



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Автосервис»

**Курс лекций**  
по дисциплине

# «Основы научных исследований»

Автор

Малая Е.В.

Ростов-на-Дону, 2014



## Аннотация

В данном методическом пособии изложен лекционный материал по дисциплине «Основы научных исследований». Рекомендуется для студентов технических специальностей всех форм обучения.

## Автор

Кандидат технических наук, доцент Е.В.Малая



## Оглавление

<b>1 История развития науки .....</b>	<b>5</b>
1.1 Этапы становления науки .....	5
1.2 Дореволюционная Россия .....	7
1.3 Советский период .....	11
1.4 Современная наука .....	15
1.5 Государственная политика .....	16
1.6 Развитие науки в различных странах мира .....	17
<b>2 Научные революции и научные открытия .....</b>	<b>27</b>
2.1 Фундаментальные научные открытия и научные .....	29
проблемы .....	29
2.2 Функции науки .....	32
<b>3 Понятие науки и классификация наук .....</b>	<b>37</b>
3.1 Понятие науки и научного исследования .....	37
3.2 Классификация наук .....	40
3.3 Научные учреждения и кадры .....	46
<b>4 Организация научных исследований .....</b>	<b>49</b>
4.1 Организационная структура и тенденции развития .....	49
науки в России .....	49
4.2 Приоритетные направления развития науки и техники .....	57
4.3 Классификация исследований .....	64
<b>5 Методология научных исследований .....</b>	<b>69</b>
5.1 Классификация методов исследования .....	69
5.2 Методика научных исследований .....	75
<b>6 Этапы научно-исследовательской работы .....</b>	<b>78</b>
6.1 Этапы НИР .....	78
<b>7 Экспериментальные исследования при решении .....</b>	<b>84</b>
<b>инженерных задач .....</b>	<b>84</b>
7.1 Виды экспериментов .....	84
7.2 Методика эксперимента .....	88
<b>8 Формирование отчёта о НИР .....</b>	<b>91</b>
<b>9 Представление результатов НИР .....</b>	<b>94</b>



Основы научных исследований

<b>10 Литература</b> .....	<b>99</b>
<b>Приложение А (справочное)</b> .....	<b>100</b>
Основные понятия .....	100



## 1 ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ

### 1.1 Этапы становления науки

История зарождения и развития науки насчитывает много веков. Еще в начале своего развития человечество пыталось улучшить условия жизни посредством познания и незначительно-го преобразования окружающего мира. Механизм унаследования накопленного опыта передавался из поколения в поколение и постепенно совершенствовался за счет установления определенных традиций, обрядов, письменности. Так исторически возникла первая форма науки (наука античного мира), предметом изучения которой была вся природа в целом. Первоначально образованная античная наука еще не разделялась на отдельные сферы и имела черты натурфилософии. Лишь только в V веке до н. э. Из натурфилософской системы античной науки в самостоятельную отрасль познания начинает отделяться математика. Далее с середины IV века до н. э. образовались основы астрономии, химии. Таким образом, первые элементы науки появились в Древнем мире в связи потребностями общества и имели чисто практический характер. Для науки Древнего мира (Вавилон, Египет, Индия, Китай) характерный стихийно-эмпирический процесс познания, при котором объединялись познавательные и практические аспекты. Знания имели практическую направленность и фактически выполняли роль методических разработок (правил) для конкретного вида деятельности.

В Древней Греции в науке зарождается научный уровень познания (Евклид, Архимед, Птоломей, Аристотель). В научно-философской системе Аристотеля намечилось разделение науки на физику и метафизику. Далее выделяются как самостоятельные научные дисциплины логика и психология, зоология и ботаника, минерология и география, эстетика, этика и политика. Таким образом, начался процесс дифференциации (разделения) науки и выделения самостоятельных за своим предметом и методами отдельных дисциплин. В Европе в Средние века широко распространяется специфическая форма науки – схоластика.

Со второй половины XV века в эпоху Возрождения начинается период значительного развития природоведения как науки, начало которого (середина XV века – середина XVI века) характеризуется накоплениями фактического материала о природе, полученного экспериментальными исследованиями. В этот период происходит дальнейшая дифференциация наук. Переход от

## Основы научных исследований

натурфилософии к первому научному периоду в развитии природоведения происходил достаточно долго – почти тысячу лет, что объясняется недостаточным прогрессом развития техники.

Второй период развития природоведения, который характеризуется как революционный в науке, приходится на середину XVI века и до конца XIX века. В этот период осуществлены значительные открытия в физике, химии, механике, математике, биологии, астрономии, геологии. Эта эпоха дала плеяду ученых, труды которых существенно повлияли на дальнейшее развитие науки. Такой огромный прыжок в развитии науки способствовал дальнейшему процессу ее дифференциации. Революционные процессы в науке, которые произошли в XVI - XIX веках, привели к полнейшему изменению взглядов на окружающий мир. С этого времени природоведение практически становится наукой. В XX веке развитие науки во всем мире характеризуется достаточно высокими темпами. И в середине XX века началась научно-техническая революция, которая являет собой коренное, качественное преобразование производительных сил. В этот период ведущую роль занимает наука по отношению к технике и производству.

В настоящее время наука развивается в трех направлениях:

- микромир – решение проблем на уровне элементарных частиц и атомных структур;

- макромир – изучение функций высших структур живой материи;

- мегамир – изучение Вселенной, изучая с солнечной системы и до внегалактического пространства.

В конце XX - начале XXI веков науке свойственны такие особенности:

- дифференциация и интеграция науки. Это сложный диалектический процесс, характерный для всего процесса развития науки. Дифференциация науки есть объективной, так как каждые 5-10 лет увеличиваются вполтину научные дисциплины. Дифференциация знаний обусловлена практически неисчерпаемым объектом познания, потребностям практики и развитию самой науки. Также объективна и интеграция науки, что отображает взаимосвязь и взаимообусловленность научных знаний, усиленное проникновение одних наук в другие. Дифференциация и интеграция науки четко прослеживается на процессе перехода современной науки от предметной до проблемной ориентации при реше-

## Основы научных исследований

нии огромных комплексных теоретических и практических вопросов;

- ускоренное развитие природоведческих наук;
- математизация наук;
- усиление связи науки, техники и производства.

Современный период развития науки характеризуется групповым лидерством, комплексностью научных исследований, решением глобальных проблем. Глобальными проблемами есть: изучение Космоса, экономические проблемы, проблемы здоровья людей, продолжительность жизни и др., при решении которых должны принимать участие все науки без исключения: естественно-математические, и гуманитарные, и технические.

### 1.2 Дореволюционная Россия

В области теоретической науки допетровская Россия отставала от Европы. Это связано со слабыми культурными связями с ней, недостаточно большим влиянием Византии, ограниченным распространением переводных научных трудов, культурными и социальными особенностями. Первая древнерусская математическая работа создана новгородским монахом Кириком в 1136 году. Позднее переводились и распространялись книги по космографии, логике, арифметике. В XVII веке в России появляются первые университеты: школа боярина Ф. М. Ртищева (1648), школа Симеона Полоцкого (1665), Славяно-греко-латинская академия (1678). В отличие от науки, в области техники значительного отставания от Европы не было.[1] Наука как социальный институт возникла в России при Петре I, когда в Сибирь и Америку им было отправлено несколько экспедиций, в том числе Витуса Беринга и Василия Татищева, первого русского историографа. В 1725 году была открыта Петербургская академия наук, куда были приглашены многие известные учёные Европы. Среди них был и Герхард Миллер, второй русский историк, автор норманнской гипотезы происхождения Руси, и знаменитый математик Леонард Эйлер, который не только писал учебники на русском языке, но и стал в Петербурге автором множества научных трудов. Большой вклад в развитие русской науки сделал академик Михаил Ломоносов, авторству которого принадлежит закон сохранения массы. В 1755 году им был основан Московский университет. В XVII—XIX веках возникли также университеты в Дерпте, Вильно, Казани и Харькове.



## Основы научных исследований

К концу XIX века состав университетов пополнился Варшавским, Киевским, Одесским и Томским. В России появились школы выдающихся математиков: Н. И. Лобачевского, П. Л. Чебышёва — А. А. Маркова, М. В. Остроградского, физиков: А. Г. Столетова и А. С. Попова, химиков: А. М. Бутлерова — В. В. Марковникова, Н. Н. Зинина, Ф. Ф. Бейльштейна, врачей: С. П. Боткина и Н. И. Пирогова, историков: Н. М. Карамзина, С. М. Соловьёва, В. О. Ключевского. Д. И. Менделеев открыл в 1869 году один из фундаментальных законов природы — периодический закон химических элементов.

В 1904 году И. П. Павлов был удостоен Нобелевской премии за работы в области физиологии пищеварения, в 1908 году — И. И. Мечников — за исследования механизмов иммунитета. Организационная модель российской науки к 1917 году состояла из Петербургской академии наук, университетов, специальных учебных институтов, научных обществ, многочисленных лабораторий ведомств и предприятий, ведомственных и межведомственных ученых комитетов и комиссий. Академия наук являлась высшим научным учреждением страны и состояла из 5 лабораторий, 7 музеев, 1 института (Русский археологический институт в Константинополе), Пулковской астрономической обсерватории с 2 отделениями, Главной физической обсерватории и 21 комиссии. В 1916 году в России имелось 10 университетов, 17 технических, 10 сельскохозяйственных и лесных, 6 медицинских, 4 ветеринарных, 6 коммерческих, а всего 100 высших учебных заведений. Научные общества, которые до начала XX века были в основном университетского типа функционировали, как правило, при университетах, объединяя ученых, студентов и любителей-профессионалов (Московское общество испытателей природы, Вольное экономическое общество, Русское географическое общество, Русское техническое общество). К 1917 году их число превысило 300.

Научные ячейки при министерствах и ведомствах (Горный ученый комитет, Геологический комитет и т. д.) обслуживали практические нужды этих ведомств. Заводская наука в дореволюционной России находилась на стадии зарождения. Лишь на немногих крупных предприятиях имелись лаборатории и конструкторские бюро. Дореволюционная наука характеризовалась фрагментарностью развития, отсутствием широкого исследовательского фронта. Сохранялась сильная зависимость научных учреждений России от передовых стран по линии приборов, лабораторного оборудования и химических реактивов. Если в целом научный

## Основы научных исследований

потенциал дореволюционной России по качественным параметрам (общий уровень развития естественнонаучной и научно-технической мысли, глубина и культура исследований, квалификация научных кадров) не уступал потенциалу западных стран, то по количественным показателям заметно уступал. Техноэкономическая и культурная отсталость страны ставила узкие рамки научно-техническому развитию. Промышленность не предъявляла никаких запросов ученым и не испытывала потребность в них.

Большая часть научных учреждений и вузов России были сосредоточены в Москве и Петербурге. Помимо столиц научными центрами являлись также Харьков, Киев, Дерпт, Одесса, Варшава, Томск. Университетов в России в это время было в 2 с лишним раза меньше, чем в Германии. Слабая связь российской науки с производством не была преодолена, хотя в период первой мировой войны в этом отношении были сделаны известные шаги в химической, электротехнической и некоторых других отраслях промышленности.

Согласно советским оценкам особенно вопиющим было отставание России по численности ученых. В России численность научно-педагогических работников в 1913 году составляла 11,6 тыс., в США в 1910 почти втрое больше — 33,6 тыс. В России было 414 химиков, почти в 15 раз меньше, чем в США, в 8 раз меньше, чем в Германии и Англии, в 2,5 раз меньше, чем во Франции. Геолог В. А. Обручев сравнил численность штатов Геологического комитета с ситуацией, при которой Швеция имела бы всего 1 геолога. Данные оценки, однако, нуждаются в существенных уточнениях, так, например, в литературе встречаются утверждения, что в 30-ые годы XX века во Франции было не более 1200 профессиональных ученых, получавших оклад именно за научную деятельность (Spencer Weart, *Scientist in Power*. Cambridge, Mass., 1979).

Современные исследования показывают, что выпуск дипломированных инженеров и ученых-естественников в Российской Империи накануне Первой мировой войны был сопоставим с показателями Германии и США и заметно превосходил другие страны, в том числе Францию. Недостаток научных кадров в России сдерживал научно-технический прогресс и стал особенно нетерпим в условиях начавшейся новейшей революции в естествознании. Однако сильная сторона русской науки — высокая профессио-

## Основы научных исследований

нальная квалификация и творческая активность деятелей науки. В 1911 году В. И. Вернадский отмечал, что несмотря на неблагоприятные условия работы, русские ученые-естествоиспытатели «стали рядом, как равные по силе со своими товарищами из-за океана». К началу XX века стало очевидным, что масштабы и темпы научной деятельности не соответствовали требованиям XX века и потенциальным возможностям страны. Университетская профессура в «Записке о нуждах просвещения в России» (январь 1905), ставшей широко известной как «Записка 342 ученых» (первоначально подписали 16 академиков, 125 профессоров, 201 доцент, в дальнейшем — всего 1500 человек), вынуждена была декларировать: «Правительственная политика в области просвещения народа, внушаемая преимущественно соображениями полицейского характера, является тормозом в его развитии, она задерживает его духовный рост и ведет государство к упадку». Отчеты Академии наук 1900—1912 гг. состояли в основном из жалоб академиков на хронический недостаток ассигнований на науку. «Августейший президент» академии великий князь Константин Константинович в письме министру народного просвещения от 14.07.1911 пишет: «положение академических учреждений (из-за недостатка ассигнований и штатов) стало совершенно критическим».

После революции 1905 года царское правительство приложило большие усилия для развития образования и науки. После 1905 г. общественность стала оказывать большее влияние на решение научно-организационных вопросов. Были открыты новые частные вузы (количество которых удвоилось с 1905—1911 гг.), высших женских курсов, лабораторий и институтов. Увеличилось количество научных учреждений. К началу Первой мировой войны система подготовки инженеров и специалистов в области естествознания в Российской Империи превосходила в количественном отношении не только Великобританию и Францию, но и Германию. Хотя по количеству выпущенных специалистов «накопленным итогом» к 1914 году Россия примерно совпадала с Францией и уступала Германии. Многим русским ученым того периода были присущи демократические взгляды, они рассматривали науку как форму служения интересам народа. В 1911 году министр народного просвещения Л. А. Кассо предпринял меры «для оздоровления высшей школы», уволив 131 ученого и преподавателей из Московского университета (половина его профессорско-преподавательского состава). Испытывая страх перед возможной

## Основы научных исследований

революцией, 8-й съезд объединённого дворянства, состоявшийся в 1912 году, вынес решение, что «ни одно новое высшее учебное заведение не должно быть создано, так как такое создание приближает страну к революции». Министерство народного просвещения отклоняло ходатайства местных органов самоуправления и общественности об открытии университетов в Перми, Екатеринбургe, Ростове-на-Дону и других городах. В 1912 году на «особом журнале» заседаний Совета Министров «Об открытии новых учебных заведений» Николай II начертил: «В России вполне достаточно существующих университетов. Принять эту резолюцию как мое руководящее указание».

### 1.3 Советский период

Советский период характеризуется централизованным управлением науки. Значительная часть ученых работали в АН СССР, Образовательных учреждениях, отраслевых НИИ. Началось развитие науки не только в Москве, Ленинграде, Киеве, но и в Новосибирске, в Свердловске, Хабаровске.

Организационная модель российской науки была сформирована в 1917—1930 гг. и была ориентирована на потребности индустриализации. В этот период были сформированы ведомственные сети научных организаций (наркоматов земледелия, здравоохранения и т. д.). В 1931 г. были установлены основные типы научных учреждений: центральный НИИ, отраслевой институт при вузе, низовые учреждения (заводские лаборатории, опытные станции), региональные институты. В период с 1931 по 1955 гг. произошла дифференциация научных организаций по стадиям выполнения исследований и разработок на — научно-исследовательские, конструкторские, проектные и технологические. Основной курс государственной политики состоял в создании необходимых условий для развития практически всех крупных отраслей знаний. Были созданы две практически изолированные друг от друга системы: военная и гражданская. Научный комплекс ВПК включал в себя крупные научно-технические организации и научные системы ряда ведущих вузов страны. В системе гражданской науки были сформированы академический, вузовский, отраслевой и заводской сектора науки. Организационную структуру академического сектора науки представляли научные организации Академии наук СССР и отраслевых академий. Самое значительное место в академическом секторе занимала «Большая академия» (АН СССР). Созданная в 30-е годы сеть научных цен-

## Основы научных исследований

тров была преобразована в республиканские академии. В середине 50-х появилось первое региональное отделение Академии наук — Сибирское отделение. В 1987 г. были учреждены Дальневосточное и Уральское отделение. В этот период в академическом секторе получили развитие специализированные научные центры, сформированные на основе объединения институтов, выполняющих исследования в рамках одной или нескольких смежных отраслей знания. Развивалась собственная опытно-производственная инфраструктура: научно-технические центры, полигоны, крупные установки, опытные производства, проектные и конструкторские хозрасчетные организации, инженерные центры.

В академическом секторе формировались различные интеграционные структуры. Во многих академических институтах были созданы научно-учебные центры, научно-технические объединения, научно-технические центры. Формами связи научных организаций с производством были: сотрудничество с отраслевыми министерствами и ведомствами, договоры о совершенствовании производства на конкретных предприятиях, выполнение комплексных народно-хозяйственных программ.

В вузовском секторе науки сформировались множество типов организаций, выполняющих научные исследования и разработки: научно-исследовательские институты, кафедры, научные группы, учебно-опытные и экспериментальные хозяйства, проблемные и отраслевые лаборатории, проектные организации, вузовские и факультетские конструкторские и технологические бюро с собственной экспериментальной базой, обсерватории, ботанические сады, территориальные межвузовские комплексы, научно-учебные центры, совместные подразделения с организациями академического и отраслевого секторов науки. Научно-исследовательские институты при вузах были созданы в рамках незначительного числа крупных вузов страны с преобладанием кафедральной формы организации исследований и разработок. В 70-е годы появились межвузовские комплексы, объединявшие научные коллективы различных вузов с целью выполнения комплексных научно-технических задач. Этот период можно считать периодом организационного оформления вузовской науки на институциональном уровне. Создавалась инфраструктура на основе межвузовского кооперирования по совместному использованию экспериментально-производственной базы, вычислительных центров и т. д. В вузовском секторе были сформированы учебно-

## Основы научных исследований

научно-производственные комплексы. Модель отраслевой науки создавалась с ориентацией преимущественно на прикладные исследования, опытно-конструкторские и технологические разработки. В рамках каждой отрасли народного хозяйства было организовано управление всем циклом проведения исследований и разработок — от фундаментальных и прикладных исследований до их внедрения в серийное промышленное производство. Тем самым отраслевые министерства и ведомства стремились обеспечить научным «сопровождением» весь спектр своей деятельности, жестко контролируя процесс проведения исследований и разработок подведомственными научными организациями. Ведомственные сети отраслевого сектора формировались по двум направлениям: на основе специализации на выполнение исследований и разработок по продуктовым областям и на основе специализации по созданию продуктов и процессов.

Заводской сектор науки объединял инженерно-технические подразделения промышленных предприятий и производственных объединений. Основная направленность их деятельности состояла в развитии и совершенствовании обслуживаемого ими производства. В тот же сектор включались научно-исследовательские институты и конструкторские бюро, находящиеся на самостоятельном балансе в составе промышленных предприятий и производственных объединений.

Одной из особенностей советской науки являлась её глубокая идеологизация. Наука должна была быть марксистско-ленинской, материалистической. В этом качестве она противостояла науке буржуазной, идеалистической. Наибольших успехов советская наука достигла в области естественных наук, где идеологический контроль был минимальным. За работы, выполненные в этот период нобелевские премии получили физики: Тамм И. Е., Франк И. М., Черенков П. А., Ландау Л. Д., Басов Н. Г., Прохоров А. М., Капица П. Л., Алфёров Ж. И., Абрикосов А. А. и Гинзбург В. Л., а также химик Семёнов Н. Н. и математик Канторович Л. В., получивший в 1975 г. премию по экономике. Благодаря деятельности И. В. Курчатова, А. Д. Сахарова, С. П. Королева и других ученых в СССР было создано ядерное оружие и космонавтика. В то же время развитие биологии сдерживалось начатой в середине 1930-х годов Т. Д. Лысенко кампанией против генетики, существенно пострадал и ряд других научных дисциплин (см. Идеологический контроль в советской науке). Следует отметить следующие параметры, характеризующие организационную модель оте-

## Основы научных исследований

чественной науки советского периода:

- мощный научный комплекс, ориентированный на исследования и разработки оборонного характера в ущерб развитию гражданских отраслей промышленности;
- неразвитость технологий двойного назначения, результаты научных исследований и разработок в оборонной промышленности практически не трансформировались в гражданскую сферу, как в странах Запада;
- ведомственная разобщенность научного сообщества;
- преобладание крупных специализированных научных организаций, особенно в отраслевом, самом масштабном по уровню используемых ресурсов секторе науки;
- проведение исследований по всему фронту работ;
- базовое финансирование научно-исследовательских организаций, слабо коррелированное с народно-хозяйственными потребностями в научно-технической продукции;
- монополия в государственной форме собственности;
- относительная изолированность от мирового научного сообщества;
- планирование тематики научных исследований и результатов в прикладных областях.

Точкой отсчета процессов трансформации научных учреждений и нарастания кризиса науки следует считать 1987 г., когда было принято постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О переводе научных организаций на полный хозяйственный расчет и самофинансирование», прикладные исследования и разработки признавались товаром, был осуществлен переход к оплате научно-технической продукции по договорным ценам. Однако не происходило обновлений исследований, оборудования и кадрового потенциала. Напротив, углублялся процесс «консервации отсталости» технологического базиса отраслей народного хозяйства.

### 1.4 Современная наука

## Затраты на исследования и разработки в России, \$млрд

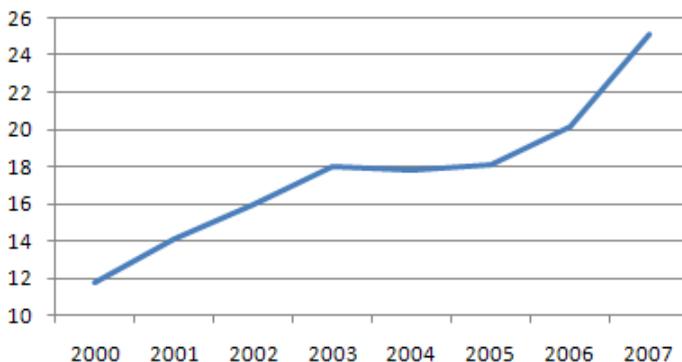


Рисунок 1 - Затраты на исследования и разработки в России в 2000—2007 годах, в \$млрд.

