адекватной, чтобы с необходимой точностью отображать изучаемый объект, а также ориентированной на вычислительные возможности, имеющиеся в распоряжении исследователя.

Применение математической модели в исследованиях часто называют *вычислительным экспериментом*.

Для изучения процессов управления используют так называемую *кибернетическую модель*. Она может быть математической или смешанной.

Построение кибернетической модели и ее последующее исследование называется кибернетическим моделированием. При моделировании движения управляемых систем широко используется понятие "*черного ящика*". Макроподход, при котором применяется метод «черного ящика», предполагает исследование систем, внутренняя структура которых недоступна для наблюдения. При этом внешнему наблюдателю доступны лишь входные и выходные величины изучаемой системы.

Принцип "черного ящика"



Описание автоматизированного процесса

- разработать описание функций процесса (системы), то есть функциональную модель системы,
- определить математические зависимости между переменными физического процесса (или математические модели физического процесса),
- определить экономические зависимости и цели управления процессом (или экономические модели),
- определить, как должны взаимодействовать между собой процесс, математический персонал и информация (процедурные модели). Для представления моделей применяются языки, которые можно разделить на группы:
- словесные описания,
- чертежи и блок-схемы,
- логические блок-схемы и порядок действий при возникновении той или иной ситуации,
- кривые, таблицы и номограммы,
- математические описания.

Виды моделей процесса

Функциональные модели описывают функции, выполняемые основными составными частями технологического процесса (объекта) и системой управления процессом.

Разработка функциональной модели является первым шагом на пути автоматизации. Она позволяет получить общее представление о процессе или системе.

Функциональные модели обычно разрабатываются в виде технологических схем или в форме уравнений.

Модели физического процесса определяют математические зависимости между всеми переменными изучаемого физического процесса. Модели физических процессов могут создаваться с помощью аналитических и экспериментальных методов.

Аналитический метод базируется на использовании основных законов физики, химии, механики.

При использовании *экспериментального метода* для разработки моделей установившихся процессов применяется метод регрессионного анализа, в частности, подбор экспериментальных формул с помощью метода наименьших квадратов.

Экономические модели определяют зависимости между изучаемыми экономическими факторами и конкретизируют экономические цели.

Уравнениями, представляющими экономическую модель, удобно манипулировать. Они позволяют получить решения для ряда условий, удовлетворяющих экономическим требованиям: например, получение максимальной прибыли при минимальных затратах.

Существуют два типа микроэкономических моделей, которыми обычно пользуются специалисты по управлению процессами: плановые экономические модели и производственные экономические модели.

- С помощью *плановых экономических моделей* можно получить количественные оценки различных вариантов возможных мероприятий по управлению.
- *Производственные экономические модели* определяют зависимости между экономическими факторами и конкретизируют цели выполнения процесса. Конечная цель процесса описывается математическим выражением, называемым *целевой функцией*, которая, например, минимизируется при заданных ограничениях.

Процедурные модели описывают порядок действий по управлению процессами, объектами, предприятиями, ЭВМ. При автоматизации производства особый интерес представляют информационные процедурные модели, а также модели режимов и обеспечения безопасности работы.

Способы управления обычно классифицируют в соответствии с характеристиками процесса, которые обуславливают применение того или иного специфического аппарата для исследования. К таким характеристикам относятся:

- стационарность или нестационарность,
- линейность или нелинейность,
- непрерывность или дискретность во времени,
- детерминированный или случайный характер процесса.

Звенья системы машинного управления процессом



Переменные систем управления

Существует четыре класса *входных переменных*: процедурные действия, переменные величины управления, неуправляемые переменные и параметры (постоянные и переменные вел

Процедурные действия и переменные управления используются для целей управления.

Переменные управления — это независимые переменные процесса. Процедурная модель определяет, какие процедурные действия должны выполняться и оказывать регулирующее воздействие на переменные управления (например, подключение и отключение электрической цепи, открытие, закрытие и изменение положения клапана).