В России насчитывается около 3,5 тыс. организаций, занимающихся научными исследованиями и разработками. Около 70 % этих организаций принадлежат государству. В период 1995—2005 годов российские учёные опубликовали 286 тыс. научных статей, которые в мире были процитированы 971,5 тыс. раз (по анализу публикаций в 11 тыс. научных журналов в мире). По итогам 2005 года Россия занимала 8-е место в мире по количеству опубликованных научных работ и 18-е место — по частоте их цитирования. При этом в период 1999—2003 годах на долю российских ученых приходилось 3 % от глобального числа публикаций в научных изданиях. Однако, по оценке Королевского общества (Великобритания), опубликованной 28 марта 2011 года, доля российских ученых в период 2003—2008 стала менее 2 %, тем самым оказавшись вне первой десятки государств (ранее занимаемое Россией 10-е место в этот раз заняла Индия) . В России работают тысячи учёных с большим объёмом международного цитирования (десятки и сотни ссылок на их работы). Среди них преобладают физики, биологи и химики, однако полностью отсутствуют экономисты и представители общественных наук.

С 2000 по 2007 годы число патентных Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) в подмосковной Дубне впервые в истории успешно синтезировали 117-й элемент табли-



## Основы научных исследований

цы Менделеева, 114-й элемент был впервые синтезирован в Дубне ещё в декабре 1998 года, однако независимое подтверждение было получено только в сентябре 2009 года.

### 1.5 Государственная политика

В последние годы происходит постоянный рост расходов федерального бюджета России на гражданскую науку. Если в 2000 году они составляли 17,4 млрд рублей (0,24 % ВВП России), то в 2005 году — 76,9 млрд рублей (0,36 % ВВП), в 2011 году — 319 млрд рублей (0,58 % ВВП). Из общего объёма расходов федерального бюджета на гражданскую науку 71 % приходится на прикладные научные исследования, 29 % — на фундаментальные исследования (данные за 2011 год). Правительство утвердило федеральные целевые программы: «Интеграция науки и высшего образования России на 2002—2006 годы», «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007—2012 годы», «Национально-технологическая база на 2007—2011 годы».

В 2006 году впервые в бюджете было выделено 3 млрд рублей на повышение зарплат сотрудникам учреждений и преподавателям вузов с научными степенями. Кроме того, в 2005 году президент РФ Владимир Путин подписал указ об учреждении 500 ежегодных заявок на изобретения в России увеличилось на 47 % (с 26,7 тыс. до 39,4 тыс.) — второй по величине прирост среди стран «Большой восьмёрки». В 2008 году объём научных исследований и разработок в России составил 603 млрд рублей, в 2009 году — 730 млрд рублей. В соответствии с указом, ежегодно молодым учёным предоставляются гранты в размере 600 тыс. рублей. В том же году учреждены 100 ежегодных президентских грантов для господдержки научных исследований молодых (до 40 лет) учёных-докторов наук. В декабре 2006 года были внесены изменения в закон «О науке и государственной научно-технической политике». Изменения направлены на изменения правового положения РАН и отраслевых академий. 8 апреля 2010 председатель правительства России В. В. Путин сообщил, что до 2012 года государство выделит не менее 38 млрд рублей на поддержку научных исследований в вузах.

Правительство РФ поручило Минфину в течение трёх лет выделить 12 млрд руб. на привлечение в российские вузы ведущих ученых. В соответствии с постановлением, из бюджета на эти цели в 2010 году выделяется 3 млрд руб., в 2011 — 5 млрд руб. и в 2012 — 4 млрд руб. Средства выделяются в виде грантов прави-

тельства, которые будут на конкурсной основе предоставляться под научные исследования, проводимые в отечественных вузах под руководством ведущих ученых [15]. 7 июля 2011 года Указом Президента Российской Федерации № 899 «в целях модернизации и технологического развития российской экономики и повышения её конкурентоспособности» определены приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации:

- безопасность и противодействие терроризму;
- индустрия наносистем;
- информационно-телекоммуникационные системы;
- науки о жизни;
- перспективные виды вооружения, военной и специальной техники;
- рациональное природопользование.
- транспортные и космические системы.
- энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика.

Тем же указом определён и Перечень критических технологий Российской Федерации.

### **1.6 Развитие науки в различных странах мира**

Уровень развития национальных систем «науки и техники» стал на рубеже веков одним из основных факторов, оказывающих огромное влияние на социальное и экономическое развитие стран мира, их роль и место в системе мирового хозяйства. В связи с этим изучение национальных научно-технических систем стран мира, достигнутого уровня их развития во времени и пространстве представляется нам одной из важных задач научного исследования. Качественная разница в уровне развития науки в отдельных странах мира обусловлена, в свою очередь, особенностями исторического, политического и социально-экономического развития, а также зависит от сложившихся территориальных, культурно-этнических факторов. Различия находятся в основном в особенностях планирования, организации и управления научной деятельностью, структуре и качестве научного потенциала, специфики исследований.

Если рассматривать детальные отличия, то их фактически столько же, сколько имеется стран, участвующих в мировой научной деятельности. В этом отношении каждое государство уникально. Тем не менее страны со сходными чертами возможно

условно объединить в группы, разделив тем самым всю их совокупность на несколько определенных типов. Отнесение к тому или иному типу является важнейшей характеристикой научно-технической отрасли государства, способствует объективной оценке места страны в мировой научной системе. Для определения типа страны необходимы особая методика оценки уровня развития ее науки, определенная система показателей. Однако, к сожалению, измерение параметров науки методологически до сих пор представляется для специалистов очень сложной задачей, что связано с самой природой науки. В отличие от других сфер деятельности человеческого общества, отраслей экономики научный продукт – «идеи» – невозможно измерить количественно и качественно, выявить их прямую зависимость и уровень взаимосвязей с социально-экономическими факторами.

На сегодняшний день, к нашему сожалению, анализ выполняем только на уровне их численных характеристик, отражающих сферу науки как особый вид деятельности человека, отрасль национального хозяйства, а не как совокупность знаний. Рассматривая науку в этом плане как систему, которая характеризуется своими количественными показателями, все существующие научные показатели можно разделить на две группы.

Во-первых, показатели, отражающие затраты материальных ресурсов, времени, кадровое обеспечение. Это ресурсные или «входные» показатели науки. Они могут быть, очевидно, выражены как в абсолютных, так и в относительных величинах. К абсолютным показателям относят, например, общее количество ученых, конструкторов и инженеров, занятых в НИОКР, общий объем финансирования научных исследований и разработок из федерального бюджета и частных, общественных фондов, совокупные финансовые затраты на НИОКР, их распределение по областям знаний, отраслям и видам научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и т.п.

Для иллюстрации приведенных материалов, например, в таблице 1 приведены данные по динамике объемов финансирования научных исследований и разработок с 1965 по 1998 гг. из федерального бюджета США по трем областям знаний, а в табл. 2 сравниваются статьи финансирования фундаментальных исследований за период времени с 1980 по 1998 гг.

## Основы научных исследований

Таблица 1 - Объем финансирования научных исследований и разработок из федерального бюджета США в текущих ценах в млн. долларов

Область научных исследований	Периоды времени, год				
	1965	1975	1985	1995	1998
Оборона	7,3	9,7	33,7	34,4	34,1
Здравоохранение	0,9	2,2	5,4	11,7	13,3
Космические исследования	4,9	2,8	2,7	9,6	9,6

Таблица 2 - Сравнение основных статей финансирования фундаментальных научных исследований из федерального бюджета США в текущих ценах в млн. долларов

Область научных исследований	Периоды времени, год				
	1980	1985	1990	1995	1998
Оборона	552	856	964	1232	1116
Здравоохранение	1761	3243	4661	6270	7004
Космические исследования	482	498	1389	1672	1858

Анализ данных таблиц 1 и 2 показывает рост объемов финансирования этих трех областей знаний – приоритетной области – здравоохранения.

Показатели, оценивающие основной «выход» научных исследований – это производство нового научного знания (фундаментального и прикладного). Это показатели, позволяющие определить полученный вклад в науку, степень «приращения» нового знания в определенной научно-технической области. Все количественные меры научного выхода могут быть также соответственно отражены в абсолютных и относительных показателях научной продуктивности страны таких, например, как общее количество научных публикаций и их удельный вес относительно количества научных работников или населения всей страны, количество поданных заявок на выдачу патента на изобретение и число уже выданных патентов в разные периоды времени и т.д. Кроме того, эти показатели проявляются в структуре технических и технологических достижений государства, отражающихся в уровне компьютеризации и информатизации страны, экспорте продукции НИОКР и т.д.

## Основы научных исследований

Для иллюстрации в таблице 3 приведены некоторые показатели для возможной оценки уровня научной деятельности в отдельных странах мира.

Таблица 3 - Показатели для оценки уровня развития научной деятельности в отдельных странах мира в 1996 г\*

Показатели	Государства			
	Япония	Россия	Индия	Нигерия
Число ученых и инженеров (тыс. чел)	787	495	136	1,3
Расходы на НИОКР (млрд долл.)	75,1	1,4	4,7	0,021
Количество научных публикаций (тыс.)	39,4	17,2	7,8	0,3
Число заявок на выдачу патентов (тыс.)	401	46	8	0,2
Доля высокотехнологичной продукции в экспорте страны (%)	38	19	11	–
Число компьютеров на 1 тыс. чел. населения	202	32	2,1	5,1

\* Составлено по источникам

По абсолютным показателям привлеченных в НИОКР ресурсов ведущие государства мира (США, Япония, ФРГ, Франция, Великобритания) являются и главными производителями научных знаний и открытий. Высокие абсолютные показатели финансирования и занятого специального кадрового персонала в научно-технической деятельности Китая и Индии позволили им достичь прекрасных результатов в области ядерных исследований, освоения космоса, фармакологии и других областях знаний.

Однако оценка общего уровня развития науки, степени «научификации» общества возможна лишь на основе относительных показателей, характеризующих относительную эффективность научной деятельности в стране. Использование относительных показателей дает возможность некоторого совместного сопоставления больших и малых стран мира, выявления их характерных классификационных типов по уровню развития науки.

В нашей типологии мы использовали показатели, которые, как уже было сказано выше, относятся к двум группам:

## Основы научных исследований

Ресурсные показатели науки:

- число ученых, конструкторов и инженеров на 1 тыс. чел. населения;
- расходы на НИОКР в расчете на одного жителя страны (долл. США);
- расходы на НИОКР в расчете на одного национального исследователя (долл. США);
- доля финансовых отчислений на НИОКР от ВВП государства (%).

Показатели эффективности науки:

- количество научных публикаций на 1 тыс. жителей государства;
- количество научных публикаций на 1 тыс. ученых и инженеров;
- число заявок на выдачу патента от резидента на 1 тыс. чел. населения;
- число заявок на выдачу патента от резидента на 1 тыс. ученых и инженеров;
- доля высокотехнологичной продукции в общем экспорте страны;
- число компьютеров на 1 тыс. чел. населения.

В таблице 4 приведены некоторые выборочные данные из статистического исследования по соотношению коэффициентов уровня развития науки, ресурсов и результативности исследований по некоторым странам мира в 1990–1997 гг. с указанием интегральных показателей и ранжированием государств по национальному уровню развития науки. Соотношение ресурсных показателей и результативности науки, приведенных в этой таблице, позволило определить степень эффективности научной деятельности в государствах земного шара, что и явилось основой выделения как групп, так и подгрупп государств в зависимости от этих показателей.

## Основы научных исследований

Таблица 4 - Соотношение коэффициентов уровня развития науки, ресурсов и результативности исследований по странам мира в 1990-1997 гг

Страна	Уровень развития науки	Ресурсы	Результативность	Интегральный показатель
1	2	3	4	5
Швеция	1,0000	0,9729	0,9115	0,8868
Швейцария	0,9233	0,8466	1,0000	0,7817
Япония	0,9139	1,0000	0,8278	0,7565
США	0,8342	0,8716	0,7968	0,5793
Дания	0,7594	0,6340	0,8848	0,4260
Нидерланды	0,7314	0,6727	0,7877	0,3876
Финляндия	0,7230	0,6207	0,8253	0,3704
Великобритания	0,7141	0,6727	0,7555	0,3629
Израиль	0,7015	0,8075	0,5956	0,3374
ФРГ	0,6919	0,7532	0,6307	0,3287
Австралия	0,6858	0,5714	0,8003	0,3136
Франция	0,6580	0,7766	0,5395	0,2757
Республика Корея	0,6541	0,6335	0,6748	0,2796
Норвегия	0,6471	0,6175	0,6768	0,2704
Сингапур	0,6468	0,5585	0,7352	0,2656
Канада	0,6395	0,5782	0,7016	0,2594
Бельгия	0,6377	0,6869	0,5885	0,2578
Австрия	0,6018	0,6048	0,5988	0,2179
Новая Зеландия	0,5452	0,3448	0,7456	0,1402

1 группа - страны с высоким уровнем развития науки. В данную группу входят 20 государств. Наиболее крупные из них – это США, Япония, ФРГ, Великобритания, Франция. Для этих стран характерны: высокие абсолютные и относительные расходы на НИОКР (около 80% мировых затрат), большое количество занятого персонала, высокая доля частного капитала и соответственно низкая доля государства в финансировании и проведении исследований, стабильное лидерство в научно-технических достижениях и открытиях. Несмотря на сходные черты НИОКР в этих странах и близость относительных показателей, в данной группе государств можно выделить три подгруппы:

Подгруппа А. Объединяет страны с высокими ресурсными затратами и высокой эффективностью науки: Швеция, Швейца-

## Основы научных исследований

рия, Япония, США. США и Япония являются общепризнанными мировыми лидерами в проведении научных исследований и ведущими флагманами в развитии новейших технологий. Их научные системы – самые передовые в мировом сообществе, о чем свидетельствует широта изучаемых проблем, техническая оснащенность, а также статус науки и техники в общественном сознании. Высокая эффективность науки в этих странах обеспечивается мощным целенаправленным финансированием частным капиталом и государством фундаментальных исследований, прикладных и опытно-конструкторских разработок.

Швеция и Швейцария находятся в группе мировых лидеров благодаря достигнутому в этих странах относительным показателям развития науки. Если рассматривать относительное соотношение их «входных» и «выходных» показателей, то наука этих государств более эффективна, чем в США и Японии. Например, по количеству Нобелевских лауреатов (в расчете на 1 млн человек населения) они примерно в 2–4 раза превышают показатели США и более чем в 100 раз показатели Японии. Однако, если производить оценку в целом, то итоговый вклад этих государств в развитие мировой науки намного скромнее, чем их соседей по подгруппе и других отдельных стран Европы.

Подгруппа В. Объединяет страны с высокими ресурсными затратами, но более низкой эффективностью научных исследований, которые характеризуются многократным превышением «расходов» над «доходами». К таким государствам относятся ФРГ, Франция, Израиль. Наука этих государств исторически является относительно более «фундаментальной», чем во многих других высокоразвитых странах. В этих государствах сильны сложившиеся веками традиции старых университетских научных школ, которые более тяготеют к так называемой «чистой науке». Например, затраты на теоретические исследования в ФРГ и Франции превышают примерно 20% всех расходов на НИОКР. Многочисленные научные центры, университеты и лаборатории проводят длительные дорогостоящие эксперименты, результаты которых, возможно, смогут оценить по достоинству только в следующем тысячелетии. В результате в этих странах наблюдается более низкая отдача от научных исследований в целом, относительное отставание в развитии техники, технологий и др.

Подгруппа С. Объединяет страны с высокой эффективностью научных исследований, но с относительно невысокими ресурсными показателями науки. К этому типу относятся преимущественно небольшие развитые государства Европы (Нидерланды,

## Основы научных исследований

Дания, Финляндия, Бельгия, Ирландия, Норвегия), а также Великобритания, Канада, Австралия, Новая Зеландия, Республика Корея и Сингапур. Для этих стран характерно преобладание частного капитала над государственным в структуре финансирования и выполнения научных исследований и опытно-конструкторских разработок. Например, в Республике Корея доля частного капитала в финансировании научных исследований является самой большой среди государств земного шара и составляет 82%, а также явно выраженная концентрация научного поиска в конечных областях НИОКР, специализация на отдельных областях знаний, включая прикладные исследования. И, как следствие, относительно высокий уровень эффективности исследований.

II группа - страны со средним уровнем развития науки. В данную группу входит подавляющее большинство государств земного шара, по которым проведен анализ. Это развитые страны как Западной Европы (Италия, Испания, Португалия, Греция), так и Восточной Европы, большинство государств СНГ, отдельные страны Южной, Юго-Восточной и Восточной Азии, Южной и Центральной Америки. Большинство из них имеют относительно молодую систему организации научных исследований, находящуюся в стадии формирования национальных научных школ. Недостаток финансовых средств в этих странах ограничивает возможности научного поиска, удлинняет процессы и стадии НИОКР, сдерживает развитие науки. Финансирование со стороны государства полностью превалирует над частным. Его высокая доля объясняется более поздней стадией развития научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в этих странах, а также общей структурой национальной экономики, поскольку в ней присутствует относительно низкая доля наукоемких производств. Основными органами выполнения НИОКР в этих странах являются государственные научные центры и лаборатории, академические институты и университеты. Во второй группе также можно выделить относительно большие три специфические подгруппы стран по среднему уровню развития науки.

Подгруппа А. Объединяет страны с приблизительно одинаковыми показателями затрат и эффективностью науки. Поэтому относительные соотношения в системе «затраты / продукция» в этих государствах резко склоняются в пользу «продукции», что и оказало непосредственное влияние на место этих стран в мировой научной системе.

III группа - страны с низким уровнем развития науки. К данному типу относятся те 12 стран мира, по которым оказалось



## Основы научных исследований

возможным провести анализ: Индия, Китай, Таджикистан, Узбекистан, Вьетнам, Уругвай, Эквадор, Египет, Боливия, Нигерия, Шри-Ланка, Бенин. Подавляющее их большинство являются наиболее бедными государствами земного шара. Среди них явно можно выделить две подгруппы.

Подгруппа А. Объединяет занятые в научном производстве страны с высокими абсолютными показателями финансирования, но низкими относительными показателями. К этому типу государств относятся в настоящее время Китай и Индия.

Подгруппа В. Объединяет все остальные государства с очень низким финансированием науки, недостаточным количеством научно-технического персонала, неразвитостью научной инфраструктуры. Как правило, в этих странах отсутствуют или созданы относительно недавно органы управления наукой, разрабатываются правительственные программы по научно-техническому развитию. Финансирование научных исследований и опытно-конструкторских разработок в этих странах осуществляется в основном либо за счет государственного бюджета, либо с помощью иностранных спонсоров. Небольшие инвестиции идут в основном на финансирование исследовательских программ в области сельского хозяйства, горнорудного дела. Преобладание однопрофильного характера научных исследований влияет на характер научных публикаций, поскольку в среднем более 70% всех научных статей имеют сельскохозяйственное направление. Представленная типология не может рассматриваться в настоящее время как нечто законченное и неизменное. Система науки стран мира очень динамична во времени и пространстве. Ей свойственны циклические периоды прогресса и регресса, отражающиеся на изменении научного статуса государства в мировом сообществе. Например, в странах Центральной и Восточной Европы, СНГ в последнее десятилетие происходило свертывание некоторого ряда научных направлений, наблюдалось сокращение научно-технического потенциала.

В других странах наблюдаются противоположные процессы. Резкое повышение уровня развития науки за последнее десятилетие в Республике Корея, Сингапуре, на острове Тайвань является ярким тому подтверждением. В то же время к 2002 году, например в России, стали проявлять интерес к науке и ее продуктам представители определенных кругов и сфер бизнеса. Причем, если три года назад перспективными для инвестиций считались исключительно информационные технологии, то теперь в область интереса бизнеса попадает не только Интернет, но и все, что с

ним связано.

В первую очередь инвесторы ищут изобретения, которые можно довести до состояния товарного продукта и продать простому потребителю. Они готовы заниматься не только прикладной наукой, но даже фундаментальными исследованиями. В частности, сейчас очень подробно изучают опыт, накопленный российскими учеными в области водородных технологий, способных заменить традиционные виды топлива в двигателях. Речь идет о потенциальных инвестициях до 100 млн. долларов.

Среди того, что представляет особый интерес для бизнеса, находятся и разработки российских ученых в области нанотехнологии – работа с материалами на уровне атомов. Применение этих технологий возможно в биологии, в изготовлении микрочипов, сверхточных бесконтактных измерительных приборов, самоочищающихся стекол и т.д. В то же время стремительное развитие Интернета раздвинуло границы между государствами и в области проведения научных исследований. Например, совсем недавно в Сети появился научный сайт [www.innocentive.com](http://www.innocentive.com), в котором крупные организации, корпорации, фирмы, заводы, столкнувшиеся при разработке новых товарных продуктов с серьезными научными проблемами, не решаемыми собственными силами на данных предприятиях, размещают свои объявления для ученых с указанием конечной цены научной разработки.

Уже в 2002 году с этим сайтом сотрудничали более 13 тысяч ученых из 100 стран мира. Самыми ходовыми научными направлениями являются химия, биология и все, что связано с этими отраслями науки. Оплата производится по конечному результату, например, за выведение нужной формулы вещества можно заработать от 10 до 15 тысяч долларов, а при экспериментировании в лаборатории с соответствующим оборудованием до 150 тысяч. Поэтому разграничить государства по уровню развития науки становится значительно труднее, поскольку затраты несут предприятия одних стран, а научных результатов добиваются ученые из других государств.



## 2 НАУЧНЫЕ РЕВОЛЮЦИИ И НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ

Научные революции обычно затрагивают мировоззренческие и методологические основания науки, нередко изменяя сам стиль мышления. Поэтому они по своей значимости могут выходить далеко за рамки той конкретной области, где они произошли. Поэтому можно говорить о частнонаучных и общенаучных революциях. Возникновение квантовой механики - это яркий пример общенаучной революции, поскольку ее значение выходит далеко за пределы физики. Квантово-механические представления на уровне аналогий или метафор проникли в гуманитарное мышление. Эти представления оказывают влияние на нашу интуицию, здравый смысл, воздействуют на мировосприятие. Дарвиновская революция по своему значению вышла далеко за пределы биологии. Она коренным образом изменила наши представления о месте человека в Природе. Она оказала сильное методологическое воздействие, повернув мышление ученых в сторону эволюционизма.