Модель физического процесса связывает переменные управления с переменными состояния. К типичным переменным состояния относятся, например скорость потока пара, скорость движения потока сырья, расход электроэнергии.

Неуправляемые переменные и параметры могут оказывать значительное воздействие на выходные переменные. Поэтому они должны включаться в модели в качестве действующих факторов. Неуправляемыми переменными могут быть, например, температура окружающей среды, влажность, давление.

Параметры — это характеристики объекта или сырья, выступающие обычно в физических и экономических моделях в виде постоянных коэффициентов (например, стоимость сырья, его химический состав, физические характеристики оборудования).

К *выходным переменным* величинам относятся переменные состояния. переменные производительности, переменные качества и экономические переменные. В некоторых случаях выходная переменная может одновременно принадлежать нескольким видам (например, к переменным состояния и переменным качества).

Переменные состояния являются функциями времени. В процедурных моделях они обычно используются для ввода процедурных действий, а в физических моделях являются зависимыми переменными. В качестве примера переменных состояния можно привести температуру реактора, расход цемента в час, химический состав сырья, состояние оборудования (включено или выключено), показания индикатора «да» или «нет».

Переменные производительности определяют темп выпуска продукции. Они включаются в экономические модели и обычно вычисляются с помощью переменных состояния. Переменные производительности могут быть абсолютными и относительными.

Переменные качества отражают результаты измерений физических и химических характеристик продукции, важных для оценки контроля качества. Они зависят от переменных состояния, что определяется моделями физических процессов. Переменные качества могут измеряться непосредственно, либо косвенно, то есть путем вычислений.

Экономические переменные отражают результаты измерения факторов, влияющих на стоимость продукции и рентабельность производства.

ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наука – это непрерывно развивающаяся система знаний объективных законов природы, общества и мышления, получаемых и превращаемых в непосредственную производительную силу общества в результате социально-экономической деятельности.

Основная **цель науки** – познание объективного мира (теоретическое отражение действительности) и воздействие на окружающую среду с целью получения полезных обществу результатов.

В настоящее время в зависимости от сферы, предмета и метода познания различают науки:

- (1) о природе – естественные;
- (2) об обществе – гуманитарные и социальные;
- (3) о мышлении и познании – логика, гносеология и др.

Наука поддерживается и развивается в результате исследовательской деятельности общества.

Научное исследование

– это форма существования и развития науки.

Структуру организации научных исследований можно представить в виде четырех компонентов

- это общие вопросы научных исследований (теория).
- формы процессов научных исследований (методы).
- методика научных исследований (выбор конкретных средств, эффективных для соответствующей области науки или отрасли профессиональной деятельности).
- технология научных исследований (совокупность знаний о процессах научных исследований и методике их выполнения).

Научная теория

– это высшая форма организации теоретического знания, представляющая собой совокупность объединенных в единую систему основных элементов теории (подтвержденных гипотез, понятий, суждений) в соответствующей отрасли (в данном случае в информатике). Критерием истинности теории является ее практическое подтверждение.

Основой любой науки и, в частности, науковедения является **методология**, которая представляет собой учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности.

В научной литературе под методологией обычно понимается, прежде всего, система научного познания, т.е. учение о принципах построения, формах и способах научно-познавательной деятельности.

Методология может быть специально-научная и философская. **Специально-научная методология** разделяется на несколько уровней: общенаучные методологические концепции и направления, методология отдельных специальных наук, методика и технология исследований. **Философская методология** определяет систему философских знаний. Частным способом реализации методологии на практике является **метод**, как система действий в различных видах человеческой деятельности направленных на достижение поставленной задачи.

Научный метод

– это система правил и предписаний, направляющих человеческую деятельность (производственную, политическую, культурную, научную, образовательную и т.д.) к достижению поставленной цели.

Если методология – это стратегия научных исследований, обеспечивающих достижение цели, сформулированной в гипотезе предполагаемых научных результатов (генеральный путь познания), то метод – это тактика, показывающая как лучше всего идти этим путем.