Новые методы исследования могут приводить к далеко идущим последствиям: к смене проблем, к смене стандартов научной работы, к появлению новых областей знаний. В этом случае их внедрение означает научную революцию. Так, появление микроскопа в биологии означало научную революцию. Всю историю биологии можно разбить на два этапа, разделенные появлением и внедрением микроскопа. Целые фундаментальные разделы биологии - микробиология, цитология, гистология - обязаны своим развитием внедрению микроскопа. Появление радиотелескопа означало революцию в астрономии. Академик Гинзбург пишет об этом так: «Астрономия после второй мировой войны вступила в период особенно блистательного развития, в период «второй астрономической революции» (первая такая революция связывается с именем Галилея, начавшего использовать телескопы). Содержание второй астрономической революции можно видеть в процессе превращения астрономии из оптической во всеволновую». Иногда перед исследователем открывается новая область непознанного, мир новых объектов и явлений. Это может вызвать революционные изменения в ходе научного познания, как случилось, например, при открытии таких новых миров, как мир микроорганизмов и вирусов, мир атомов и молекул, мир электромагнитных явлений, мир элементарных частиц, при открытии явления

## Основы научных исследований

гравитации, других галактик, мира кристаллов, явления радиоактивности и т.п. Таким образом, в основе научной революции может быть обнаружение каких-то ранее неизвестных сфер или аспектов действительности.

Ф.Бэкон считал, что разработал метод научных открытий, в основе которого - постепенное движение от частных к обобщениям. Он был уверен, что разработал метод открытия нового научного знания, которым может овладеть каждый. В основе этого метода открытия - индуктивное обобщение данных опыта. Бэкон построил довольно изощренную схему индуктивного метода, в которой учитываются случаи не только наличия изучаемого свойства, но и его различных степеней, а также отсутствия этого свойства в ситуациях, когда его проявление ожидалось. Декарт считал, что метод получения нового знания опирается на интуицию и дедукцию. «Эти два пути, - писал он, - являются самыми верными путями к знанию, и ум не должен допускать их больше - все другие (например, аналогию) надо отвергать как подозрительные и ведущие к заблуждению».

В современной методологии науки осознано, что индуктивные обобщения не могут осуществить скачок от эмпирии к теории. Эйнштейн писал об этом так: 'В настоящее время известно, что наука не может вырасти на основе одного только опыта и что при построении науки мы вынуждены прибегать к свободно создаваемым понятиям, пригодность которых можно а posteriori проверить опытным путем. Эти обстоятельства ускользали от предыдущих поколений, которым казалось, что теорию можно построить чисто индуктивно, не прибегая к свободному, творческому созданию понятий. В последнее время перестройка всей системы теоретической физики в целом привела к тому, что признание умозрительного характера науки стало всеобщим достоянием.

При характеристике перехода от эмпирических данных к теории важно подчеркнуть, что чистый опыт, т.е. такой, который не определялся бы теоретическими представлениями, вообще не существует. По этому поводу К. Поппер писал так: «Представление о том, что наука развивается от наблюдения к теории, все еще широко распространено. Однако вера в то, что мы можем начать научные исследования, не имея чего-то похожего на теорию, является абсурдной. Двадцать пять лет тому назад я пытался внушить эту мысль группе студентов-физиков в Вене, начав

свою лекцию следующими словами: «Возьмите карандаш и бумагу, внимательно наблюдайте и описывайте ваши наблюдения!» Они спросили, конечно, что именно они должны наблюдать. Ясно, что простая инструкция «Наблюдайте!» является абсурдной. Наблюдение всегда носит избирательный характер. Нужно выбрать объект, определенную задачу, иметь некоторый интерес, точку зрения, проблему...». Роль теории в развитии научного знания ярко проявляется в том, что фундаментальные теоретические результаты могут быть получены без непосредственного обращения к эмпирическим данным. Классический пример построения фундаментальной теории без непосредственного обращения к эмпирическим данным - это создание Эйнштейном общей теории относительности. Частная теория относительности тоже была создана в результате рассмотрения чисто теоретической проблемы (опыт Майкельсона не имел для Эйнштейна существенного значения). Новые явления могут быть открыты в науке и путем эмпирических, и путем теоретических исследований. Классический пример открытия нового явления на уровне теории - это открытие позитрона П.Дираком, принципы геометрии Лобачевского и основания квантовой механики, теории относительности, космологии Большого взрыва и т.д.

Попытки построения различного рода логик открытия прекратились еще в прошлом веке как полностью несостоятельные. Стало очевидным, что никакой логики открытия, никакого алгоритма открытий в принципе не существует. В то же время, безусловно, существует логика научного исследования. Как выразился профессор Кембриджского университета лорд Эктон, «Нет ничего более необходимого для человека науки, чем ее история и логика научного исследования. - способы обнаружения ошибок, использования гипотез и воображения, методы проверок».

## 2.1 Фундаментальные научные открытия и научные проблемы

Многие крупные открытия в науке совершаются на вполне определенной теоретической базе. Пример - открытие планеты Нептун Леверье и Адамсом на базе небесной механики путем исследования возмущений в движении планеты Уран. Фундаментальные научные открытия отличаются от других тем, что они связаны не с дедукцией из существующих принципов, а с разработкой новых основополагающих принципов. В истории науки выделяются фундаментальные научные открытия, связанные с со-

## Основы научных исследований

зданием таких фундаментальных научных теорий и концепций, как геометрия Евклида, гелиоцентрическая система Коперника, классическая механика Ньютона, геометрия Лобачевского, генетика Менделя, теория эволюции Дарвина, теория относительности Эйнштейна, квантовая механика. Эти открытия изменили представление о действительности в целом, т.е. носили мировоззренческий характер.

Как упоминалось выше, в истории науки есть много фактов, когда фундаментальное научное открытие делалось независимо друг от друга несколькими учеными практически в одно время. Например, неевклидова геометрия была построена практически одновременно Лобачевским, Гауссом и Больяни; Дарвин обнаружил свои идеи об эволюции практически одновременно с Уоллесом; специальная теория относительности была разработана одновременно Эйнштейном и Пуанкаре. Из того, что фундаментальные открытия делаются почти одновременно разными учеными, следует вывод об их исторической обусловленности. Фундаментальные открытия всегда возникают в результате решения фундаментальных проблем, т.е. проблем, имеющих глубокий, мировоззренческий, а не частный характер. Так, Коперник увидел, что два фундаментальных мировоззренческих принципа его времени - принцип движения небесных тел по кругам и принцип простоты природы не реализуются в астрономии; решение этой фундаментальной проблемы привело его к величайшему открытию - гелиоцентрической модели мира. Неевклидова геометрия была построена, когда проблема пятого постулата Евклида перестала быть частной проблемой геометрии и превратилась в фундаментальную проблему математики, ее оснований.

Интенсивное развитие науки в XIX - XX вв. привело к узловым проблемам естествознания, которые должны быть разрешены в ближайшие годы, ибо для этого накоплен достаточный арсенал теоретических знаний и экспериментальной техники. В первую очередь, речь идет о причинах и механизмах возникновения жизни на Земле. Если существующие теории и могут объяснить появление простейших органических веществ и аминокислот в результате существования специфического химического состава земной поверхности и воздействия на него солнечного излучения, то появление молекул, образующих двойную спираль и несущих наследственный код, остается необъяснимым по причине ничтожной вероятности самопроизвольного синтеза подобных молекул, даже принимая во внимание значительный временной период, в

## Основы научных исследований

котором этот процесс мог бы реализоваться. Подобный же вопрос возникает при изучении, например, механизма зрения высоко организованных живых существ. Можно предположить, что цепочка преобразования света в электрический сигнал и цепочка передачи нервного импульса формируются независимо в эволюционном процессе, хотя трудно предположить их независимое формирование, так как не может формироваться какая-то функция организма, если в ней нет непосредственной необходимости. Но еще труднее понять, как эти две цепочки "нашли" друг друга. Вопросы космологии, происхождения мира, его границ, множественности, начала и конца также требуют своего решения, в том числе для понимания места и роли человечества в мире. В соответствии с классическими представлениями о науке она не должна содержать «никакой примеси заблуждений». Сейчас истинность не рассматривается как необходимый атрибут всех познавательных результатов, претендующих на научность. Она является центральным регулятором научно-познавательной деятельности.

Для классических представлений о науке характерен постоянный поиск «начал познания», «надежного фундамента», на который могла бы опираться вся система научных знаний. Однако в современной методологии науки развивается представление о гипотетическом характере научного знания, когда опыт не является больше фундаментом познания, а выполняет в основном критическую функцию. На смену фундаменталистической обоснованности, как ведущей ценности в классических представлениях о научном познании все больше выдвигается такая ценность, как эффективность в решении проблем. В качестве эталонов на протяжении развития науки выступали разные области научного знания. «Начала» Евклида долгое время были притягательным эталоном буквально во всех областях знания: в философии, физике, астрономии, медицине и др. Однако сейчас хорошо осознаны границы значимости математики как эталона научности, которые, например, сформулированы так: «В строгом смысле доказательств возможны только в математике, и не потому, что математики умнее других, а потому, что сами создают вселенную для своих опытов, все же остальные вынуждены экспериментировать с Вселенной, созданной не ими». Триумф механики в XVII - начале XIX веках привел к тому, что ее стали рассматривать как идеал, образец научности. Эддингтон говорил, что когда физик стремился объяснить что-либо, «его ухо изо всех сил пыталось уловить шум машины. Человек, который сумел бы сконструировать гравитацию

## Основы научных исследований

из зубчатых колес, был бы героем викторианского века». Начиная с Нового времени, физика утверждалась как эталонная наука. Если сначала в качестве эталона выступила механика, то потом – весь комплекс физического знания. Ориентация на физический идеал в химии была ярко выражена, например, П. Бертелло, в биологии – М. Шлейден, Г. Гельмгольц утверждал, что «конечная цель» всего естествознания – «раствориться в механике». Попытки построения «социальной механики», «социальной физики» и т.п. были многочисленны. Физический идеал научного знания, безусловно доказал свою эвристичность, однако, сегодня ясно, что реализация этого идеала часто тормозит развитие других наук: математики, биологии, социальных наук и др. Помимо социокультурной обусловленности, всякое научное познание, в том числе и гуманитарное, должно характеризоваться внутренней, предметной обусловленностью. Вообще, для классических представлений о науке характерно стремление выделить «эталон научности», к которому должны «подтянуться» все другие области познания. Если в соответствии с классическими представлениями о науке ее выводы должны определяться только самой изучаемой реальностью, то для современной методологии науки характерно принятие и развитие тезиса о социально-культурной обусловленности научного познания.

### 2.2 Функции науки

Непосредственная цель науки – описание, объяснение и предвидение процессов, явлений действительности, которые есть предметом ее изучения, для использования их в практической деятельности человечества. Науку можно рассматривать в разных измерениях:

- как специфическую форму общественного сознания, основу которой составляет система знаний;
- как процесс познания закономерностей объективного мира;
- как определенный вид общественного разделения труда;
- как важный фактор общественного развития и как процесс производства новых знаний и их использование.

Основным содержанием науки есть:

- теория как система знаний, которая выступает в форме общественного сознания и достижений интеллекта человека;
- общественная роль в практическом использовании рекомендаций в производстве как основы развития общества.

Наука в современных условиях исполняет ряд конкретных

## Основы научных исследований

функций:

- познавательную – удовлетворение потребностей людей в познании законов природы, общества и мышления;
- культурно-воспитательную – развитие культуры, формирование интеллекта человека;
- практическую – усовершенствование производства и системы общественных отношений.

Совокупность отдельных, конкретных функций науки формируют основную ее функцию – развитие системы знаний, которые способствуют образованию рациональных общественных отношений и использованию производительных сил в интересах всех членов общества. Научное объяснение явлений природы и общества зафиксированное человеком и получение новых знаний, использование их в практическом освоении мира и является предметом науки: связанные между собой формы развития материи или особенности их отображения в сознании человека. Цель науки – познание законов развития природы и общества, их влияние на природу на основе использования знаний с целью получения полезных для общества результатов.

Перед наукой выдвигаются следующие задания:

- сбор и обобщение фактов (констатация);
- объяснение внешних взаимосвязей явлений (интерпретация);
- объяснение сущности физических явлений, их внутренних взаимосвязей и противоречий (построение моделей);
- прогнозирование процессов и явлений;
- установление возможных форм и направлений практического использования полученных результатов.

Наука как специфическая деятельность характеризуется рядом признаков:

- наличием систематизированных знаний (научных идей, теорий, концепций, законов, закономерностей, принципов, гипотез, понятий, фактов);
- наличием научной проблемы, объекта и предмета исследования;
- практической значимостью как явления (процесса), которое изучается, так и знаний о нем.

В методологии науки выделяются такие функции науки, как описание, объяснение, предвидение, понимание. Однако такое понимание функций науки сформировалось в результате противоборства различных точек зрения в этом вопросе.

Кант основной функцией науки считал предвидение. Он пи-



## Основы научных исследований

сал: «Истинное положительное мышление заключается преимущественно в способности знать, чтобы предвидеть, изучать то, что есть, и отсюда заключать о том, что должно произойти согласно общему положению о неизменности естественных законов». Другая точка зрения развивалась известным философом и физиком Э. Махом. Он отмечал: «Дает ли описание все, что может требовать научный исследователь? Я думаю, что да!». Объяснение и предвидение Мах сводил к описанию. Теория, с его точки зрения, - это как бы спрессованная эмпирия, то есть общее описание массива экспериментальных данных, и между теорией и простым наблюдением нет никакой существенной разницы ни в отношении происхождения, ни в отношении конечного результата. В результате он сделал вывод, что атомно-молекулярная теория есть ничто иное как «мифология природы». Аналогичную позицию занимал в первый период своей научной деятельности и известный химик В. Оствальд. Интересно отметить, что научная деятельность обоих ученых протекала в конце XIX - начале XX века. По этому поводу А. Эйнштейн писал: «Предубеждение этих ученых против атомной теории можно, несомненно, отнести за счет их позитивистской философской установки. Это - интересный пример того, как философские предубеждения мешают правильной интерпретации фактов даже ученым со смелым мышлением и тонкой интуицией. Предрассудок, который сохранился до сих пор, заключается в убеждении, будто факты сами по себе, без свободного теоретического построения, могут и должны привести к научному познанию». Философ Нового времени В. Дильтей, известный своими работами о сущности гуманитарных и естественных наук, считал, что познавательная основная функция наук о природе - это объяснение природы и природных явлений. Однако на самом деле науки о природе также выполняют функцию понимания. Объяснение связано с пониманием, поскольку объяснение аргументировано демонстрирует нам осмысленность существования объекта, а значит, позволяет понять его. Этические нормы не только регулируют применение научных результатов, но и содержатся в самой научной деятельности.

Норвежский философ Г. Скирбекк отмечает: «Будучи деятельностью, направленной на поиск истины, наука регулируется нормами: «ищи истину», «избегай бессмыслицы», «выражайся ясно», «старайся проверять свои гипотезы как можно более основательно» - примерно так выглядят формулировки этих внутренних норм науки». В этом смысле этика содержится в самой науке, и отношения между наукой и этикой не ограничиваются вопросом

## Основы научных исследований

о хорошем или плохом применении научных результатов.

Отдельные нарушения этических норм науки в общем скорее чреваты большими неприятностями для самого нарушителя, чем для науки в целом. Однако если такие нарушения приобретают массовый характер, под угрозой уже оказывается сама наука. К этическим нормам, которые, безусловно, должны выполняться, следует отнести: признание приоритета ученого, открывшего то или иное явление или закономерность, опубликование достоверных экспериментальных результатов, ознакомление широкой научной общественности с деталями эксперимента, используя научные публикации и конференции, полное цитирование предшествующих работ, выполненных по той же проблеме, указание слабых сторон исследования, открытость условий и деталей эксперимента для желающих ознакомиться с ними. Этическая оценка науки сейчас должна быть дифференцированной, относящейся не к науке в целом, а к отдельным направлениям и областям научного знания. Такие морально-этические суждения играют очень конструктивную роль.

Современная наука включает в себя человеческие и социальные взаимодействия, в которые вступают люди по поводу научных знаний. «Чистое» изучение наукой познаваемого объекта - это методологическая абстракция, благодаря которой можно получить упрощенную картину науки. На самом деле объективная логика развития науки реализуется не вне ученого, а в его деятельности. В последнее время социальная ответственность ученого является неотъемлемым компонентом научной деятельности. Эта ответственность оказывается одним из факторов, определяющих тенденции развития науки, отдельных дисциплин и исследовательских направлений. 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 геномной 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. Боль-

## Основы научных исследований

шое 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. Нельзя считать, что этические проблемы являются достоянием лишь некоторых областей науки. Ценностные и этические основания всегда были необходимы для научной деятельности. В современной науке они становятся весьма заметной и неотъемлемой стороной деятельности, что является следствием развития науки как социального института и роста ее роли в жизни общества.



## 3 ПОНЯТИЕ НАУКИ И КЛАССИФИКАЦИЯ НАУК

### 3.1 Понятие науки и научного исследования

Понятие «наука» имеет несколько основных значений. Во-первых, под наукой понимается сфера человеческой деятельности, направленной на выработку и систематизацию новых знаний о природе, обществе, мышлении и познании окружающего мира. Во втором значении наука выступает как результат этой деятельности - система полученных научных знаний. В-третьих, наука понимается как одна из форм общественного сознания, социальный институт. В последнем значении она представляет собой систему взаимосвязей между научными организациями и членами научного сообщества, а также включает системы научной информации, норм и ценностей науки и т.п.

Научное познание – это исследование, которое характерно своими особенными целями, заданиями, методами получения и проверки новых знаний с целью овладения силами природы, познать законы развития общества и поставить их на службу, влиять на движение исторических событий.

Знание – проверенный практикой результат познания действительности, адекватное ее отображение в сознании человека.

Знание – это идеальное отображение в языковой форме обобщенных представлений про закономерные связи объективной реальности мира.

Научное знание может быть относительным и абсолютным.

Относительное знание – знание, которое есть в основном правильным отображением действительности, но отличается некоторым неполным совпадением образа с объектом.

Абсолютное знание – это полное отображение обобщенных представлений об объекте, что обеспечивает абсолютное совпадение образа с объектом. На основе абсолютного знания формируется базовое знание.

Базовое знание – это знание структурных связей и закономерностей развития социальных процессов и явлений. Оно стабильное во времени и трансформируется в конкретные знания в зависимости от содержания решаемых заданий.

Формой развития науки является научное исследование, то есть изучение явлений и процессов, анализ влияния на них различных факторов, а также изучение взаимодействия между явлениями с помощью научных методов с целью получения доказанных и полезных для науки и практики решений с максимальным эффектом.

## Основы научных исследований

Научное исследование – целенаправленное познание, результатом которого выступают система понятий, законом, теорий.

Цель научного исследования – определение конкретного объекта и всесторонне, достоверное изучение его структуры, характеристик, связей на основе научных принципов и методов познания, внедрение в производство полезных результатов.

Различают две формы научных исследований: фундаментальные и прикладные.

Фундаментальные исследования – научная теоретическая и (или) экспериментальная деятельность, нацеленная на получение новых знаний о закономерностях развития и взаимосвязи природы, общества, человека.

Прикладные научные исследования – научная и научно-техническая деятельность, нацеленная на получение и использование знаний для практических целей.

Научные исследования осуществляют для получения научного результата.

Научный результат – новое знание, полученное в процессе фундаментальных или прикладных научных исследований и зафиксированное на носителях научной информации.

Каждое научное исследование имеет объект и предмет.

Объектом научного исследования есть определенная часть действительности – достаточно конкретный предмет или явление, на которое направлена научная деятельность исследователя с целью познания его сущности, закономерностей развития и возможностей использования в практической деятельности.

Процесс выбора объекта исследования сложный, так как значительно влияет на целенаправленность и результативность научного исследования в целом.

Объект исследования имеет особенности, которые непосредственно влияют на организацию и эффективность исследовательской работы, а именно:

- обязательность неизученных качеств объекта на момент возникновения «проблемной ситуации»;
- динамичность объекта исследования;
- раздельность объекта. Любое задание в связи с наличием множества свойств объекта можно разделить на отдельные относительно самостоятельные задания, которые решаются одними или другими методами и средствами в определенном порядке.

Предметом научного исследования могут быть причины возникновения процесса или явления, закономерности его развития, различные свойства, качества и др.



## Основы научных исследований

В процессе научного исследования выделяют такие этапы:

- возникновение идеи;
- формирование понятий, утверждений;
- выдвижение гипотез;
- обобщение научных факторов;
- доказательство правильности гипотез и утверждений.

Основой разработки каждого научного исследования является методология, то есть совокупность методов, способов, приемов и их определенная последовательность, которая приемлема для научного исследования.

Научное исследование должно рассматриваться в постоянном развитии, основываться на связь теории с практикой. В научных исследованиях это решается с помощью различных методов познания (наблюдение, эксперимент).

Научное исследование проводится для объяснения известных и установления новых фактов. Оно приобретает особенной ценности, если на полученных результатах можно обоснованно предвидеть существование новых, еще не открытых фактов.

Непосредственные цели науки - получение знаний об объективном и о субъективном мире, постижение объективной истины.

Задачи науки:

- собирание, описание, анализ, обобщение и объяснение фактов;
- обнаружение законов движения природы, общества, мышления и познания;
- систематизация полученных знаний;
- объяснение сущности явлений и процессов;
- прогнозирование событий, явлений и процессов;
- установление направлений и форм практического использования полученных знаний.

Структура (система) науки может быть представлена по-разному в зависимости от оснований деления составляющих ее элементов. Так, В. Кохановский по одному из оснований деления различает: науку, которая наряду с истинным включает неистинные результаты (религиозные, магические представления, определенные противоречия и парадоксы, личные пристрастия, антипатии, ошибки и т.д.); твердое ядро науки - достоверный, истинный пласт знаний; историю науки; социологию науки.

Науку можно рассматривать как систему, состоящую: из теории; методологии, методики и техники исследований; практики внедрения полученных результатов.



## Основы научных исследований

Если науку рассматривать с точки зрения взаимодействия субъекта и объекта познания, то она включает в себя следующие элементы:

- объект (предмет) - то, что изучает конкретная наука, на что направлено научное познание. Например, объектом (предметом) теории государства и права являются основные закономерности возникновения и развития государства и права, их сущность, назначение и функционирование в обществе, а также особенности правового сознания;
- субъект - конкретный исследователь, научный работник, специалист научной организации, организация;
- научная деятельность субъектов, применяющих определенные приемы, операции, методы для постижения объективной истины и обнаружения законов действительности.

### 3.2 Классификация наук

Наибольшую известность получила классификация наук, данная Ф. Энгельсом в «Диалектике природы». Исходя из развития движущейся материи от низшего к высшему, он выделил механику, физику, химию,

биологию, социальные науки. На этом же принципе субординации форм движения материи основана классификация наук Б. Кедрова. Он различал шесть основных форм движения материи: субатомнофизическую, химическую, молекулярно-физическую, геологическую, биологическую и социальную.

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

- о природе - естественные;
- об обществе - гуманитарные и социальные;
- о мышлении и познании - логика, гносеология, эпистемология и др. В Классификаторе направлений и специальностей высшего профессионального образования с перечнем магистерских программ (специализаций), разработанных научно-методическими советами - отделениями УМО по направлениям образования выделены:
  - естественные науки и математика (механика, физика, химия, биология, почвоведение, география, гидрометеорология, геология, экология и др.);
  - гуманитарные и социально-экономические науки (культурология, теология, филология, философия, лингвистика, журналистика, книговедение, история, политология, психология, социальная работа, социология, регионоведение, менеджмент, эконо-



## Основы научных исследований

мика, искусство, физическая культура, коммерция, агроэкономика, статистика, искусство, юриспруденция и др.);

- технические науки (строительство, полиграфия, телекоммуникации, металлургия, горное дело, электроника и микроэлектроника, геодезия, радиотехника, архитектура и др.);

- сельскохозяйственные науки (агрономия, зоотехника, ветеринария, агроинженерия, лесное дело, рыболовство и др.) .

Обратим внимание на то, что в этом Классификаторе технические и сельскохозяйственные науки выделены в отдельные группы, а математика не отнесена к естественным наукам.

Некоторые ученые не считают философию наукой (только наукой) либо ставят ее в один ряд с естественными, техническими и общественными науками. Это объясняется тем, что она рассматривается ими как мировоззрение, знание о мире в целом, методология познания либо как наука всех наук. Философия, по их мнению, не направлена на собирание, анализ и обобщение фактов, обнаружение законов движения действительности, она лишь пользуется достижениями конкретных наук. Оставив в стороне спор о соотношении философии и науки, отметим, что философия все же является наукой, обладающей своими предметом и методами исследования всеобщих законов и характеристик всего бесконечного в пространстве и времени объективного материального мира. В Номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Министерством науки и технологий РФ 25 января 2000 г., указаны следующие отрасли науки: физико-математические, химические, биологические, геолого-минералогические, технические, сельскохозяйственные, исторические, экономические, философские, филологические, географические, юридические, педагогические, медицинские, фармацевтические, ветеринарные, искусствоведение, архитектура, психологические, социологические, политические, культурология и науки о земле .

Каждая из названных групп наук может быть подвергнута дальнейшему членению. Существуют и другие классификации наук. Например, в зависимости от связи с практикой науки делят на фундаментальные (теоретические), которые выясняют основные законы объективного и субъективного мира и прямо не ориентированы на практику, и прикладные, которые направлены на решение технических, производственных, социально- технических проблем.

Оригинальную классификацию наук предложил Л.Г. Джахая. Разделив науки о природе, обществе и познании на

## Основы научных исследований

теоретические и прикладные, он внутри этой классификации выделил философию, основные науки и отпочковавшиеся от них частные науки. Например, к основным теоретическим наукам об обществе он отнес историю, политэкономия, правоведение, этику, искусствоведение, языкознание. Эти науки имеют более дробное деление, например, история делится на этнографию, археологию и всемирную историю. Кроме того, он дал классификацию так называемых «стыковых» наук:

- промежуточные науки, возникшие на границе двух соседствующих наук (например, математическая логика, физическая химия);
- скрещенные науки, которые образовались путем соединения принципов и методов двух отдаленных друг от друга наук (например, геофизика, экономическая география);
- комплексные науки, которые образовались путем скрещивания ряда
- теоретических наук (например, океанология, кибернетика, науковедение).

В статистических сборниках обычно выделяют следующие секторы науки: академический, отраслевой, вузовский и заводской.

Науковедение – это наука, которая изучает закономерности развития науки, структуру и динамику научного знания и научной деятельности, взаимодействие науки с другими социальными институтами и сферами материальной и духовной жизни общества.

Приблизительно в 30-е годы XX века начала формироваться проблематика науковедения и лишь в 60-е годы этого же века наука о науке сформировалась как отдельная отрасль, когда четко определился предмет и задания науковедения.

На данный момент в науковедении четко определены основные разделы знаний о науке. Их характеристика приведена в таблице

Основными заданиями науковедения есть:

- изучение законов и тенденций развития науки;
- анализ взаимодействия наук;
- прогноз развития науки;
- проблемы научного знания и научного творчества;
- организация науки и управление ее развитием.

Одним из основных заданий науковедения есть разработка классификации наук, которая определяем место каждой науки в общей системе научных знаний и взаимосвязь всех наук.

Основы научных исследований

Таблица 5 - Разделы науковедения и их характеристика

№	Разделы	Элементы науковедения
1	2	3
1	Общая теория науки	Разработка концепции науки, основных направлений ее развития, методологии
2	История науки	Исследование динамического процесса накопления научных знаний, выявление закономерностей развития науки
3	Социология науки	Анализ взаимодействия науки и общества в различных социально-экономических формациях, исследование социальных функций и отношений людей в процессе научных исследований
4	Экономика науки	Изучение экономических особенностей развития и использования науки, критериев экономической эффективности научных исследований
5	Политика и наука	Изучение направлений науки с учетом объективных условий, потребностей общества и общей политики государства
6	Теория научного прогнозирования, планирования и управления научными исследованиями	Разработка стратегии науки на будущее, планирование материального обеспечения и организации научных исследований
7	Методология науки	Исследование систем в науке, построение моделей науки и различных видов научной деятельности
8	Организация труда, психология, этика и эстетика научной деятельности	Разработка системы организации труда ученых, изучение психологических, этических и эстетических факторов научной деятельности (интересы, эмоции, индивидуальные особенности ученых)
9	Наука и право	Исследование и нормальное обеспечение взаимоотношений между научными коллективами и их сотрудниками, разработка системы международных и государственных законов о науке
10	Язык науки	Разработка международных и национальных систем понятий и терминологии, особенностей стиля изложения результатов научных исследований
11	Классификация наук	Разработка международных и национальных систем классификации наук

## Основы научных исследований

Современная классификация наук выражает взаимосвязь естественных, технических, гуманитарных наук и философии. В основе такой классификации лежат специфические особенности изучения разными науками объектов материального мира.

В зависимости от характера направленности и непосредственного отношения к практике, науки принято разделять на фундаментальные и прикладные.

Заданием фундаментальных наук есть познание законов, которые управляют поведением и взаимодействием базисных структур природы и общества. Сфера проведения фундаментальных исследований включает много отраслей наук. К ним относятся: значительная группа физико-технических и математических наук (математика, ядерная физика, физика плазмы и физика низких температур, кибернетика); химия и биология; значительная группа наук о Земле (геология, геофизика, физика атмосферы, воды и суши); социальные науки.

Фундаментальные науки разделяются на свободные (чистые) и целенаправленные.

Свободные (чистые) исследования, как правило, имеют индивидуальный характер и возглавляются признанным ученым – руководителем работы. Характерной особенностью этих исследований есть то, что они наперед не определяют определенных целей, хотя в принципе ориентированы на получение новых знаний и более глубокое понимание окружающего мира.

Целенаправленные исследования имеют отношение к определенному объекту и проводятся с целью расширения знаний о глубинных процессах и явлениях, которые происходят в природе, обществе, без учета возможных отраслей их применения.

И свободные, и целенаправленные исследования могут быть поисковыми. Что касается прикладных наук, то их непосредственная цель состоит в применении результатов прикладных наук при решении познавательных и социально-практических проблем.

Прикладные науки могут развиваться с преобладанием как теоретической, так и практической проблематики.

Науку как систему в целом условно разделяют на естественные и социально-философские науки. Первые изучают законы и явления окружающего мира и включают: физику, химию, биологию, математику. Другие – закономерности развития общества. К ним относятся – история, политология, философия, экономическая теория, основы менеджмента.

В процессе развития научного познания природы, общества

## Основы научных исследований

и мышления наблюдалось изменение лидеров науки.

Как известно, научное знание зародилось в древние времена в форме натурфилософии, и естественно, что лидером совокупности наук была философия, под эгидой которой и развивалось зарождение научных знаний.

В средневековье лидером наук стали теологические, под эгидой которых развивалось религиозное мировоззрение.

В эпоху Возрождения в странах Западной Европы возникла истинная наука в виде природоведения. В этот же период интенсивно накапливаются факты механического, физического и химического характера, конструирование новых инструментов и разработка нового экспериментального метода исследований явлений природы; значительные географические открытия и др.

Естественные науки с этого времени в своей совокупности стают лидером всего научного движения как в материальном так и в духовном аспектах.

Уже в середине XIX века лидирующие позиции занимают экономические и социальные науки. Возрастает количество гуманитарных заведений. То есть, смену глобальных лидеров в научном движении можно показать цепочкой: философия ---теология--природоведение---гуманитарные науки.

Таким образом, развитие научных знаний – это движение от неразделенной науки Древнего мира к сложной системе специализированных знаний у всех сферах человеческой деятельности. Классификация наук осуществляется вместе с формированием научных знаний.

Высшей аттестационной комиссией (ВАК) с соглашением министерства образования и науки утверждена такая Национальная классификация наук:

01. Физико-математические науки
02. Химические науки
03. Биологические
04. Геологические
05. Технические
06. Сельскохозяйственные
07. Исторические
08. Экономические
09. Философские
10. Филологические
11. Географические
12. Юридические
13. Педагогические

## Основы научных исследований

14. Медицинские
15. Фармацевтические
16. Ветеринарные
17. Искусствоведение
18. Архитектура
19. Психологические
20. Военные
21. Национальная безопасность
22. Социологические
23. Политические
24. Физическое воспитание и спорт
25. Государственное управление

Каждая из этих наук включает несколько групп.

Оформление науки как социального института, произошло лишь в начале XVIII века, когда в Европе были созданы научные общества и академии, а также начали издаваться научные журналы.

Основным заданием высшей школы в современных условиях есть подготовка всесторонне развитых, способных постоянно учиться, пополнять и углублять свои знания специалистов.

Сущность образования – научить думать, самостоятельно учиться, адаптироваться к обществу, которое изменяется, повышать свой теоретический и профессиональный уровень.

### 3.3 Научные учреждения и кадры

В нашей стране научные исследования ведутся в научных организациях:

- научно-исследовательские институты;
- высшие учебные заведения (вузы);
- научно-исследовательские институты, подчиненные отраслевым министерствам.
- проектно-конструкторские и технологические институты, лаборатории, обсерватории, опытные станции, полигоны, ботанические сады и заповедники, музеи, библиотеки, архивы и др. учреждения, подчиненные различным ведомствам.

Важным преимуществом вузов в вопросах выполнения НИР является наличие комплекса специалистов, что позволяет проводить крупные научные исследования на стыках научных дисциплин. Кроме того, вузы имеют больше возможностей отобрать и привлечь к научной работе талантливую молодежь.

Основным структурным подразделением вуза, осуществля-



## Основы научных исследований

ющим учебную и научную работу, является кафедра. Научными подразделениями вуза руководит научно-исследовательский сектор или отдел.

Проблемные лаборатории создаются для решения актуальных проблем науки и техники.

Отраслевые лаборатории выполняют конкретные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заказу заинтересованных министерств и ведомств.

К научным кадрам или научным работникам относят лиц, имеющих высшее образование и ведущих научно-исследовательскую или научно-педагогическую работу по утвержденному в установленном порядке плану.

Научным работникам, успешно выполняющим в соответствии с установленными требованиями научную и педагогическую работу, присваивают ученые степени и ученые звания.

В России установлены две ученые степени – кандидат наук и доктор наук. Они присуждаются ученым после успешной защиты диссертации, содержащей результаты самостоятельной НИР соискателя ученой степени.

Ученые звания – академик, действительный член и член-корреспондент отраслевых академий, профессор, доцент, старший и младший научный сотрудник, ассистент.

Ученые звания присваивают лицам, которые занимают должности, соответствующие званиям, и успешно выполняют обязанности, установленные для этих должностей. При этом в первую очередь учитываются результаты научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности научного работника.

Основной формой подготовки научных кадров является аспирантура. Более 70% научных работников прошли аспирантскую подготовку.

Аспирантура организуется при научных учреждениях, вузах, НИИ и других учреждениях, которые располагают высококвалифицированными кадрами научных руководителей, научно-лабораторной и экспериментальной базой, позволяющей проводить исследования на современном уровне. Аспиранты работают под руководством научных руководителей по избранной теме, являющейся составной частью работ, выполняющихся в научном учреждении.

Подготовка докторов наук осуществляется, как правило, без отрыва соискателя от основной работы.

Научных и научно-педагогических работников избирают на

## Основы научных исследований

вакантные должности, соответствующие их ученому званию, по конкурсу на Совете научного учреждения путем тайного голосования и через определенное время переизбирают. Избрание и переизбрание по конкурсу является одной из форм аттестации научных и научно-педагогических кадров. Перед переизбранием на новый срок ученый или преподаватель вуза отчитывается о своей работе за время пребывания его в этой должности после последних выборов.



## 4 ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 4.1 Организационная структура и тенденции развития науки в России

С 2005 года заметно усилилось внимание органов государственной власти к научно-технической и инновационной сфере. 14 сентября 2006 года Постановлением Правительства РФ № 563 создана Правительственная комиссия по вопросам развития промышленности и технологий. Появление данного органа вполне логично ввиду проведенных за последние 2 года масштабных изменений, главным образом, в плане организации инновационных процессов в РФ (появление государственных и смешанных фондов (венчурных, инвестиционных), способствующих внедрению научных разработок, создание особых экономических зон технико-внедренческого типа и т.п.). Главной задачей новой комиссии является «обеспечение взаимодействия органов исполнительной власти по разработке и реализации основных направлений государственной политики по вопросам, касающимся увеличения темпов экономического роста, диверсификации структуры промышленного производства, повышения конкурентоспособности отечественной продукции, развития научно-технического и инновационного потенциала страны, качественного изменения структуры экспорта»

Создание комиссии, а также широкий круг вопросов, касающихся сферы науки и инноваций, входящий в ее компетенцию, свидетельствует о намерении Правительства качественно изменить структуру российской экономики, сделав развитие высокотехнологичных отраслей основой экономического роста государства. На сегодняшний день основную долю в ВВП России составляют такие отрасли, как топливная промышленность, черная и цветная металлургия, химия и нефтехимия, металлообработка. При этом главным фактором экономического роста стали цены на нефть, которые росли в течение последних трех с половиной лет. Рекордные цены на нефть гарантируют нам высокие показатели экономического роста, однако не позволяют реально судить о его качестве. В этом смысле формируемый Стабилизационный фонд есть не что иное, как инструмент, сдерживающий инфляционные процессы в стране. С другой стороны, именно высокие цены на энергоносители сегодня дают возможность изменить структуру российской экономики, сделав акцент на развитии высокотехнологичных отраслей. Для этого на государственном уровне необходимо принимать меры, которые бы способствовали коммерциали-

## Основы научных исследований

зации научных разработок. Именно этап внедрения является в России сегодня наиболее проблематичным. Возможная причина этого кроется в организационной структуре современной российской науки.

На сегодняшний день организационная структура сферы науки и инноваций может быть представлена на рисунке 2.

Как уже было отмечено, 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. В условиях необходимости сохранения целостности государства и стабилизации экономики в первой половине 90-х годов XX века создание этих фондов явилось единственной мерой, предпринятой для поддержки проводимых научных исследований и для содействия внедрению их результатов.

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». Одним из важных направлений в работе РФФИ является создание баз данных по научным разработкам и предоставление информации о них заинтересованным сторонам. РГНФ выделился из состава РФФИ в 1994 году.

Начиная с 2001 года, его размер финансирования вырос с 0,5 до 1,5% средств, направляемых на науку из федерального бюджета. Фонд оказывает финансовую поддержку высокоэффективным наукоемким проектам, разрабатываемым малыми предприятиями. Финансирование проектов осуществляется на пари-



## Основы научных исследований

тетной основе с малыми инновационными предприятиями. Отбор проектов, поддерживаемых фондами РАН, проводится на конкурсной основе.

Другим не менее важным органом сферы науки и инноваций ввиду последних изменений является Министерство экономического развития и торговли (МЭРТ), которое сосредотачивает внимание на этапе внедрения разработок, осуществляя инвестирование в инновационные проекты.

В рамках МЭРТ недавно образовано Федеральное агентство по управлению особыми экономическими зонами, которое также занимается Инвестиционным фондом РФ. Среди уже созданных и создаваемых типов особых экономических зон (ОЭЗ) в рамках рассматриваемой нами темы важно выделить технико-внедренческие ОЭЗ. К настоящему моменту созданы четыре таких зоны в различных субъектах РФ, имеющие свою специализацию:

- в Дубне — исследования в области ядерных технологий;
- в Зеленограде - микроэлектроника;
- в Санкт-Петербурге - информационные технологии;
- в Томске - новые материалы.

Целью создания ОЭЗ технико-внедренческого типа является государственная поддержка инновационных предприятий путем предоставления резидентам ОЭЗ налоговых льгот и упрощения таможенного режима. При этом государство берет на себя обязательство по строительству инфраструктуры ОЭЗ. Порядок финансирования создания ОЭЗ устанавливается Соглашением между Правительством РФ в лице МЭРТ, субъектом РФ и администрацией города, на территории которого создана ОЭЗ. Необходимо отметить, что срок действия ОЭЗ составляет 20 лет. Основное требование, которое предъявляется к компаниям, которые желают стать резидентами технико-внедренческой ОЭЗ, — технико-внедренческий характер их деятельности на территории такой ОЭЗ. Весной 2006 года начался прием заявок от компаний, изъявивших намерение стать резидентами данных ОЭЗ, однако, вопреки ожиданиям федеральных и стараниям местных властей, в ОЭЗ технико-внедренческого типа сейчас зарегистрировано лишь 7 резидентов.

Другой мерой государства, направленной на качественное изменение структуры экономики России должен стать Инвестиционный фонд РФ. Он является одним из объектов государственной поддержки при реализации инвестиционных проектов. В свою очередь, для инвестирования именно в инновационные проекты, совсем недавно было создано ОАО «Российская венчурная компа-

## Основы научных исследований

ния» (ОАО «РВК»). Интересно, что создание компании финансируется за счет средств Инвестиционного фонда РФ. При этом в Положении об Инвестиционном фонде РФ четко определены критерии, которым должны соответствовать проекты, претендующие на финансирование за счет средств фонда. ОАО «РВК» не соответствует данным критериям. В частности, это касается необходимости прохождения процедуры отбора проектов, предоставления 25% средств, необходимых для реализации проекта, участвующими в нем коммерческими организациями. Ответственность за создание данного акционерного общества возлагается на МЭРТ, а именно — ему необходимо обеспечить увеличение уставного капитала компании, а также «утвердить правила проведения конкурсного отбора кандидатов в члены совета директоров общества.

На сегодняшний день официально созданы и определены управляющие компании пяти региональных венчурных фондов в Москве, республике Татарстан, Пермском крае, Красноярском крае, Томской области. На эти цели из федерального бюджета выделяется 1020 млн. рублей. Цель, которую ставит перед собой Правительство, реализуя данные меры, — создание венчурной индустрии в России для реализации приоритетных инновационных проектов путем привлечения частного капитала, так как это наиболее выгодный инструмент для поддержки идей малых инновационных предприятий. Однако условия функционирования фондов (высокий уровень контроля ЗПИФ со стороны ФСФР, жесткие требования к управляющей компании, в частности, продолжительный срок ее функционирования на данном рынке в России, ориентация МЭРТ на стабильную, невысокую норму доходности) скорее свидетельствуют о намерении Правительства развивать инвестиционные проекты, реализуемые стабильными российскими компаниями. Поэтому необходимо четко разграничивать обычные и венчурные инвестиции и способствовать развитию первых, если государство стремится получить значительный экономический эффект от инноваций.

Одна из отраслей, на которую Правительство делает ставку, создавая «новую» экономику, — отрасль информационных технологий. Это понятно, ввиду темпов роста, демонстрируемых в последнее время как мировой, так и отечественной ИТ-отраслью. С другой стороны, организация компаний данной отрасли не требует значительных вложений государственного и частного капитала, к тому же уже на данном этапе имеются российские компании, известные на мировом рынке. Примером может служить



## Основы научных исследований

Компания «Лаборатория Касперского». Сегодня это «международная группа компаний с центральным офисом в Москве и представительствами в Великобритании, Китае, Франции, США, Германии, Румынии, Японии, Южной Корее, Нидерландах и Польше. Партнерская сеть Компании объединяет более 500 компаний более чем в 60 странах мира». Однако это пример отдельных крупных компаний, и он не характеризует отрасль ИКТ в целом, которая представлена в основном компаниями с оборотом менее 1 млн. долларов. Эти компании функционируют в условиях жесткой конкуренции с западными корпорациями, поэтому им необходима государственная поддержка. Для получения положительного экономического эффекта действенными мерами были бы предоставление компаниям IT-отрасли налоговых льгот и снижение административных барьеров (в частности, упрощение процесса лицензирования отдельных видов деятельности и ведения экспортно-импортной деятельности).

При этом Правительство предпринимает другие шаги, которые, возможно, будут стимулировать развитие отрасли увеличению доли российской IT-продукции на мировом рынке. Другой мерой государственной поддержки отрасли является формирование ОАО «Российский инвестиционный фонд информационно-коммуникационных технологий» (ОАО «РИФ ИКТ»). Цель, которую ставит Правительство, создавая данный фонд, — поддержка реализации инновационных проектов IT-отрасли. Данный фонд должен стать толчком для обеспечения постоянного притока частных инвестиций в данную отрасль. Как ни странно, финансирование создания фонда, как и в случае с ОАО «РВК», осуществляется за счет Инвестиционного фонда РФ, отменяя при этом ряд требований для проектов, финансируемых за счет него. Наконец, еще одним шагом государства для реализации разработок IT-компаний стала одобренная Правительством государственная программа «Создание в Российской Федерации технопарков в сфере высоких технологий». Действующие до настоящего времени технопарки были созданы в разных отраслях экономики благодаря частным инициативам.