Методы исследования — приемы, процедуры и операции эмпирического и теоретического познания и изучения явлений действительности.

С помощью этой группы методов получают достоверные сведения, используемые для построения научных теорий и выработки практических рекомендаций.

Методы подразделяются на следующие:

- всеобщий, или философский,
- общенаучные и методы частных наук;
- констатирующие и преобразующие;
- эмпирические и теоретические;
- качественные и количественные;
- содержательные и формальные;
- методы сбора эмпирических данных, проверки и опровержения гипотез и теории;
- описания, объяснения и прогноза;
- обработки результатов исследования.

Всеобщий, или философский метод — всеобщий метод материалистической диалектики.

К ***общенаучным методам*** относятся:

- *Наблюдение* – это способ познания объективного мира, основанный на непосредственном восприятии предметов и явлений при помощи органов чувств без вмешательства в процесс со стороны исследователя.
- *Сравнение* - это установление различия между объектами материального мира или нахождение в них общего; осуществляется как при помощи органов чувств, так и при помощи специальных устройств.
- *Счет* – это нахождение числа, определяющего количественное соотношение однотипных объектов или их параметров, характеризующих те или иные свойства.
- *Измерение* – это физический процесс определения численного значения некоторой величины путем сравнения ее с эталоном.

- *Эксперимент* – одна из сфер человеческого практики, в которой подвергается проверке истинность выдвигаемых гипотез или выявляются закономерности объективного мира.
- *Обобщение* – определение общего понятия, в котором находит отражение главное, основное, характеризующее объекты данного класса.
- *Абстрагирование* – это мысленное отвлечение от несущественных свойств, связей, отношений предметов и выделение нескольких сторон, интересующих исследователя.
- *Формализация* – отображение объекта или явления в знаковой форме какого-либо искусственного языка (математики, химии и т.д.).
- *Аксиоматический метод* – способ построения научной теории, при котором некоторые утверждения принимаются без доказательств.
- *Анализ* – метод познания при помощи расчленения или разложения предметов исследования на составные части.
- *Синтез* – соединение отдельных сторон предмета в единое целое.

- *Индукция* – умозаключение от фактов к некоторой гипотезе (общему утверждению).
- *Дедукция* – умозаключение, в котором вывод о некотором элементе множества делается на основании знания общих свойств всего множества.
- *Аналогия* – метод, посредством которого достигается знание о предметах и явлениях на основании того, что они имеют сходство с другими.
- *Гипотетический метод познания* предполагает разработку научной гипотезы на основе изучения физической, химической и т.п., сущности исследуемого явления, формулирование гипотезы, составление расчетной схемы алгоритма (модели), ее изучение, анализ, разработка теоретических положений.
- *Исторический метод познания* предполагает исследование возникновения, формирования и развития объектов в хронологической последовательности.
- *Идеализация* - это мысленное конструирование объектов, которые практически неосуществимы.
- *Системные методы*: исследование операций, теория массового обслуживания, теория управления, теория множеств и др.

Методы научного познания условно подразделяются на уровни:

- эмпирический,
- экспериментально-теоретический,
- теоретический
- метатеоретический.

Методы эмпирического уровня: наблюдение, сравнение, счет, измерение, анкетный опрос, собеседование, тесты, метод проб и ошибок и т.д.

Методы экспериментально-теоретического уровня: эксперимент, анализ и синтез, индукция и дедукция, моделирование, гипотетический, исторический и логический методы.

Методы теоретического уровня: абстрагирование, идеализация, формализация, анализ и синтез, индукция и дедукция, аксиоматика, обобщение и т.д.

К методам метатеоретического уровня относятся диалектический и метод системного анализа.

Элементы теории и методологии научно-технического творчества

Творчество – мышление в его высшей форме, выходящее за пределы известного, а также деятельность, порождающая нечто качественно новое.

В частности, научное творчество связано с познанием окружающего мира. *Научно-техническое творчество* имеет прикладные цели и направлено на удовлетворение практических потребностей человека. Одной из проблем творчества является его мотивационная структура. *Мотивации* (побуждения) связаны с потребностями, которые делятся на три группы: биологические, социальные и идеальные (подсознательные). Наиболее важным для творчества видом мышления является *воображение*.