Несмотря на то, что Министерство экономического развития и торговли и Министерство информационных технологий и связи РФ обладают достаточно широким кругом полномочий при реализации государственной политики в научно-технической и инновационной сфере, основным органом, разрабатывающим и реализующим политику государства в этой сфере, является Министерство образования и науки РФ и, в частности, Федеральное агентство



по науке и инновациям.

Одним из наиболее старых инструментов поддержки научной сферы, реализуемых в рамках данного министерства, является создание наукоградов на территории РФ. Федеральный закон, определяющий статус наукограда, был принят еще в 1999 году. В условиях посткризисного состояния экономики, по нашему мнению, это была единственно возможная на тот момент мера поддержки науки в целях сохранения научного потенциала и обеспечения стратегических целей государства. Решение проблем экономической и социальной сфер, которое имело первостепенное значение на том этапе, отсутствие финансовых средств у государства, гигантский объем внешнего долга РФ, накопленный к тому моменту, — все это и многое другое отодвигало на второй план решение глубинных проблем науки. При этом нельзя было забывать о сохранении государственной безопасности. Таким образом, принятие закона о статусе наукограда и присвоение определенным территориям РФ этого статуса было формальной мерой на тот момент, способствующей сохранению старых научных центров. На том этапе развития выбор территорий для присвоения статуса определялся, на наш взгляд, в первую очередь, специализацией научной деятельности территорий и ее соответствием стратегическим целям обороны государства еще с советских времен. Во вторую очередь, там имелась уникальная технологическая база, что не требовало от государства вложения средств для строительства инфраструктуры. Таким образом, наукограды позволили сохранить имеющийся научный потенциал некоторых территорий и стали инструментом обеспечения государственных интересов в научно-технической сфере.

Можно говорить о том, что лишь на современном этапе развития наукоград окончательно стал реально функционирующим инструментом развития стратегических направлений науки. С 2003 года статус наукограда был присвоен новым территориям, при этом было уточнено само понятие наукограда РФ. С 1 января 2006 года наукоград — «муниципальное образование со статусом городского округа, имеющее высокий научно-технический потенциал, с градообразующим научно-производственным комплексом».

Во-первых, как уже было отмечено, наукограды стали и являются в настоящее время научными центрами, обеспечивающими реализацию стратегических целей государства, в том числе повышения обороноспособности, укрепления продовольственной безопасности, поиска новых видов лекарственных средств.

## Основы научных исследований

Во-вторых, при выборе территорий, которым был присвоен статус наукограда, приоритет отдавался тем территориям, которые являлись старыми советскими научными центрами и сохранили свой потенциал. Данная тенденция при реализации государством политики в сфере науки и инноваций сохраняется и сегодня, причем не только применительно к наукоградом, но и к технико-внедренческим особым экономическим зонам. К примеру, Томск, где создана ОЭЗ такого типа, являлся российским научным центром еще в 19 веке. Императорский Томский университет был основан в 1878 году и был первым вузом в Сибири и на Дальнем Востоке. Томский государственный университет активно участвует в конкурсах на получение грантов РФФИ и РГНФ (за последние 5 лет были выполнены более 500 исследований) и является лидером среди российских вузов по числу лауреатов различных премий и наград.

В-третьих, следует отметить тенденцию последних двух лет, проявляющуюся в широком размахе государственной кампании по развитию научно-технической и инновационной сферы России. Это подтверждается анализом государственных мероприятий, представленным в первой части данной работы.

В-четвертых, проводимая государственная научно-техническая и инновационная политика несбалансированна по территориальному признаку. Так, можно выделить 2-3 региона, где государство сконцентрировало свои усилия. В Европейской части России — это Москва и Московская область, в Сибири и на Дальнем Востоке, что представляет собой 2/3 территории России, — это Новосибирская и Томская области. Урал остался практически не охваченным в этом плане. К примеру, лишь в Пермском крае реализуются государственные мероприятия по развитию инновационной среды. Там создаются 2 венчурных фонда, при этом один — по инициативе АФК «Система». Такая ситуация вызывает недовольство, например, в Свердловской области, где недавно прекратил существование Уральский венчурный фонд. При этом потенциально приоритетными научными центрами могут быть многие территории РФ, где велись значительные научные исследования во времена СССР (г. Саров Нижегородской области, г. Железногорск Красноярского края). Складывается впечатление, что меры, предпринимаемые сегодня нашим Правительством, направлены на поддержку отдельных научных центров и территорий. То, как будут реализованы эти меры, во многом определит возможные пути развития. Первый вариант развития событий может привести к появлению незначительного числа крупных науч-

## Основы научных исследований

ных центров, которые, при грамотном управлении, смогут стать «локомотивами» научно-технического прогресса и обеспечат реализацию целей государства по построению «новой» экономики и полноценной общенациональной инновационной среды. При втором варианте развития приоритетная государственная поддержка отдельных научных центров может привести к появлению разрыва между ними и остальными центрами, которые вряд ли будут получать подобную поддержку. Возможным итогом станет либо исчезновение последних, либо, что гораздо хуже, необоснованная трата ресурсов на них без получения какого-либо экономического, научного эффекта. В результате, наши стремления построить инновационную экономику так и останутся лишь стремлениями, о которых мы сможем судить лишь по архивным документам.

Таким образом, нами изложены последние меры, проведенные государством в сфере науки и инноваций, определены тенденции и возможные варианты ее развития. К сожалению, за грандиозностью проводимых мероприятий, государство часто не замечает небольших недоработок, которые становятся значительными барьерами, тормозящими процесс построения полноценной инновационной среды в России. Каковы же все-таки будут результаты предпринимаемых сегодня государственных мер, мы сможем увидеть и оценить их лишь спустя несколько лет. Действующие и потенциальные наукограды РФ представлены в таблице 6

## Основы научных исследований

Таблица 6

Наукоград РФ		Дата присвоения статуса	Специализация
Населенный пункт	Субъект РФ		
<b>Присвоен статус наукограда РФ</b>			
Обнинск	Калужская область	06.05.2000	Атомные исследования, новые материалы
Дубна	Московская область	20.12.2001	Ядерные исследования
Королев	Московская область	16.09.2002	Авиакосмическая отрасль
Кольцово	Новосибирская область	11.01.2003	Биоинженерия, вирусная биология
Мичуринск	Тамбовская область	04.11.2003	Генетика, селекция, биохимия растений, исследования в АПК
Фрязино	Московская область	29.12.2003	Электроника гражданского и оборонного назначения
Реутов	Московская область	29.12.2003	Аэрокосмические системы и технологии, альтернативная электроэнергетика
Петергоф	г. Санкт-Петербург	23.07.2005	Электроника, связь, экология, молекулярная и клеточная биология, военная техника
Пущино	Московская область	27.10.2005	Биологические исследования
Бийск	Алтайский край	21.11.2005	Военно-космическая химия
<b>Завершается присвоение статуса наукограда РФ</b>			
Жуковский	Московская область		Авиастроение
Троицк	Московская область		Авиакосмическая отрасль, ядерный комплекс
Димитровград	Ульяновская область		Ядерный комплекс, атомная энергетика
<b>Планируется присвоить статус наукограда РФ в ближайшее время</b>			
Ковров	Владимирская область		Машиностроение, вооружение
Северск	Томская область		ЗАТО
Сосновый Бор	Ленинградская область		Электроэнергетика, ядерный комплекс
Черноголовка	Московская область		Физика, химия, минералогия и биология

#### 4.2 Приоритетные направления развития науки и техники

Важнейшим условием реализации эффективной государственной научно-технической политики является концентрация научного потенциала, финансовых и материально-технических

## Основы научных исследований

ресурсов на приоритетных направлениях развития науки и техники.

Под приоритетными направлениями развития науки и техники понимаются основные области исследований и разработок, реализация которых должна обеспечить значительный вклад в социально-экономическое и научно-техническое развитие страны и в достижение за счет этого национальных социально-экономических целей. Приоритетные направления представлены в таблице 7.

В каждом из приоритетных направлений развития науки и техники можно выделить некоторую совокупность критических технологий. Под критическими технологиями понимаются такие технологии, которые носят межотраслевой характер, создают существенные предпосылки для развития многих технологических областей или направлений исследований и разработок и дают в совокупности главный вклад в решение ключевых проблем реализации приоритетных направлений развития науки и техники.

Таблица 7 - Приоритетные направления развития науки и техники

1. Информационные технологии и электроника

(В основу данного классификатора положен перечень, утвержденный Постановлением Правительства РФ 21 июля 1996 г. № 2727/п-П8)

- 1.1. Многопроцессорные ЭВМ с параллельной структурой
- 1.2. Вычислительные системы на базе нейрокомпьютеров, транспьютеров и оптических ЭВМ
- 1.3. Системы распознавания и синтеза речи, текста и изображений
- 1.4. Системы искусственного интеллекта и виртуальной реальности
- 1.5. Информационно-телекоммуникационные системы
- 1.6. Системы математического моделирования
- 1.7. Микросистемная техника и микросенсорика

## Основы научных исследований

- 1.8. Сверхбольшие интегральные схемы и наноэлектроника
- 1.9. Опто- и акустоэлектроника
- 1.10. Криоэлектроника
  
2. Производственные технологии
  - 2.1. Лазерные технологии
  - 2.2. Прецизионные и механические технологии
  - 2.3. Робототехнические системы и микромашины
  - 2.4. Электронно-ионно-плазменные технологии
  - 2.5. Гибкие производственные системы
  - 2.6. Интеллектуальные системы автоматизированного проектирования и управления
  - 2.7. Технологии ускоренной оценки и комплексного освоения стратегически важного горнорудного (алмазы, золото, платина) и техногенного сырья
  - 2.8. Технологии глубокой переработки горнорудного и техногенного сырья с использованием нетрадиционных методов
  - 2.9. Модульные технологии производства массовой металлопродукции с новым уровнем свойств
  
3. Новые материалы и химические продукты
  - 3.1. Материалы для микро- и наноэлектроники
  - 3.2. Композиты и полимеры
  - 3.3. Керамические материалы и нанокерамика

## Основы научных исследований

- 3.4. Материалы и сплавы со специальными свойствами
- 3.5. Сверхтвердые материалы
- 3.6. Катализаторы
- 3.7. Мембраны
- 3.8. Дизайн химических продуктов и материалов с заданными свойствами
  
- 4. Технологии живых систем
  - 4.1. Биополимеры клетки
  - 4.2. Генодиагностика и генотерапия
  - 4.3. Биотехнологии на основе биоинженерии
  - 4.4. Технологии иммунокоррекции
  - 4.5. Химический и биологический синтез лекарственных средств и пищевых продуктов
  - 4.6. Системы жизнеобеспечения и защиты человека в экстремальных условиях
  - 4.7. Белковые препараты и композиты с заданными функциональными свойствами
  - 4.8. Трансгенные формы растений и животных
  - 4.9. Рекомбинантные вакцины
  - 4.10. Биологические средства питания и защиты растений и животных
  - 4.11. Биотехнологические процессы производства и переработки сельскохозяйственного сырья
  - 4.12. Технологии хранения продовольствия

4.13. Технологии искусственного выращивания ценных пород аквакультуры

4.14. Технологии, обеспечивающие безопасность пищевых продуктов функционального назначения

## 5. Транспорт

5.1. Авиационная и космическая техника с использованием новых технологических решений, включая нетрадиционные компоновочные схемы

5.2. Транспортные средства на альтернативных видах топлива

5.3. Высокоскоростной наземный транспорт на новых принципах движения

5.4. Навигационные системы

5.5. Системы обеспечения безопасности движения

## 6. Топливо и энергетика

6.1. Технологии изучения недр, прогнозирования, поиска, разведки запасов горючих полезных ископаемых и урана

6.2. Технологии разрушения горных пород, проходки горных выработок и бурения нефтяных и газовых скважин

6.3. Технологии воздействия на нефтегазовые пласты

6.4. Нетрадиционные технологии добычи и переработки твердых топлив и урана

6.5. Технологии освоения углеводородов континентального шельфа

6.6. Технологии углубленной переработки нефти, газа и конденсата

- 6.7. Атомная энергетика
- 6.8. Процессы трансформации твердого топлива в электрическую и тепловую энергию
- 6.9. Парогазовые и газотурбинные процессы трансформации природного газа в электрическую и тепловую энергию
- 6.10. Технологии регенерации отработавшего ядерного топлива, утилизации и захоронения радиоактивных отходов
- 6.11. Технологии освоения нетрадиционных возобновляемых источников энергии (солнца, ветра, биомассы и др.), а также вторичных энергоресурсов
- 6.12. Технологии электронного переноса энергии
- 6.13. Трубопроводный транспорт угольной суспензии
- 6.14. Водородная энергетика
- 6.15. Топливные элементы
- 6.16. Энергосберегающие технологии межотраслевого применения
  
- 7. Экология и рациональное природопользование
- 7.1. Технологии мониторинга природно-техногенной сферы
- 7.2. Технологии прогнозирования развития климатических, экосистемных, горногеологических и ресурсных изменений
- 7.3. Технологии обеспечения безопасности продукции, производства и объектов
- 7.4. Технологии неистощительного природопользования
- 7.5. Технологии реабилитации окружающей среды от техногенных воздействий.

7.6. Технологии минимизации экологических последствий трансграничных воздействий.

### **Перечень критических технологий Российской Федерации**

1. Базовые и критические военные, специальные и промышленные технологии
- 2.Биоинформационные технологии
- 3.Биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные технологии
4. Биомедицинские и ветеринарные технологии жизнеобеспечения и защиты человека и животных
5. Геномные и постгеномные технологии создания лекарственных средств
- 6.Клеточные технологии
- 7.Нанотехнологии и наноматериалы
8. Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом
9. Технологии биоинженерии
- 10.Технологии водородной энергетики
11. Технологии механотроники и создания микросистемной техники
12. Технологии мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы и гидросферы
13. Технологии новых и возобновляемых источников энергии
14. Технологии обеспечения защиты и жизнедеятельности населения и опасных объектов при угрозах террористических проявлений
15. Технологии обработки, хранения, передачи и защиты информации
16. Технологии оценки ресурсов и прогнозирования состояния литосферы и биосферы
17. Технологии переработки и утилизации техногенных образований и отходов
18. Технологии производства программного обеспечения
19. Технологии производства топлив и энергии из органического сырья
20. Технологии распределенных вычислений и систем
21. Технологии снижения риска и уменьшения последствий

## Основы научных исследований

природных и техногенных катастроф

22. Технологии создания биосовместимых материалов
23. Технологии создания интеллектуальных систем навигации и управления
24. Технологии создания и обработки композиционных и керамических материалов
25. Технологии создания и обработки кристаллических материалов
26. Технологии создания и обработки полимеров и эластомеров
27. Технологии создания и управления новыми видами транспортных систем
28. Технологии создания мембран и каталитических систем
29. Технологии создания новых поколений ракетно-космической, авиационной и морской техники
30. Технологии создания электронной компонентной базы
31. Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и потребления тепла и электроэнергии
32. Технологии создания энергоэффективных двигателей и движителей для транспортных систем
33. Технологии экологически безопасного ресурсосберегающего производства и переработки сельскохозяйственного сырья и продуктов питания
34. Технологии экологически безопасной разработки месторождений и добычи полезных ископаемых

### 4.3 Классификация исследований

Формой существования и развития науки является научное исследование. В ст. 2 Федерального закона РФ от 23 августа 1996 г. «О науке и государственной научно-технической политике» дано следующее понятие «научная» (научно-исследовательская) деятельность - это деятельность, направленная на получение и применение новых знаний. Научное исследование - это деятельность, направленная на всестороннее изучение объекта, процесса или явления, их структуры и связей, а также получение и внедрение в практику полезных для человека результатов. Его объектом являются материальная или идеальная системы, а предметом - структура системы, взаимодействие ее элементов, различные свойства, закономерности развития и т. д.

Научные исследования классифицируются по различным



## Основы научных исследований

основаниям. По источнику финансирования различают научные исследования бюджетные, хоздоговорные и нефинансируемые. Бюджетные исследования финансируются из средств бюджета РФ или бюджетов субъектов РФ. Хоздоговорные исследования финансируются организациями-заказчиками по хозяйственным договорам. Нефинансируемые исследования могут выполняться по инициативе ученого, индивидуальному плану преподавателя.

В нормативных правовых актах о науке научные исследования делят по целевому назначению на фундаментальные, прикладные, поисковые и разработки.

В Федеральном законе от 23 августа 1996 г. «О науке и государственной научно-технической политике» даны понятия фундаментальных и прикладных научных исследований.

Фундаментальные научные исследования - это экспериментальная или теоретическая деятельность, направленная на получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества, окружающей природной среды. Например, к числу фундаментальных можно отнести исследования о закономерностях становления и функционирования правового государства или о мировых, региональных и российских тенденциях преступности».

Прикладные научные исследования - это исследования, направленные преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач. Иными словами, они направлены на решение проблем использования научных знаний, полученных в результате фундаментальных исследований, в практической деятельности людей. Например, как прикладные можно рассматривать работы о тактике и методике расследования отдельных видов преступлений или о предупреждении преступлений на отдельных территориях или предприятиях.

Научные исследования в сфере юридических наук зачастую представляют собой сочетание двух названных видов, и поэтому их следует именовать теоретико-прикладными.

Поисковыми называют научные исследования, направленные на определение перспективности работы над темой, отыскание путей решения научных задач.

Разработкой называют исследование, которое направлено на внедрение в практику результатов конкретных фундаментальных и прикладных исследований.

По длительности научные исследования можно разделить на долгосрочные, краткосрочные и экспресс-исследования.



## Основы научных исследований

В зависимости от форм и методов исследования некоторые авторы выделяют экспериментальное, методическое, описательное, экспериментально-аналитическое, историко-биографическое исследования и исследования смешанного типа.

В теории познания выделяют два уровня исследования: теоретический и эмпирической.

Теоретический уровень исследования характеризуется преобладанием логических методов познания. На этом уровне полученные факты исследуются, обрабатываются с помощью логических понятий, умозаключений, законов и других форм мышления.

Здесь исследуемые объекты мысленно анализируются, обобщаются, постигаются их сущность, внутренние связи, законы развития. На этом уровне познание с помощью органов чувств (эмпирия) может присутствовать, но оно является подчиненным.

Структурными компонентами теоретического познания являются проблема, гипотеза и теория.

Проблема - это сложная теоретическая или практическая задача, способы решения которой неизвестны или известны не полностью. Различают проблемы неразвитые (предпроблемы) и развитые.

Неразвитые проблемы характеризуются следующими чертами: они возникли на базе определенной теории, концепции; это трудные, нестандартные задачи; их решение направлено на устранение возникшего в познании противоречия; пути решения проблемы не известны.

Развитые проблемы имеют более или менее конкретные указания на пути их решения.

В НИР различают научные направления, проблемы и темы.

Научное направление – сфера научных исследований научного коллектива, посвященных решению каких-либо крупных, фундаментальных теоретико-экспериментальных задач в определенной отрасли науки.

Структурными единицами направления являются комплексные программы и проблемы, темы и вопросы.

Гипотеза есть требующее проверки и доказывания предположение о причине, которая вызывает определенное следствие, о структуре исследуемых объектов и характере внутренних и внешних связей структурных элементов.

Тема – это научная задача, охватывающая определенную область научного исследования. Она базируется на многочисленных исследовательских вопросах. Научные вопросы – это более

## Основы научных исследований

мелкие научные задачи, относящиеся к конкретной области научного исследования.

Результаты решения этих задач имеют не только теоретическое, но главным образом практическое значение, поскольку можно сравнительно точно оценить ожидаемый экономический эффект.

Выбор проблем или тем является трудной, ответственной задачей, от решения которой зависит успех НИР. Этот выбор включает несколько этапов.

Тема –должна быть актуальной, т.е. важной, требующей скорейшего разрешения в настоящее время. Это – одно из основных требований.

Четкого требования для установления степени актуальности пока не существует. Так, при сравнении двух тем теоретических исследований степень актуальности может оценить крупный ученый или научный коллектив.

Тема должна иметь научную новизну, вносить вклад в науку.

Это значит, что тема в такой постановке никогда не разрабатывалась и в настоящее время не разрабатывается, т.е. дублирование исключено. Дублирование тем НИР возможно лишь в отдельных случаях, когда по заданию организации-заказчика одинаковые темы разрабатывают два конкурирующих коллектива в целях разрешения важнейших проблем в кратчайшие сроки. С каждым годом грань между научными и инженерными исследованиями стирается. Однако при выборе тем НИР и диссертаций новизна должна быть не инженерной, а научной, т.е. принципиально новой. Если решается пусть даже новая задача, но на основе уже открытого закона, то это область инженерных, а не научных разработок. Критерий здесь один: все то, что уже известно, не может быть предметом научного исследования.

Тема должна соответствовать профилю научного коллектива.

Каждый научный коллектив (вуз, НИИ, отдел, кафедра) по сложившимся традициям имеет свой профиль, квалификацию, компетентность.

Важной характеристикой темы является возможность быстрого внедрения результатов НИР в производство, науку, учебный процесс.

Тема должна быть экономически эффективной и иметь значимость.

Любая тема прикладных исследований должна давать эко-



## Основы научных исследований

номический эффект в народном хозяйстве, поэтому, выбор темы НИР должен базироваться на специальном технико-экономическом расчете. При разработке теоретических исследований иногда требование экономичности может уступать требованию значимости. Значимость, как главный критерий темы, имеет место при разработке исследований, определяющих престиж отечественной науки или составляющих фундамент для прикладных исследований и др.

Объективным показателем актуальности, новизны, значимости, достоверности и т.д. является количество публикаций по теме НИР в серьезных реферируемых научных журналах. На стадии формулирования темы – публикаций руководителя и исполнителей в данной области исследований.

При оценке перспективности крупных тем иногда критериев экономичности и/или значимости недостаточно. Требуется более общая оценка, учитывающая и другие показатели. В этом случае наиболее достоверной является экспертная оценка. Методика такой оценки сводится к следующему. Подбирается состав и количество (не менее 7, обычно 7-15) экспертов. В зависимости от специфики тематики назначают или устанавливают с помощью экспертов оценочные показатели тем. Каждому показателю назначают коэффициент значимости, показывающий важность данного показателя в необходимости разработки данной темы.



## 5 МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 5.1 Классификация методов исследования

Метод научного исследования - это способ познания объективной действительности. Способ представляет собой определенную последовательность действий, приемов, операций.

В зависимости от содержания изучаемых объектов различают методы естествознания и методы социально-гуманитарного исследования.

Методы исследования классифицируют по отраслям науки: математические, биологические, медицинские, социально-экономические, правовые и т.д.