Общая схема решения научно-технических задач:

- анализ систем задач и выбор конкретной задачи;
- анализ технической системы и разработка ее модели;
- анализ и формулировка условий технической задачи;
- анализ и формулировка условий изобретательской задачи;
- поиск идей решения (принципа действия);
- синтез нового технического решения.

Выбор направления научного исследования

Цель научного исследования – всестороннее, достоверное изучение объекта, процесса или явления; их структуры, связей и отношений на основе разработанных в науке принципов и методов познания, а также получение и внедрение в производство (практику) полезных для человека результатов.

Любое научное исследование имеет свой объект и предмет. *Объектом* научного исследования является материальная или идеальная система. *Предмет* – это структура системы, закономерности взаимодействия элементов внутри системы, закономерности развития, различные свойства, качества и т.д.

Научные исследования классифицируются

- по видам связи с производством и степени важности для него;
- целевому назначению;
- источникам финансирования
- длительности ведения.

Каждую НИР можно отнести к определенному направлению. Под *научным направлением* понимается наука или комплекс наук, в области которых ведутся исследования (например, техническое, социальное и др.).

Структурными единицами научного направления являются комплексные проблемы, темы и научные вопросы.

Проблема – это совокупность сложных теоретических и практических задач, решения которых назрели в обществе (противоречие между знанием и незнанием).

Тема научного исследования является составной частью проблемы. В результате исследований по теме получают ответы на определенный круг научных вопросов, охватывающих часть проблемы.

Под *научными вопросами* понимается мелкие научные задачи, относящиеся к конкретной теме научного исследования.

При выборе проблемы и темы научного исследования вначале на основе анализа противоречий исследуемого направления формулируется сама проблема и определяются в общих чертах ожидаемые результаты, затем разрабатывается структура проблемы, выделяются темы, вопросы, исполнители, устанавливается их актуальность.

Выбору темы должно предшествовать тщательное ознакомление с отечественными и зарубежными литературными источниками данной и смежной специальностей.

Процесс научных исследований

К *процессам научных исследований* относят формы, средства и методы познания, совокупность которых составляет методику исследований конкретной научной области знаний, представляющий собой один из уровней специальной научной методологии.

Научные исследования начинаются с *постановки проблемы* на основе обнаружения имеющихся противоречий между потребностью научных знаний об объекте и фактическими знаниями об объекте (процессе, явлении) которыми располагает наука на данный период ее развития.

Постановка проблемы определяет *выбор темы исследования*, уточняет ее название и обеспечивает обоснование актуальности разработки.

Для уточнения задач исследования осуществляется *информационный поиск* и также проводится *научный поиск*, обеспечивающий получение *научных результатов*.

Методика научных исследований

Методика научных исследований выбирается для решения научной задачи в соответствии со сформулированной целью изучения конкретного объекта исследований (структуры, характеристики, информационные связи и другие свойства объекта) с помощью научных принципов и методов познания для получения запланированных результатов, определяющих целесообразную деятельность для достижения определенного эффекта при дальнейшем использовании научных результатов в теории и практике (внедрение в производство, науку, образование и т.п.).

Принципы научного труда

1. Постоянно думать о предмете исследования. Так И. Ньютон на вопрос о том, как он сумел открыть законы небесной механики, ответил: «Очень просто, я все время думал о них». Из этого принципа следует два практических вывода: нельзя заниматься научной работой только на работе, человек должен думать о предмете своего исследования постоянно.
2. Не работать без плана. При научном исследовании сначала пишется укрупненный план, а затем в процессе теоретических исследований его детализируют и корректируют.
3. Контролировать ход работы в процессе теоретических исследований. По результатам постоянного контроля хода исследований осуществляется корректировка работ и выполняется анализ научных результатов.

Методики экспериментальных исследований – это общая структура, последовательность и приемы выполнения экспериментальных исследований.