В зависимости от уровня познания выделяют методы эмпирического, теоретического и метатеоретического уровней.

К методам эмпирического уровня относят наблюдение, описание, сравнение, счет, измерение, анкетный опрос, собеседование, тестирование, эксперимент, моделирование и т.д.

К методам теоретического уровня причисляют аксиоматический, гипотетический (гипотетико-дедуктивный), формализацию, абстрагирование, общелогические методы (анализ, синтез, индукцию, дедукцию, аналогию) и др.

Методами метатеоретического уровня являются диалектический, метафизический, герменевтический и др. Некоторые ученые к этому

уровню относят метод системного анализа<sup>1</sup>, а другие его включают в число общелогических методов.

В зависимости от сферы применения и степени общности различают методы:

- всеобщие (философские), действующие во всех науках и на всех этапах познания;
- общенаучные, которые могут применяться в гуманитарных, естественных и технических науках;
- частные - для родственных наук;
- специальные - для конкретной науки, области научного познания.

От рассматриваемого понятия метода следует отграничивать понятия техники, процедуры и методики научного исследования.

Под техникой исследования понимают совокупность специальных приемов для использования того или иного метода, а под



## Основы научных исследований

процедурой исследования - определенную последовательность действий, способ организации исследования.

Методика - это совокупность способов и приемов познания. Любое научное исследование осуществляется определенными приемами и способами, по определенным правилам. Учение о системе этих приемов, способов и правил называют методологией. Впрочем, понятие «методология» в литературе употребляется в двух значениях:

- совокупность методов, применяемых в какой-либо сфере деятельности (науке, политике и т.д.);
- учение о научном методе познания.

Каждая наука имеет свою методологию. Существуют следующие уровни методологии:

- всеобщая методология, которая является универсальной по отношению ко всем наукам и в содержание которой входят философские и общенаучные методы познания;
- частная методология научных исследований для группы родственных наук, которую образуют философские, общенаучные и частные методы познания;
- методология научных исследований конкретной науки, в содержание которой включаются философские, общенаучные, частные и специальные методы познания.

Среди всеобщих (философских) методов наиболее известными являются диалектический и метафизический. Эти методы могут быть связаны с различными философскими системами. Так, диалектический метод у К. Маркса был соединен с материализмом, а у Г.Ф. Гегеля - с идеализмом.

При изучении предметов и явлений диалектика рекомендует исходить из следующих принципов:

- рассматривать изучаемые объекты в свете диалектических законов:
- единства и борьбы противоположностей;
- перехода количественных изменений в качественные;
- отрицания отрицания.

Описывать, объяснять и прогнозировать изучаемые явления и процессы, опираясь на философские категории: общего, особенного и единичного; содержания и формы; сущности и явления; возможности и действительности; необходимого и случайного; причины и следствия.

Относиться к объекту исследования как к объективной реальности.

Рассматривать исследуемые предметы и явления: всесто-

## Основы научных исследований

ронне; во всеобщей связи и взаимозависимости; в непрерывном изменении, развитии; конкретно-исторически.

Проверять полученные знания на практике. Все общенаучные методы для анализа целесообразно распределить на три группы: общелогические, теоретические и эмпирические.

Общелогическими методами являются анализ, синтез, индукция, дедукция, аналогия.

Анализ - это расчленение, разложение объекта исследования на составные части. Он лежит в основе аналитического метода исследования. Разновидностями анализа являются классификация и периодизация.

Синтез - это соединение отдельных сторон, частей объекта исследования в единое целое.

Индукция - это движение мысли (познания) от фактов, отдельных случаев к общему положению. Индуктивные умозаключения «наводят» на мысль, на общее.

Дедукция - это выведение единичного, частного из какого-либо общего положения; движение мысли (познания) от общих утверждений к утверждениям об отдельных предметах или явлениях. Посредством дедуктивных умозаключений «выводят» определенную мысль из других мыслей.

Аналогия - это способ получения знаний о предметах и явлениях на основании того, что они имеют сходство с другими; рассуждение, в котором из сходства изучаемых объектов в некоторых признаках делается заключение об их сходстве и в других признаках.

К методам теоретического уровня причисляют аксиоматический, гипотетический, формализацию, абстрагирование, обобщение, восхождение от абстрактного к конкретному, исторический, метод системного анализа.

Аксиоматический метод - способ исследования, который состоит в том, что некоторые утверждения (аксиомы, постулаты) принимаются без доказательств и затем по определенным логическим правилам из них выводятся остальные знания.

Гипотетический метод - способ исследования с помощью научной гипотезы, т.е. предположения о причине, которая вызывает данное следствие, или о существовании некоторого явления или предмета.

Разновидностью этого метода является гипотетико-дедуктивный способ исследования, сущность которого состоит в создании системы дедуктивно связанных между собой гипотез, из которых выводятся утверждения об эмпирических фактах.

## Основы научных исследований

В структуру гипотетико-дедуктивного метода входит:

- выдвижение догадки (предположения) о причинах и закономерностях изучаемых явлений и предметов;
- отбор из множества догадок наиболее вероятной, правдоподобной;
- выведение из отобранного предположения (посылки) следствия (заключения) с помощью дедукции;
- экспериментальная проверка выведенных из гипотезы следствий.

Формализация - отображение явления или предмета в знаковой форме какого-либо искусственного языка (например, логики, математики, химии) и изучение этого явления или предмета путем операций с соответствующими знаками. Использование искусственного формализованного языка в научном исследовании позволяет устранить такие недостатки естественного языка, как многозначность, неточность, неопределенность. При формализации вместо рассуждений об объектах исследования оперируют со знаками (формулами). Путем операций с формулами искусственных языков можно получать новые формулы, доказывать истинность какого-либо положения.

Формализация является основой для алгоритмизации и программирования, без которых не может обойтись компьютеризация знания и процесса исследования. Этот метод используется, например, для создания компьютерных программ.

Абстрагирование - мысленное отвлечение от некоторых свойств и отношений изучаемого предмета и выделение интересующих исследователя свойств и отношений. Обычно при абстрагировании второстепенные свойства и связи исследуемого объекта отделяются от существенных свойств и связей.

Виды абстрагирования: отождествление, т.е. выделение общих свойств и отношений изучаемых предметов, установление тождественного в них, абстрагирование от различий между ними, объединение предметов в особый класс; изолирование, т.е. выделение некоторых свойств и отношений, которые рассматриваются как самостоятельные предметы исследования. В теории выделяют и другие виды абстракции: потенциальной осуществимости, актуальной бесконечности.

Обобщение - установление общих свойств и отношений предметов и явлений; определение общего понятия, в котором отражены существенные, основные признаки предметов или явлений данного класса. Вместе с тем обобщение может выражаться в выделении не существенных, а любых признаков предмета или



## Основы научных исследований

явления. Этот метод научного исследования опирается на философские категории общего, особенного и единичного.

Исторический метод заключается в выявлении исторических фактов и на этой основе в таком мысленном воссоздании исторического процесса, при котором раскрывается логика его движения. Он предполагает изучение возникновения и развития объектов исследования в хронологической последовательности.

Восхождение от абстрактного к конкретному как метод научного познания состоит в том, что исследователь вначале находит главную связь изучаемого предмета (явления), затем, прослеживая, как она видоизменяется в различных условиях, открывает новые связи и таким путем отображает во всей полноте его сущность.

Системный метод заключается в исследовании системы (т.е. определенной совокупности материальных или идеальных объектов), связей её компонентов и их связей с внешней средой. При этом выясняется, что эти взаимосвязи и взаимодействия приводят к возникновению новых свойств системы, которые отсутствуют у составляющих её объектов отклонения. К методам эмпирического уровня относятся: наблюдение, описание, счет, измерение, сравнение, эксперимент, моделирование.

Наблюдение - это способ познания, основанный на непосредственном восприятии свойств предметов и явлений при помощи органов чувств. В результате наблюдения исследователь получает знания о внешних свойствах и отношениях предметов и явлений.

В зависимости от положения исследователя по отношению к объекту изучения различают простое и включенное наблюдение. Первое состоит в наблюдении со стороны, когда исследователь - постороннее по отношению к объекту лицо, не являющееся участником деятельности наблюдаемых. Второе характеризуется тем, что исследователь открыто или инкогнито включается в группу, её деятельность в качестве участника. Например, в первом случае он со стороны наблюдает за соблюдением пешеходами правил дорожного движения при переходе улицы, а во втором случае сам включается в число участников движения, в отдельных моментах провоцируя их на нарушения.

Если наблюдение проводилось в естественной обстановке, то его называют полевым, а если условия окружающей среды, ситуация были специально созданы исследователем, то оно будет считаться лабораторным. Результаты наблюдения могут фиксироваться в протоколах, дневниках, карточках, на киноплёнках и

## Основы научных исследований

другими способами.

Описание - это фиксация признаков исследуемого объекта, которые устанавливаются, например, путем наблюдения или измерения. Описание бывает: непосредственным, когда исследователь непосредственно воспринимает и указывает признаки объекта; опосредованным, когда исследователь отмечает признаки объекта, которые воспринимались другими лицами

Счет - это определение количественных соотношений объектов исследования или параметров, характеризующих их свойства. Измерение - это определение численного значения некоторой величины путем сравнения её с эталоном. В криминалистике измерение применяется для определения: расстояния между предметами; скорости движения транспортных средств, человека или иных объектов; длительности тех или иных явлений и процессов; температуры, размера, веса и т.п.

Сравнение - это сопоставление признаков, присущих двум или нескольким объектам, установление различия между ними или нахождение в них общего.

Метод контрольной группы основан на сравнении результатов изучения основной (экспериментальной) и контрольной групп, которые уравниваются по всем признакам, кроме изучаемого.

Эксперимент - это искусственное воспроизведение явления, процесса в заданных условиях, в ходе которого проверяется выдвигаемая гипотеза.

Эксперименты могут быть классифицированы по различным основаниям:

- по отраслям научных исследований - физические, биологические, химические, социальные и т.д.;
- по характеру взаимодействия средства исследования с объектом - обычные (экспериментальные средства непосредственно взаимодействуют с исследуемым объектом) и модельные (модель замещает объект исследования). Последние делятся на мысленные (умственные, воображаемые) и материальные (реальные).

Приведенная классификация не является исчерпывающей.

Моделирование - это получение знаний об объекте исследования с помощью его заменителей - аналога, модели. Под моделью понимается мысленно представляемый или материально существующий аналог объекта. На основании сходства модели и моделируемого объекта выводы о ней по аналогии переносятся на этот объект.

## Основы научных исследований

В теории моделирования различают:

- идеальные (мысленные, символические) модели, например, в виде рисунков, записей, знаков, математической интерпретации;
- материальные (натурные, вещественные) модели, например, макеты, муляжи.

### 5.2 Методика научных исследований

Методика научных исследований это совокупность конкретных форм, методов и средств теоретических и прикладных исследований в определенной области знаний (направления профессиональной деятельности исследователя).

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.).

Методическая система научных исследований должна включать ряд частных методик, ориентированных на выполнение работ на каждом из этапов НИР.

Как ранее указывалось научные исследования начинаются с постановки проблемы, поэтому методика должна позволить вскрыть противоречия между имеющимися знаниями об объекте исследования, которые необходимы для практического решения задачи, т.е. на лицо недостаточность теоретических сведений об объекте исследования для получения необходимого результата (этап 0). Постановка проблемы позволяет выбрать тему исследования на основе методики формулирования темы и обоснования ее актуальности для решения конкретной задачи исследования (этап 1).

Выбор темы, ее формулирование и обоснование актуальности разработки позволяет перейти к следующему этапу – информационному поиску путей решения проблемы на основе методики анализа литературных источников для обобщения имеющихся научных результатов в данной области знаний (обзор литературных источников и использование информационных ресурсов Internet). Результатом будет являться план проведения научных



## Основы научных исследований

исследований по поставленной проблеме (этап 2).

Методика научного поиска обычно формируется на основе выбора из уже имеющихся методик, которые ранее применялись для других объектов (процессов, явлений) в смежных областях или если прототип такой методики отсутствует, то разрабатывается новая авторская методика для решения задачи, поставленной в теме (этап 3).

Методики теоретических исследований определяют общую структуру теоретического исследования и методики решения главной и вспомогательной задач в соответствии с названием темы и поставленной проблемой.

Теоретические исследования являются творческими, направленными на создание новых научных гипотез, глубокое объяснение неизученных явлений или процессов, обобщение отдельных явлений или процессов, обоснование стратегии и тактики научных исследований, а также решению других подобных задач.

Научные исследования базируются на интеллектуальной деятельности (мышлении) человека – исследователя. Важнейшим элементом теоретического исследования является умственный труд. Существует большое количество методик теоретического исследования, поэтому выбор можно делать только в соответствии с конкретной научной проблемой.

Отметим некоторые принципы научного труда, в котором теоретические исследования составляют базисный компонент научного результата: 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.

Не работать без плана. При научном исследовании сначала пишется укрупненный план, а затем в процессе теоретических исследований его детализируют и корректируют.

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

## Основы научных исследований

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. Экспериментальные исследования состоят из трех этапов: планирование, эксперимент и анализ (обработка результатов).

В подавляющем большинстве случаев эксперимент является многофакторным опытом. Многофакторность эксперимента дает возможность изложения его стратегии после очередного этапа. Многофакторный эксперимент базируется на общематематическом аппарате, основы которого были заложены в трудах Р.Фишера. Приступая к эксперименту необходимо: составить программу, обосновать методику, выбрать измерительную аппаратуру, произвести оценку измерений, определить последовательность и составить календарный план.

Математическая теория эксперимента и его планирование, предусматривающее изменение всех исследуемых факторов (измеряемых параметров) по определенному плану и учитывающее их взаимодействие – качественно новый подход к исследованию с применением ЭВМ для обработки результатов факторного эксперимента. Это направление в экспериментальных исследованиях получило название «вычислительный эксперимент».

Важным разделом методики экспериментальных исследований является обработка и анализ данных. Особое внимание в подборе методики эксперимента должно быть уделено математическим методам обработки и удобным формам записи результатов в виде таблиц, графиков, формул, диаграмм.

## 6 ЭТАПЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

### 6.1 Этапы НИР

Для успеха научного исследования его необходимо правильно организовать, спланировать и выполнять в определенной последовательности. Эти планы и последовательность действий зависят от вида, объекта и целей научного исследования. Так, если оно проводится на технические темы, то вначале разрабатывается основной предплановый документ - технико-экономическое обоснование, а затем осуществляются теоретические и экспериментальные исследования, составляется научно-технический отчет и результаты работы внедряются в производство.

Применительно к работам студентов можно наметить следующие последовательные этапы их выполнения:

- подготовительный;
- проведение теоретических и эмпирических исследований;
- работа над рукописью и её оформление;
- внедрение результатов научного исследования.

Представляется необходимым сначала дать общую характеристику каждому этапу научно-исследовательской работы, а затем более подробно рассмотреть те из них, которые имеют важное значение для выполнения научных исследований студентами.

Подготовительный этап включает: выбор темы; обоснование необходимости проведения исследования по ней; определение гипотез, целей и задач исследования; разработку плана или программы научного исследования; подготовку средств исследования (инструментария).

Вначале формулируется тема научного исследования и обосновываются причины её разработки. Путем предварительного ознакомления с литературой и материалами ранее проведенных исследований выясняется, в какой мере вопросы темы изучены и каковы полученные результаты. Особое внимание следует уделить вопросам, на которые ответов вообще нет либо они недостаточны.

Исследовательский этап состоит из систематического изучения литературы по теме, статистических сведений и архивных материалов; проведения теоретических и эмпирических исследований

Третий этап включает: определение композиции (построения, внутренней структуры) работы; определение разделов,

## Основы научных исследований

названий; подготовку черновой рукописи и её редактирование; оформление текста, в том числе списка использованной литературы и приложений.

Четвертый этап состоит из внедрения результатов исследования в практику и авторского сопровождения внедряемых разработок. Научные исследования не всегда завершаются этим этапом, но иногда научные работы студентов (например, дипломные работы) рекомендуются для внедрения в практическую деятельность организаций и в учебный процесс.

Тема научно-исследовательской работы может быть отнесена к определенному научному направлению или к научной проблеме. Под научным направлением понимается наука, комплекс наук или научных проблем, в области которых ведутся исследования.

Научная проблема - это совокупность сложных теоретических и (или) практических задач; совокупность тем научно-исследовательской работы. Проблема может быть отраслевой, межотраслевой, глобальной.

Научная тема - это сложная, требующая решения задача. Темы могут быть теоретическими, практическими и смешанными.

Теоретические темы разрабатываются преимущественно с использованием литературных источников. Практические темы разрабатываются на основе изучения, обобщения и анализа. Смешанные темы сочетают в себе теоретический и практический аспекты исследования.

Тема научно-исследовательской работы, в свою очередь, может охватывать некоторый круг вопросов. Под научным вопросом понимается мелкая задача, относящаяся к определенной теме. Считается, что правильный выбор темы работы наполовину обеспечивает успешное ее выполнение.

Темы курсовых и выпускных квалификационных работ (дипломных работ, магистерских диссертаций) определяются кафедрами. Тематика должна соответствовать программам курсов учебных дисциплин и учебным планам. При ее составлении целесообразно учитывать сложившиеся на кафедрах научные направления и возможность обеспечения студентов квалифицированным научным руководством. Желательно добиваться того, чтобы темы обладали актуальностью, новизной, практической и теоретической значимостью.

Темы выпускных квалификационных работ должны доводиться до сведения студентов в начале последнего года обучения, но не позднее, чем за полгода до начала итоговой аттеста-



## Основы научных исследований

ции. Студентам предоставляется право выбора темы вплоть до предложения своей с необходимым обоснованием ее разработки. При выборе темы рекомендуется учитывать: ее актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость, соответствие профилю работы после окончания вуза, наличие или отсутствие литературы и практических материалов, наработки самого студента по теме в виде курсовых работ и научных докладов, а также интерес студента к выбранной теме, его субъективные возможности провести необходимые исследования.

Выбрав тему письменной работы, студенту необходимо встретиться с предполагаемым научным руководителем и получить его согласие на руководство ее выполнением. Для закрепления за ним выбранной темы дипломной работы (магистерской диссертации) студент должен написать заявление по установленной вузом форме. Тема, а также научный руководитель утверждаются приказом ректора учебного заведения. По отдельным частям работы, если, например, в ней будут рассматриваться междисциплинарные вопросы, относящиеся к различным отраслям, дипломнику могут быть назначены научные консультанты. Научными руководителями (консультантами) назначаются, как правило, профессора и преподаватели, имеющие ученую степень или ученое звание, а в отдельных случаях опытные высококвалифицированные преподаватели.

Научный руководитель:

- выдает задание на выполнение дипломной работы;
- помогает составить план работы;
- рекомендует основную литературу, справочные материалы;
- консультирует относительно выбора методов исследования, сбора, обобщения и анализа материалов практики, оформления работы;
- контролирует выполнение задания;
- проверяет выполненную работу, составляет на нее отзыв.

Планирование научно-исследовательской работы имеет важное значение для ее рациональной организации.

Научно-исследовательские организации и образовательные учреждения разрабатывают планы работы на год на основе целевых комплексных программ, долгосрочных научных и научно-технических программ, хозяйственных договоров и заявок на исследования, представленных заказчиками.

Научная работа кафедр учебных заведений организуется и проводится в соответствии с планами работы на учебный год.

## Основы научных исследований

Профессора, преподаватели и аспиранты выполняют научно-исследовательские работы по индивидуальным планам.

Планируется и научно-исследовательская работа студентов. Планы работы учебных заведений и кафедр могут содержать соответствующий раздел о НИРСе. По планам работают студенческие научные кружки и проблемные группы.

В научно-исследовательских и образовательных учреждениях по темам научно-исследовательских работ составляются рабочие программы и планы-графики их выполнения. При подготовке монографий, учебников, учебных пособий и лекций разрабатываются планы-проспекты этих работ.

Рабочая программа - это изложение общей концепции исследования в соответствии с его целями и гипотезами. Она состоит, как правило, из двух разделов: методологического и процедурного.

Методологический раздел включает:

- формулировку проблемы или темы;
- определение объекта и предмета исследования;
- определение цели и постановку задач исследования;
- интерпретацию основных понятий;
- формулировку рабочих гипотез.

Формулировка проблемы (темы) - это определение задачи, которая требует решения. Проблемы бывают социальные и научные. Социальная проблема - это противоречие в развитии общественной системы или отдельных ее элементов.

Научная (гносеологическая) проблема - это противоречие между знаниями о потребностях общества и незнанием путей и средств их удовлетворения. Такие проблемы решаются путем создания теории, выработки практических рекомендаций.

Определение объекта и предмета исследования. Объект исследования - это то социальное явление (процесс), которое содержит противоречие и порождает проблемную ситуацию. Предмет исследования - это те наиболее значимые с точки зрения практики и теории свойства, стороны, особенности объекта, которые подлежат изучению.

Определение цели и задач исследования. Цель исследования - это общая его направленность на конечный результат. Задачи исследования - это то, что требует решения в процессе исследования; вопросы, на которые должен быть получен ответ

Интерпретация основных понятий - это истолкование, разъяснение значения основных понятий. Существуют теоретическая и эмпирическая интерпретация понятий. Теоретическое истолко-



## Основы научных исследований

вание представляет собой логический анализ существенных свойств и отношений интерпретируемых понятий путем раскрытия их связей с другими понятиями.

Эмпирическая интерпретация - это определение эмпирических значений основных теоретических понятий, перевод их на язык наблюдаемых фактов. Эмпирически интерпретировать понятие - это значит найти такой показатель (индикатор, референт), который отражал бы определенный важный признак содержания понятия и который можно было бы измерить. Формулировка рабочих гипотез. Гипотеза как научное предположение, выдвигаемое для объяснения каких-либо фактов, явлений и процессов, является важным инструментом успешного решения исследовательских задач. Программа исследования может быть ориентирована на одну или несколько гипотез. Различают гипотезы: описательные, объяснительные и прогнозные, основные и неосновные, первичные и вторичные, гипотезы-основания и гипотезы-следствия.

Процедурный раздел рабочей программы включает:

- принципиальный план исследования;
- изложение основных процедур сбора и анализа эмпирического материала.

Конкретное научное исследование осуществляется по принципиальному плану, который строится в зависимости от количества информации об объекте исследования. Планы бывают разведывательные, аналитические (описательные) и экспериментальные.

Разведывательный план применяется, если об объекте и предмете исследования нет ясных представлений и трудно выдвинуть рабочую гипотезу. Цель составления такого плана - уточнение темы (проблемы) и формулировка гипотезы. Обычно он применяется, когда по теме отсутствует литература или ее очень мало.

Описательный план используется тогда, когда можно выделить объект и предмет исследования и сформулировать описательную гипотезу. Цель плана - проверить эту гипотезу, описать факты, характеризующие объект исследования.

Экспериментальный план включает проведение социально-го (правового) эксперимента. Он применяется тогда, когда сформулированы научная проблема и объяснительная гипотеза. Цель плана - определение причинно-следственных связей в исследуемом объекте.

В процедурной части программы обосновывается выбор ме-

## Основы научных исследований

тодов исследования, показывается связь данных методов с целями, задачами и гипотезами исследования. При выборе того или иного метода следует учитывать, что он должен быть: эффективным, т.е. обеспечивающим достижение поставленной цели и необходимую степень точности исследования; экономичным, т.е. позволяющим сэкономить время, силы и средства исследователя; простым, т.е. доступным исследователю соответствующей квалификации; безопасным для здоровья и жизни людей; допустимым с точки зрения морали и норм права; научным, т.е. имеющим прочную научную основу.

Студенты вузов рабочие программы научных исследований не разрабатывают, но планы подготовки учебных работ они составлять обязаны. План магистерской диссертации, дипломной или курсовой работы должен содержать введение, основную часть, разбитую на разделы, и заключение. Он может быть простым или сложным. Простой план содержит перечень основных вопросов. В сложном плане каждая раздел разбивается на под-разделы.

При составлении плана следует стремиться, чтобы: а) вопросы соответствовали выбранной теме и не выходили за ее пределы; б) вопросы темы располагались в логической последовательности; в) в него обязательно были включены вопросы темы, отражающие основные аспекты исследования; г) тема была исследована всесторонне.

План не является окончательным и в процессе исследования может меняться, т.к. могут быть найдены новые аспекты изучения объекта и решения научной задачи.

Чтобы упорядочить основные этапы научно-исследовательской работы в соответствии с планом (программой) исследования, календарными сроками, материальными затратами, составляется рабочий план (план- график) выполнения работ.

Студент должен уметь так выстроить логическую очередность выполнения работ, чтобы она в установленные сроки привела к достижению поставленной цели и решению научной задачи. В работе необходимо выделить главное, на чем следует сосредоточить внимание в данный момент, но вместе с тем нельзя упускать из поля зрения детали. «Научиться не только смотреть, но и видеть, замечать важные частности, большое - в малом, не уклоняясь от намеченной главной линии исследования.»



## 7 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ

### 7.1 Виды экспериментов

Современные методы расчёта и проектирования не позволяют создавать технический объект, полностью соответствующий замыслу разработчиков. Например, автомобиль, являясь сложным техническим объектом, характеризуется целым выбором показателей: производительность, экономичность, экологичность, надёжность и т.д. точно определить которые на стадии проектирования невозможно. Поэтому проводят испытания, под которыми в соответствии с ГОСТ 16504-81 «Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения» понимают экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результат воздействия на него при его функционировании или моделировании.

Для сложных объектов или систем часто даже не существуют теоретических методов, обеспечивающих определение их характеристик на стадии проектирования. Например, невозможно точно определить показатели работы проектируемого автотранспортного предприятия на месяц, квартал, год, пятилетку и т.д., поскольку на них одновременно влияет большое количество внешних и внутренних факторов. Тоже можно сказать о надёжности проектируемого автомобиля.

Проведение испытаний предполагает наличие не только объекта (или его модели), но и необходимых средств, методики и программы, которые будут учитывать условия проведения испытаний и обеспечивать требуемую точность. Решение многих задач можно выполнить на основе теории планирования эксперимента.

Под экспериментом понимают научно поставленный опыт с точно учитываемыми и управляемыми условиями. Цель эксперимента – выявление свойств исследуемых объектов, проверка справедливости гипотез и глубокое изучение на этой основе темы научного исследования.

Постановка и организация эксперимента определяются его назначением, областью применения, способом формирования условий, целями исследований, структурой и характером изучаемых объектов и явлений, количеством учитываемых и варьируемых факторов и т.д.

В зависимости от области (отрасли), в которой проводятся эксперименты, они подразделяются на химические, физические, биологические, социальные, психологические и т.д.



## Основы научных исследований

По способу формирования условий эксперимента, зависящему от условий существования объекта исследования, эксперименты подразделяются на естественные и искусственные. Естественный эксперимент предполагает проведение опытов в естественных условиях существования объекта (чаще биология, социология, психология, педагогика), а искусственный эксперимент предполагает формирование искусственных условий (широко применяются в естественных и технических науках).

По целям исследования бывают преобразующие, констатирующие, контролирующие, поисковые и решающие эксперименты.

По организации проведения эксперименты подразделяют на лабораторные и натурные. Лабораторный эксперимент проводится в условиях лаборатории с применением типовых приборов, специальных установок, стенов, оборудования и т.д. Такой эксперимент позволяет тщательно изучить влияние одних характеристик при варьировании других, получить необходимую научную информацию с минимальными затратами времени и ресурсов.

Натурный эксперимент проводится в естественных условиях и на реальных объектах. В зависимости от места проведения испытаний натурные эксперименты подразделяются на производственные, полевые, полигонные, полунатурные и т.д. Задачами натурального эксперимента являются:

- изучение характеристик воздействия среды на испытуемый объект;
- идентификация статистических и динамических параметров объекта;
- оценка эффективности работы объекта и проверка его на соответствие заданным требованиям.

Эксперименты также могут быть открытыми и закрытыми. В открытом эксперименте его задачи открыто объясняются испытуемым, а в закрытом эти задачи скрываются с целью получения объективных данных. Закрытые эксперименты проводят, например, при хронометраже отдельных трудовых операций, когда осуществляется скрытое наблюдение за исполнителями работ по ТО и ремонту автомобилей в реальных условиях автотранспортного предприятия.

По структуре изучаемых объектов и явлений подразделяют на простые и сложные. Простой эксперимент используется для изучения объектов, не имеющих разветвлённой структуры, с небольшим количеством взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, выполняющих простые функции.

В сложном эксперименте изучаются явления или объекты с

## Основы научных исследований

разветвлённой структурой и большим количеством взаимосвязанных и взаимодействующих элементов. В очень сложном эксперименте изучается объект, состояние которого по тем или иным причинам до сих пор не удавалось подробно и точно описать.

По характеру воздействий на объект исследований эксперименты делятся на информационные, вещественные и энергетические. Информационный эксперимент используется для изучения воздействия определённой (различной по форме и содержанию) информации на объект исследования. Такие эксперименты проводятся в биологии, психологии, социологии, кибернетике и т. д.

Вещественный эксперимент предполагает изучение влияния различных вещественных факторов на состояние объекта исследования. Например, влияние различных примесей на качество стали, влияние регулировочных параметров автомобильного двигателя на его мощностные, экологические и экономические показатели и т. д.

Энергетический эксперимент используется для изучения воздействия энергии различных видов (электромагнитной, механической, тепловой и т. д.). Он широко распространён в естественных науках.

По характеру взаимодействия средства и объекта исследования эксперименты подразделяются на обычные и модельные.

По типу исследуемых объектов эксперименты подразделяются на мысленные и материальные. Орудиями мысленного эксперимента являются мысленные модели исследуемых объектов или явлений. Структура мысленного эксперимента включает:

- построение мысленной модели объекта исследования, идеализированных условий эксперимента и воздействий на объект;

- сознательное и планомерное изменение, комбинирование условий эксперимента и воздействий на объект;

- сознательное и точное применение на всех стадиях эксперимента объективных законов науки, благодаря чему исключается абсолютный произвол. В результате такого эксперимента формируются выводы.

Материальный эксперимент имеет аналогичную структуру. Однако в нём используются материальные, а не идеальные объекты исследования. Основное отличие материального эксперимента от мысленного заключается в том, что реальный эксперимент представляет собой форму объективной материальной связи сознания с внешним миром, тогда, как мысленный эксперимент это специфическая форма теоретической деятельности субъекта.

## Основы научных исследований

Таким образом, мысленный эксперимент, заменяя реальный, расширяет границы познания, поскольку обеспечивает получение такой информации, которую иными средствами иногда добыть невозможно.

По контролируемым величинам все эксперименты подразделяются на пассивные и активные.

Пассивный эксперимент предусматривает измерение только выбранных показателей (факторов, параметров, переменных) в результате наблюдения за объектом без искусственного вмешательства в его функционирование. По сути пассивный эксперимент является наблюдением, которое сопровождается инструментальным измерением выбранных показателей состояния объекта исследования.

Активный эксперимент связан с выбором специальных входных сигналов (факторов) и контролирует вход и выход исследуемой системы.

По характеру изучаемых объектов эксперименты подразделяются на технологические и социометрические. Технологический эксперимент направлен на изучение элементов технологического процесса (производства, оборудования, деятельности работников и т.п.) или процесса в целом. Социометрический эксперимент используется для изучения существующих в малых группах межличностных социально- психологических отношений с целью их последующего изменения.

По количеству варьируемых факторов эксперименты подразделяются на однофакторные и многофакторные.

Однофакторный эксперимент предполагает выделение нужных факторов, стабилизацию мешающих факторов, очередность варьирования интересующих исследователя факторов.

Стратегия многофакторного эксперимента состоит в том, что одновременно варьируются все переменные по определённому плану, а каждый эффект оценивается по результатам всех опытов, проведённых в данной серии экспериментов.

Приведённая классификация экспериментальных исследований не может быть признана полной, поскольку с расширением научных знаний расширяется и область применения экспериментальных методов. Поэтому для классификации могут использоваться и другие признаки. Кроме того, в зависимости от задач эксперимента различные его типы могут объединяться, образуя комплексный (или комбинированный) эксперимент.

Для проведения эксперимента любого типа необходимо:

- разработать гипотезу, подлежащую проверке;

## Основы научных исследований

- создать программу экспериментальных исследований;
- определить способы и приёмы вмешательства в объект исследования;
- обеспечить условия осуществления процедуры экспериментальных работ;
- разработать пути и приёмы фиксирования хода и результатов эксперимента;
- подготовить средства эксперимента (приборы, установки, модели);
- обеспечить эксперимент необходимым обслуживающим персоналом.

### 7.2 Методика эксперимента

Методика – это совокупность мыслительных и физических операций, выполняемых в определённой последовательности в соответствии с которой достигается цель исследования.

При разработке методик необходимо предусматривать:

- предварительного целенаправленного наблюдения за изучаемым объектом или явлением с целью определения исходных данных;
  - создание условий, в которых возможно экспериментирование;
  - определение пределов измерений;
  - систематическое наблюдение за ходом развития изучаемого явления и точное описание факторов;
  - проведение систематической регистрации измерений и оценок фактов различными средствами и способами.
  - создание повторяющихся ситуаций;
  - изменение характера условий и перекрёстные воздействия;
  - создание усложнённых ситуаций с целью подтверждения или опровержения ранее полученных данных;
  - переход от эмпирического изучения к логическим обобщениям, анализу и теоретической обработке полученного фактического материала.
- Перед каждым экспериментом составляется его план (программа), который включает:
- цель и задачи эксперимента;
  - выбор варьируемых факторов;
  - обоснование объёма эксперимента, количества опытов;
  - порядок реализации опытов, определение последовательности изменения факторов;

## Основы научных исследований

- выбор шага изменения факторов, задание интервалов между будущими экспериментальными точками;
- обоснование применяемых средств измерений;
- описание проведения эксперимента;
- обоснование способов обработки и анализа результатов эксперимента.

Применение математической теории эксперимента позволяет уже при планировании определённым образом оптимизировать объём экспериментальных исследований и повысить их точность.

Важным этапом подготовки к эксперименту является определение его целей и задач. Количество задач для конкретного эксперимента не должно быть слишком большим (лучше 3-4, но не более 8-10).

Перед экспериментом надо выбрать варьируемые факторы, т.е. установить основные и второстепенные характеристики, влияющие на исследуемый процесс, проанализировать расчётные (теоретические) схемы процесса. На основании этого анализа все факторы классифицируют и составляют из них убывающий по важности ряд. Правильный выбор основных факторов играет важную роль, поскольку эксперимент и сводится к нахождению зависимостей между этими факторами.

Необходимо также обосновать выбор средств измерений – приборов, средств, аппаратов и др. оборудования. В отдельных случаях возникает потребность в создании новых уникальных приборов, установок, стендов, машин. Их разработка, конструирование должны быть обоснованы теоретическими расчётами.

В методике подробно разрабатывается процесс проведения эксперимента, определяется последовательность проведения операций измерений и наблюдений, детально описывается каждая операция в отдельности с учётом выбранных средств эксперимента, обосновываются методы контроля качества операций, обеспечивающие при минимальном количестве измерений высокую надёжность и заданную точность.

Важным разделом методики является выбор методов обработки и анализа экспериментальных данных. Она сводится к систематизации всех результатов, их классификации и анализу. Результаты экспериментов должны быть сведены в различные удобные формы записи – таблицы, графики, формулы, позволяющие быстро и качественно сопоставлять и анализировать результаты. Все переменные должны быть оценены в единой системе измерения физических величин.

Особое внимание должно быть уделено математическим



## Основы научных исследований

методам обработки и анализу опытных данных, например, установлению эмпирических зависимостей, установлению критериев и доверительных интервалов и т.п.

Результаты экспериментов должны отвечать трём статистическим требованиям:

- эффективность оценок, т.е. минимальность дисперсии отклонения относительно неизвестного параметра;
- состоятельность оценок, т.е. при увеличении числа наблюдений оценка параметра должна стремиться к его истинному значению;
- отсутствие систематических ошибок в процессе вычисления параметров.

После разработки и утверждения методики устанавливают объём и трудоёмкость экспериментальных исследований. Они зависят от глубины теоретических разработок и степени точности используемых средств измерений.

После установления объёма экспериментальных работ определяется объём необходимых материалов, составляется перечень нужных средств измерений, список исполнителей, календарный план и смета расходов.

Такой план-программа эксперимента должен рассматриваться в научном коллективе и утверждаться в установленном порядке. При разработке плана-программы всегда необходимо стремиться к его упрощению и наглядности без потери точности и достоверности.

В современных условиях научные исследования должны проводиться на основе автоматизации ввода экспериментальных данных непосредственно в компьютер, расчёта результирующих показателей и с автоматическим управлением хода эксперимента.

## 8 ФОРМИРОВАНИЕ ОТЧЁТА О НИР

Отчёт о НИР, как научный документ должен содержать обязательные структурные элементы: реферат, введение, нормативные ссылки, определения, обозначения и сокращения, наименования всех разделов, подразделов, пунктов и подпунктов (если они имеют наименование), заключение, список использованных источников и наименования приложений. Актуальность темы исследования содержит положения, доводы, обоснования в пользу научной и прикладной значимости решения проблемы, исследуемой в работе. Описывая степень научной разработанности темы, важно отметить, кто и когда писал какие-либо работы (монографии) на эту тему; защищались ли кандидатские, докторские диссертации на чьи фундаментальные труды (перечислить авторов).

Цель и задачи исследования содержат формулировку главной цели, которая видится в решении основной проблемы работы, обеспечивающей внесение значимого вклада в теорию и практику.

В соответствии с основной целью следует выделить три-четыре задачи, которые необходимо решить для достижения главной цели исследования. Это либо решение подпроблем, вытекающих из общей проблемы, либо задачи анализа, обобщения, выявления, обоснования, разработки, оценки отдельных аспектов общей проблемы, решение которых ведет к решению самой проблемы. Формулирование задач исследования полезно еще и в том отношении, что каждая из крупных целевых задач способна формировать отдельную главу диссертации.

Объект исследования представляет собой область научных изысканий, в пределах которой выявлена и существует исследуемая проблема. Это система закономерностей, связей, отношений, видов деятельности, в рамках которой зарождается проблема.

Предмет исследования более узок и конкретен. Благодаря его формулированию в работе из общей системы, представляющей объект исследования, выделяется часть или процесс, протекающий в системе, являющийся непосредственным предметом исследования.

Теоретическая и методологическая основа исследования сводится к утверждению, что такую основу составили научные труды отечественных и зарубежных авторов в области тех отраслей и направлений науки, к которым относится тема работы. Так, например, в экономических исследованиях принято упоминать в качестве основы политическую экономию, экономическую тео-

## Основы научных исследований

рию, макро- и микроэкономике, экономическую статистику.

Здесь же отражаются использованные в работе методы исследования, такие, как методы системного анализа и исследования операций, математические, статистические методы, метод сравнений и аналогий, метод обобщений, методы натурального моделирования, формально-логические, структурно-функционального анализа, экономико-математического моделирования, общенаучные методы абстрагирования, аналогии, моделирования, метод перехода от общего к частному, от абстрактного к конкретному, от идеального к материальному, общенаучные методы – системного и логического подхода, социологический, социально-психологический, институциональный, статистический, структурно-функциональный, частнонаучные методы .

К числу признаков, позволяющих утверждать о научной новизне исследования, относятся: постановка новой научной проблемы; введение новых научных категорий и понятий, развивающих представление о данной отрасли знаний; раскрытие новых закономерностей протекания естественных и общественных процессов; применение новых методов, инструментов, аппарата исследования; разработка и научное обоснование предложений об обновлении объектов, процессов и технологий, используемых в экономике и управлении; развитие научных представлений об окружающем мире, природе, обществе.

Структурный элемент «Основная часть» не является наименованием раздела. Под этим названием объединены разделы отчёта, следующие за введением до заключения.

Каждый раздел основной части начинается с новой страницы, имеет заголовок Разделы состоят из подразделов. Каждый подраздел имеет заголовок. Начинать подраздел с новой страницы не требуется.

В заключении содержится последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

В заключении отражаются: краткие выводы по результатам выполненной работы; оценка полноты решений поставленных задач; рекомендации по конкретному использованию результатов исследований; оценка технико-экономической эффективности внедрения (если определение технико-экономической эффективности невозможно, указывается хозяйственная либо социальная значимость работы).

Заключительная часть представляет собой не простой пе-

## Основы научных исследований

речень полученных результатов проведенного исследования, а их итоговый синтез, т.е. формулирование того нового, что внесено его автором в изучение и решение проблемы.

Список использованных источников является обязательным и составляется по порядку ссылок в тексте. Если автор делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен обязательно указать, откуда взяты приведенные материалы. Не следует включать в список те работы, на которые нет ссылок в тексте и которые фактически не были использованы. Не рекомендуется включать в этот список энциклопедии, справочники, научно-популярные книги, газеты.

Сведения об источниках приводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила».

В приложения рекомендуется включать материалы, связанные с выполненными исследованиями, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть. Как правило, это материалы, дополняющие работу: иллюстрации вспомогательного характера, промежуточные математические доказательства, формулы и расчеты; таблицы вспомогательных числовых данных; протоколы испытаний; формы отчетности; статистические данные и др.

## 9 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НИР

Завершением любой исследовательской работы является представление результатов: в той форме, которая принята научным сообществом. Следует различать две основные формы представления результатов квалификационную и научно-исследовательскую.

Квалификационная работа — курсовая работа, дипломная работа, диссертация и т.д. — служит для того, чтобы студент, аспирант или соискатель, представив свой труд на суд экспертов, получил документ, удостоверяющий уровень компетентности. Требования к таким работам, способу их оформления и представления результатов изложены в инструкциях ВАК, положениях, принятых учеными советами, и в других столь же солидных документах.

Условно вид представления научных результатов можно разделить еще на три подвида: 1) устные изложения; 2) публикации; 3) компьютерные версии. Но все они относятся к тем или иным вариантам представления текстовой, символической и графической информации. Поэтому разговор о способах оформления и представления научных результатов целесообразно начать с характеристики методов описания данных.

Наиболее детально этот вопрос рассмотрен в работе В. А. Ганзена «Системные описания в психологии». Под описанием понимается любая форма представления информации о полученных в исследовании результатах. Различают следующие варианты представления информации: вербальная форма (текст, речь), символическая (знаки, формулы), графическая (схемы, графики), предметно-образная (макеты, вещественные модели, фильмы и др.).

В человеческом сообществе основным способом передачи информации является слово. Поэтому любое научное сообщение — это прежде всего текст, организованный по определенным правилам. Различают два вида текстов: на естественном языке («природном», обыденном) и научном языке. Любое представление результатов исследования по сути своей является текстом «смешанного» вида, где в естественно речевую структуру включены «куски», сформулированные на строго понятийном языке. Эти языки нельзя строго разграничить, ибо все время происходит взаимопроникновение житейского и научного: научные термины входят в повседневное обращение, а наука черпает из естественного языка слова для обозначения вновь открытых сторон реаль-

## Основы научных исследований

ности. Например, мы свободно употребляем в повседневной речи слова, изобретенные учеными: «кислород» (М. Ломоносов), «экстракт» (К. Юнг), «условный рефлекс» (И. Павлов), «кварк» (Д. Геллман). С другой стороны, в теорию элементарных частиц вошли слова «цвет», «очарованность», «странность» для обозначения состояний кварков. И вместе с тем, в отличие от обывденного языка, научный термин имеет однозначное предметное содержание. А главное — значение научного термина определяется его местом в системе терминов данной науки, теории или модели.

Главное требование к научному тексту — последовательность и логичность изложения. Автор должен по возможности не загружать текст избыточной информацией, но может использовать метафоры, примеры и «лирические отступления» для того, чтобы привлечь внимание к особо значимому для понимания сути звену рассуждений. Научный текст, в отличие от литературного текста или повседневной речи, очень клиширован — в нем преобладают устойчивые структуры и обороты. В этом он сходен с «канцеляритом» — бюрократическим языком деловых бумаг. Роль этих штампов чрезвычайно важна — внимание читателя не отвлекается на литературные изыски или неправильности изложения, а сосредоточивается на значимой информации: суждениях, умозаключениях, доказательствах, цифрах, формулах. «Наукообразные» штампы на самом деле играют важную роль «рамки», стандартной установки для нового научного содержания.

Существуют основные логические формы высказывания: 1) индуктивное — обобщающее некоторый эмпирический материал; 2) дедуктивное — логический вывод от общего к частному или описание алгоритма; 3) аналогия — «трандукция»; 4) толкование или комментарий — «перевод», раскрытие содержания одного текста посредством создания другого.

Следующая форма описания результатов — геометрическая. Геометрические (пространственно-образные) описания являются традиционным способом кодирования научной информации. Поскольку геометрическое описание дополняет и поясняет текст, оно «привязано» к языковому описанию. Геометрическое описание наглядно. Оно позволяет одновременно представить систему отношений между отдельными переменными, исследуемыми в эксперименте. Информационная емкость геометрического описания очень велика.