Экспериментальные исследования подтверждают теоретические понятия, законы, принципы на практике и являются базой для подтверждения достоверности полученных научных результатов сформулированных в гипотезе научных исследований по выбранной теме.

Эксперимент и теория взаимосвязаны: теория позволяет обосновывать методику эксперимента; эксперимент позволяет оценить справедливость теории.

Методика оформления научных результатов

- научно-технический отчет;
- доклад;
- тезисы;
- статья;
- монография;
- учебное пособие;
- выпускная квалификационная работа;
- диссертационная работа

Монография – научное издание в виде книги, содержащее всестороннее исследование одной проблемы.

Доклад – краткое изложение содержания основных научных положений, сформулированных автором, выводы и предложения. При подготовке доклада необходимо составить краткие тезисы на 1-2 страницах с изложением цели и содержания идей.

Статья – материал, предоставленный в виде информации для специалистов, которые могут использовать результаты в своей работе.

Учебник – учебное издание в виде книги, содержащее систематическое изложение определенной учебной дисциплины, соответствующее учебной программе, утвержденной официальными органами.

Учебное пособие – учебное издание частично заменяющее или дополняющее учебник.

Выпускная квалификационная работа – результат научных исследований выпускника высшего учебного заведения. ВКР классифицируется как специальная, публично защищаемая квалификационная работа.

ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Организационным ядром структуры является Правительственная комиссия по вопросам развития промышленности и технологий, которая является координатором мероприятий, проводимых государственными органами исполнительной власти в области науки и инноваций, представленными Министерством образования и науки РФ, Министерством экономического развития и торговли РФ, Министерством информационных технологий и связи.

При этом особую роль при проведении научных исследований и реализации разработок играет Российская академия наук (РАН).

Российская академия наук является независимой некоммерческой организацией, имеющей государственный статус.

Главным образом РАН занимается проведением фундаментальных исследований в различных областях знаний. При этом при РАН существуют фонды, содействующие реализации наиболее перспективных научных разработок. Это Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ), Российский гуманитарный научный фонд (РГНФ), Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

РФФИ был образован Указом Президента РФ от 27 апреля 1992 года № 426 «О неотложных мерах по сохранению научно-технического потенциала РФ». Фонд финансируется из государственного бюджета и поддерживает ученых на безвозвратной основе.

ЭТИКА НАУКИ

Этические нормы не только регулируют применение научных результатов, но и содержатся в самой научной деятельности.

Будучи деятельностью, направленной на поиск истины, наука регулируется нормами: "ищи истину", "избегай бессмыслицы", "выражайся ясно", "старайся проверять свои гипотезы как можно более основательно" - так выглядят формулировки этих внутренних норм науки.

В этом смысле этика содержится в самой науке, и отношения между наукой и этикой не ограничиваются вопросом о хорошем или плохом применении научных результатов.

В 70-е годы XX века ученые впервые объявили мораторий на опасные исследования. В связи с результатами и перспективами биомедицинских и генетических исследований группа молекулярных биологов и генетиков во главе с П.Бергом (США) добровольно объявили мораторий на такие эксперименты в области генной инженерии, которые могут представлять опасность для генетической конституции живущих ныне организмов. Тогда впервые ученые по собственной инициативе решили приостановить исследования, сулившие им большие успехи.

Социальная ответственность ученых стала органической составляющей научной деятельности, ощутимо влияющей на проблематику и направления исследований.

Прогресс науки расширяет диапазон проблемных ситуаций, для решения которых недостаточен весь накопленный человечеством нравственный опыт. Большое число таких ситуаций возникает в медицине. Например, в связи с успехами экспериментов по пересадке сердца и других органов остро встал вопрос об определении момента смерти донора.

Этот же вопрос возникает и тогда, когда у необратимо коматозного пациента с помощью технических средств поддерживается дыхание и сердцебиение.

В США такими вопросами занимается специальная Президентская комиссия по изучению этических проблем в медицине, биомедицинских и поведенческих исследованиях.