Используется несколько основных форм графического представления научной информации опирающиеся на характеристики топологические и метрические. Один из традиционных спо-

## Основы научных исследований

способов представления информации, использующих топологические характеристики, — это графы. Напомним, что графом является множество точек (вершин), соединенных ребрами (ориентированными или неориентированными отрезками). Различают графы планарные и пространственные, ориентированные (отрезки-векторы) и неориентированные, связные и несвязные. Многие теоретические модели исследователи представляют в виде графов.

Чаще всего ориентированные графы используются при описании системы причинных зависимостей между независимой, дополнительными и зависимой переменными. Неориентированные графы применяются для описания системы корреляционных связей между измеренными свойствами. «Вершинами» обозначаются свойства, а «ребрами» — корреляционные связи. Характеристика связи обычно кодируется разными вариантами изображения ребер графа. Положительные связи изображаются сплошными линиями (или красным цветом), отрицательные связи — пунктиром (или синим цветом). Сила и значимость связи кодируются толщиной линии. Наиболее весомые признаки (с максимальным числом значимых связей с другими) помещаются в центре. Признаки, имеющие меньший «вес», располагаются ближе к периферии.

Любая граф-схема изоморфна матрице (предположений, корреляций и т.д.). Для удобства восприятия не рекомендуется использовать при описании результатов графы более чем с 10-11 вершинами.

Наряду с графами применяются и пространственно-графические описания, в которых учитывается структура параметров и отношения между элементами (либо метрические, либо топологические). В случае если в пространстве признаков определена метрика, то используется более строгое представление данных. Положение точки в пространстве, изображенном на рисунке, соответствует реальным координатам ее в пространстве признаков. Таким способом представляются результаты многомерного шкалирования, факторного анализа, латентно-структурного анализа и некоторых вариантов кластерного анализа.

Для первичного представления данных используются другие графические формы: диаграммы, гистограммы и полигоны распределения, а также различные графики.

Первичным способом представления данных является изображение распределения. Для отображения распределения значений измеряемой переменной на выборке используют гистограммы

## Основы научных исследований

и полигоны распределения.

Гистограмма — это «столбчатая» диаграмма частотного распределения признака на выборке. Используется декартова система координат. При построении гистограмм на оси абсцисс откладывают значения измеряемой величины, а на оси ординат — частоты или относительные частоты встречаемости данного диапазона величины в выборке. Если на гистограмме отображены относительные частоты, то площадь всех столбиков равна 1.

В полигоне распределения количество испытуемых, имеющих данную величину признака (или попавших в определенный интервал величины), обозначают точкой с координатами:  $X$  — градация признака,  $Y$  — частота конкретной градации или относительная частота. Точки соединяются отрезками прямой. Перед тем как строить полигон распределения, или гистограмму, исследователь должен разбить диапазон измеряемой величины, если признак дан в шкале интервалов или отношений, на равные отрезки. Рекомендуют использовать не менее 5, но не более 10 градаций. В случае использования номинальной или порядковой шкалы такой проблемы не возникает.

Если исследователь хочет нагляднее представить соотношение между различными величинами, например доли испытуемых с разными качественными особенностями, то ему выгоднее использовать диаграмму. В секторной круговой диаграмме величина каждого сектора пропорциональна величине встречаемости каждого типа. Величина круговой диаграммы может отображать относительный объем выборки или значимость признака.

Вариантом отображения информации, переходным от графического к аналитическому, являются в первую очередь графики, представляющие функциональную зависимость признаков. Собственно говоря, полигон распределения — это и есть отображение зависимости частоты встречаемости признака от его величины.

Идеальный вариант завершения экспериментального исследования — обнаружение функциональной связи независимой и зависимой переменных, которую можно описать аналитически.

Существует ряд простых рекомендаций по построению графиков. В частности, Л.В. Куликов дает следующие советы начинающим исследователям:

1. График и текст должны взаимно дополнять друг друга.
2. График должен быть понятен «сам по себе» и включать все необходимые обозначения.
3. На одном графике не рекомендуется изображать больше

## Основы научных исследований

четырёх кривых.

4. Линии на графике должны отражать значимость параметра, важнейшие необходимо обозначать цифрами.

5. Надписи на осях следует располагать внизу и слева.

6. Точки на разных линиях принято обозначать кружками, квадратами и треугольниками.

В самом отчёте о НИР все иллюстрации необходимо оформлять согласно ГОСТ 2.105. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

Видом графиков являются диагностические профили, которые характеризуют среднюю выраженность измеряемых показателей у группы или определенного индивида.

Наиболее важный способ представления результатов научной работы — числовые значения величины: 1) показатели центральной тенденции (среднее, мода, медиана); 2) абсолютные и относительные частоты; 3) показатели разброса (стандартное отклонение, дисперсия); 4) значения критериев, использованных при сравнении результатов разных групп; 5) коэффициенты линейной и нелинейной связи переменных и т.д. и т.п.

Итогом обработки данных «точного» эксперимента является аналитическое описание полученных зависимостей между независимыми и зависимыми переменными.

Аналитические описания, как правило, итоговое обобщение не одного, а серии исследований, проведенных разными авторами. Поэтому они редко являются завершением отдельной экспериментальной работы.

Конкретный вид функциональной зависимости выступает в качестве содержания гипотезы, которую проверяют в критическом эксперименте.

В заключении необходимо отметить, что грамотно представленные результаты выполненной работы несомненно дают возможность справедливо оценить уровень работы в целом.

## 10 ЛИТЕРАТУРА

1. Рузавин Г.И. Методология научного исследования: Учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИТ-ДАНА, 1999. – 317 с.
2. Бургин М.С., Кузнецов В.И. Введение в современную точную методологию науки: структуры систем знания: Пособие для студентов вузов. – М.: АО «Аспект Пресс», 1994. – 304 с.
3. Кузнецов И.Н. Научные работы. Методика подготовки и оформления. 2-е изд., перераб. и доп. – Минск.: Амалфея, 2000. – 544 с.
4. Научные исследования и решение инженерных задач в сфере автомобильного транспорта: учеб. пособие/ Н.А.Коваленко. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2011.- 271 с.
5. Сабитов Р.А. Основы научных исследований. Учебное пособие/ Челяб. гос. ун.-н. Челябинск, 2002. 138с.
6. Комлацкий В.И. Планирование и организация научных исследований: уч. пособие для магистров и аспирантов. Ростов-на-Дону. Изд.-во «Феникс». 2013.
7. Основы научных исследований: Учебное пособие для студентов вузов/ Под ред. В.Н.Крутова, В.В.Попова. – Высшая школа. 2009
8. Найдыш В.М. Концепции современного естествознания: учебник. – М. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Альфа; ИНФРА, 2004. 622 с.
9. ГОСТ 7.1-2003 СИБИД. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила оформления.
10. ГОСТ 7.32 – 2001 СИБИД. Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А (СПРАВОЧНОЕ)

### Основные понятия

Абдукция – способ рассуждения от имеющихся данных к гипотезе, которая объясняет или оценивает их лучше, чем альтернативные гипотезы. Впервые стал разрабатываться и применяться Ч.С. Пирсом для построения объяснительных гипотез в науке.

Абстракция (от лат. abstractio – отвлечение) – мысленный процесс отвлечения некоторых свойств и отношений предметов от других, которые рассматриваются в данном исследовании как несущественные и второстепенные. Результатом абстракции является образование абстрактных объектов.

Автореферат диссертации – научное издание в виде брошюры, содержащее составленный автором реферат проведенного исследования, представляемого на соискание ученой степени.

Аксиоматический метод – способ построения и анализа научной теории, при котором выделяют некоторые исходные ее понятия и основные утверждения, из которых, во-первых, путем правил определения образуют производные понятия, во-вторых, посредством логической дедукции выводят другие утверждения теории.

Система аксиом должна удовлетворять важнейшему требованию и непротиворечивости аксиом, менее существенным являются требования их независимости и полноты.

Актуальность темы – степень ее важности в данный момент времени и в данной ситуации для решения данной проблемы (задачи, вопроса).

Алгоритм (от Algorithmi – от латинизированной формы имени среднеазиатского ученого Аль-Хорезми) – конечная совокупность точных предписаний или правил, посредством которых можно решать однотипные или массовые задачи и проблемы.

Простейшими знакомыми алгоритмами являются арифметические действия с числами. В принципе любые проблемы массового характера, допускающие описание действий с помощью точных предписаний, допускают алгоритмическое решение. На этом основывается возможность компьютеризации целого ряда процессов и процедур в производстве, на транспорте, в экономике и в других отраслях народного хозяйства.

Аналогия (от греч. analogia – сходство, соответствие) – недемонстративное умозаключение, рассуждение, в котором из



## Основы научных исследований

сходства двух объектов по некоторым признакам делается вывод о сходстве и по другим признакам.

Апостериори и априори (от лат. *a posteriori* – из последующего и *a priori* – из предшествующего) – философские категории для обозначения знания, полученного из опыта (апостериори), и знания, предшествующего опыту (априори). Такое разграничение на самом деле является относительным, поскольку любое знание так или иначе связано с опытом и практикой. Поэтому априорным в науке называют знание, которое основано на предшествующем опыте и поэтому не нуждается в дальнейшей проверке.

Аргументация (от лат. *argumentation* – приведение аргументов) – рациональный способ убеждения, опирающийся на тщательное обоснование и оценку доводов в защиту определенного тезиса. Самым сильным способом убеждения служит доказательство, которое является дедуктивным выводом их истинных аргументов. В большинстве случаев аргументами выступают правдоподобные суждения.

Аспект – угол зрения, под которым рассматривается объект (предмет) исследования.

Верификация (от лат. *verificatio* – подтверждение, доказательство) – процесс установления истинности научных утверждений путем их эмпирической проверки. Служит важнейшим критерием научности выдвигаемых гипотез и теорий, но не все утверждения могут быть проверены таким путем непосредственно.

Существуют также косвенные способы верификации посредством выведения логических следствий из непроверяемых утверждений и соотношения их с данными опыта. Некоторые принципы и гипотезы, например в математике и философии, не верифицируемы даже таким косвенным способом.

Вероятность – понятие, обозначающее степень возможности появления случайного массового события при фиксированных условиях испытания. Такая интерпретация называется частотной или статистической вероятностью, поскольку она основывается на понятии относительной частоты, результаты которой определяются путем статистических исследований.

Логическая интерпретация вероятности характеризует отношение между посылками гипотезы и ее заключением. Это отношение определяется как семантическая степень подтверждения гипотезы ее данными. Поскольку такой же характер имеет отношение между посылками и заключением индукции, то логическую вероятность называют также индуктивной.

Герменевтика (от греч. *hermeneuo* – истолковываю, объяс-

## Основы научных исследований

ню) – понятие исторически возникло в древнегреческой филологии как искусство истолкования, перевода литературных текстов, основанное на изучении грамматики языка, исторических и других данных, способствующих раскрытию смысла текстов. Впоследствии такие приемы и способы были использованы для интерпретации религиозных текстов в экзегетике и определения подлинности юридических документов.

Гипотеза – научное предположение, выдвигаемое для объяснения каких-либо явлений.

Гипотетико-дедуктивный метод – способ рассуждения, основанный на дедукции следствий из гипотез, получивший широкое распространение при систематизации результатов исследования в естествознании и эмпирических науках в целом.

Дедукция – вид умозаключения от общего к частному, когда из массы частных случаев делается обобщенный вывод обо всей совокупности таких случаев.

Диссертация – вид научного произведения, выполненного в форме рукописи, научного доклада, опубликованной монографии или учебника. Служит в качестве квалификационной работы, призванной показать научно-исследовательский уровень исследования, представленного на соискание ученой степени.

Идеализация – мысленный процесс создания идеальных объектов посредством изменения свойств реальных предметов в процессе предельного перехода. Так, например, возникают понятия идеального газа, абсолютно твердого тела, несжимаемой жидкости, материальной точки, общества, рынка и т.п.

Идея – определяющее положение в системе взглядов, теорий, мировоззрений и т.п.

Индукция (от лат. *inductio* – наведение) – вид умозаключения от частных фактов, положений к общим выводам. Такое заключение всегда будет иметь не достоверный, а лишь вероятностный или правдоподобный характер. Поэтому в современной логике ее рассматривают как правдоподобное заключение, полученное путем установления степени его подтверждения релевантными посылками.

Интерпретация (от лат. *interpretatio* – истолкование, разъяснение) – раскрытие смысла явления, текста, знаковой структуры, рисунка, графика, способствующее их пониманию.

В герменевтике различают грамматическую, историческую и психологическую интерпретации. В логике интерпретация сводится к приписыванию определенного смысла символам, формулам и выражениям формальной системы.



## Основы научных исследований

Интуиция – (от лат. *intuitio* – пристальное всматривание, созерцание) – способность непосредственного постижения истины без обращения к развернутому логическому рассуждению. Психологически характеризуется как внутреннее «озарение». В логике и методологии рассматривается как догадка, нуждающаяся в проверке.

Информация:

- обзорная – вторичная информация, содержащаяся в обзорах вторичных документов;
- релевантная – информация, заключенная в описании прототипа научной задачи;
- реферативная – вторичная информация, содержащаяся в первичных научных документах;
- сигнальная – вторичная информация различной степени свертывания, выполняющая функцию предварительного оповещения;
- справочная – вторичная информация, представляющая собой систематизированные краткие сведения в какой-либо конкретной области знаний;
- первичная информация – информация, собранная впервые для какой-либо определенной заранее цели исследования, данные, собранные впервые на основе фиксированных наблюдений, экспериментов, опросов.

Иррациональный (от лат. *irrationalis* – неразумный, бессознательный) – понятие или суждение, находящееся за пределами разума, логики и потому противоположное разумному, целесообразному и обоснованному фактами и логикой.

Исследовательская специальность (часто именуемая как направление исследования) – устойчиво сформировавшаяся сфера исследований, включающая определенное количество исследовательских проблем из одной научной дисциплины, включая область ее применения.

Исследовательское задание – элементарно организованный комплекс исследовательских действий, сроки исполнения которого устанавливаются с достаточной степенью точности. Исследовательское задание имеет значение только в границах определенной исследовательской темы.

Категория – форма логического мышления, в которой раскрываются внутренние существенные стороны и отношения исследуемых предметов.

Ключевое слово – слово или словосочетание, наиболее полно и специфично характеризующее содержание научного до-

## Основы научных исследований

кумента или его части.

Концепция – система взглядов на что-либо, основная мысль, когда определяются цели, задачи исследования и указываются пути его ведения.

Конъюнктура – создавшееся положение в какой-либо области общественной жизни.

Конъюнкция (от лат. conjunctio – союз, связь) – логическая операция образования сложного высказывания из двух или нескольких простых с помощью связки, которой соответствует в речи союз «и». Она считается истинной, если все конъюнктивные члены истинны.

Краткое сообщение – научный документ, содержащий сжатое изложение результатов (иногда промежуточных, предварительных), полученных в итоге научно-исследовательской или опытно-конструкторской работы.

Назначением такого документа является оперативное сообщение о результатах выполненной работы на любом ее этапе.

Метод (от греч. methodos – способ исследования, обучения, действия) – совокупность приемов, операций и способов теоретического познания и практического преобразования действительности, достижения определенных результатов.

Их классификация может проводиться по разным основаниям, например, по областям применения: физические, химические, биологические, математические, социологические, экономические и т.п.; по охвату явлений: общие и частные; по полученным результатам: достоверные и вероятностные; по структуре: алгоритмические, эвристические и т.д. В основе любых научных методов лежат определенные принципы, теории и законы.

Метод исследования – способ применения старого знания для получения нового знания. Является орудием, инструментом получения научных фактов.

Методология научного познания – учение о принципах, формах и способах научно-исследовательской деятельности.

Науковедение – изучает закономерности функционирования и развития науки, структуру и динамику научной деятельности, взаимодействие науки с другими сферами материальной и духовной жизни общества.

Наукометрия – область науковедения, занимающаяся статистическими исследованиями структуры и динамики научной информации.

Научная тема – задача научного характера, требующая проведения научного исследования. Является основным планово-



## Основы научных исследований

отчетным показателем научно-исследовательской работы.

Научная теория – система абстрактных понятий и утверждений, которая представляет собой не непосредственное, а идеализированное отображение действительности.

Научно-техническое направление научно-исследовательской работы – самостоятельная техническая задача, обеспечивающая в дальнейшем решение проблемы.

Научный доклад – научный документ, содержащий изложение научно-исследовательской или опытно-конструкторской работы, опубликованный в печати или прочитанный в аудитории.

Научный отчет – научный документ, содержащий подробное описание методики, хода исследования (научной разработки), результаты, а также выводы, полученные в итоге научно-исследовательской или опытно-конструкторской работы.

Назначением этого документа является исчерпывающее освещение выполненной исследовательской работы по ее завершении или за определенный промежуток времени.

Научный факт – событие или явление, которое является основанием для заключения или подтверждения. Основным элементом, составляющим основу научного знания.

Обзор – научный документ, содержащий систематизированные научные данные по какой-либо теме, полученные в итоге анализа первоисточников. Знакомит с современным состоянием научной проблемы и перспективами ее развития.

Обобщение (от лат. *generalisatio* – обобщаю) – процесс мысленного перехода от единичного и частного к общему. Наиболее знакомым примером является индуктивное обобщение свойств, отношений и других характеристик предметов и явлений. На этой основе образуются общие понятия и суждения.

Объект исследования – процесс, операция или явление, порождающие проблемную ситуацию и избранные для специального изучения.

Объяснение – важнейшая функция науки, заключающаяся в подведении фактов о предметах, событиях и явлениях под некоторые общие утверждения (законы, теории, принципы).

Наиболее распространенной схемой объяснения является дедуктивно-номологическая модель, в которой высказывание о факте логически выводится из существующего закона вместе с указанием конкретной информации о факте (начальные и граничные условия).

Определение (дефиниция) – один из самых надежных способов, предохраняющих от недоразумений в общении, споре,

## Основы научных исследований

диспуте и исследовании. Целью определения является уточнение содержания используемых понятий.

Парадигма – (от греч. – *paradeigma* – пример, образец) – основополагающая теория вместе со способами ее использования, принятия научным сообществом в той или иной отрасли науки в определенный период ее развития.

Идея парадигмы была использована американским историком и философом науки Т. Куном в 70-х гг. для характеристики нормального и экстраординарного этапов развития науки. На стадии нормальной науки ученые работают в рамках существующей парадигмы, применяя ее к новым случаям. Когда парадигма оказывается явно неприменимой для объяснения новых фактов, наступает кризис в науке. Несмотря на определенные достоинства концепции Т. Куна, она все-таки упрощает многие особенности развития науки и поэтому подвергается критике.

Парадокс – в узком и строгом смысле это два противоположных утверждения, для обоснования каждого из которых существуют убедительные аргументы.

В научном познании возникновение парадоксов свидетельствует о существовании определенных границ для применения существующих теоретических и логико-методологических понятий и принципов исследования. В широком смысле парадоксальными считаются мнения или суждения, резко противоречащие традиционным, устоявшимся мнениям и представлениям.

Подтверждение – критерий, посредством которого характеризуется соответствие гипотезы, закона или теории наблюдаемым фактам или экспериментальным результатам.

Поскольку подтверждение опирается на возможную схему вероятностного заключения, постольку его результат не является окончательным.

Понимание – важнейшая функция научного познания, состоящая в раскрытии смысла человеческих действий, поведения.

Первоначально категория понимания стала анализироваться в связи с раскрытием смысла текстов разнообразного содержания в герменевтике, а затем и любых других знаковых структур. Если раньше понимание сводили только к раскрытию авторского смысла текста, то теперь оно предполагает дополнение и развитие первоначального смысла, что приводит к более глубокому пониманию.

Понятие – это мысль, в которой отражаются отличительные свойства предметов и отношения между ними.

Постановка вопроса (проблемы) – при логическом методе

## Основы научных исследований

исследования включает в себя, во-первых, определение фактов, вызывающих необходимость анализа и обобщений, а во-вторых, выявление вопросов и проблем, которые в настоящее время не разрешены наукой.

Всякое исследование связано с определением фактов, которые не объяснены наукой, не систематизированы, выпадают из ее поля зрения. Обобщение их составляет содержание постановки вопроса (проблемы). От факта к проблеме – такова логика постановки вопроса.

Предмет исследования – все то, что находится в границах объекта исследования в определенном аспекте рассмотрения.

Принцип – основное, исходное положение какой-либо теории, учения, науки.

Проблема (от греч. *problema* – трудность, преграда) – противоречие в познании, характеризующееся несоответствием между новыми появившимися фактами, данными и старыми способами их объяснения; крупное обобщение множества сформулированных научных вопросов, которые охватывают область будущих исследований. В настоящее время различают следующие виды проблем:

исследовательская – это комплекс родственных тем исследования в границах одной научной дисциплины и в одной области применения;

комплексная научная – это взаимосвязь научно-исследовательских тем из различных областей науки, направленных на решение важнейших народнохозяйственных задач;

научная – это совокупность тем, охватывающих всю научно-исследовательскую работу или ее часть, предполагает решение конкретной теоретической или опытной задачи, направленной на обеспечение дальнейшего научного или технического прогресса в данной отрасли.

Суждение – это мысль, с помощью которой что-либо утверждается или отрицается.

Такая мысль, заключенная в предложении, содержит три элемента: субъект, предикат и связка – «есть» или «не есть» (слова, выражающие связку, в русском языке обычно не употребляются).

Теория – учение, система идей или принципов. Совокупность обобщенных положений, образующих науку или ее раздел. Она выступает как форма синтетического знания, в границах которой отдельные понятия, гипотезы и законы теряют прежнюю самостоятельную автономность и становятся элементами целост-

ной системы.

Умозаключение – мыслительная операция, посредством которой из некоторого количества заданных суждений выводится иное суждение, определенным образом связанное с исходным.

Факт (от лат. *factum* – сделанное, совершившееся) – в методологии науки это предложения, фиксирующие эмпирическое знание о событиях и явлениях реального мира. Такое знание всегда связано с теоретическим, и поэтому не существует ни чисто актуального знания, ни нейтрального языка наблюдений.

Фактографический документ – научный документ, содержащий текстовую, цифровую, иллюстрированную и другую информацию, отражающую состояние предмета исследования или собранную в результате научно-исследовательской работы.

Фальсификация (от лат. *falsus* – ложный и *facio* – делаю) процедура, устанавливающая ложность гипотезы или теории в ходе эмпирической их проверки. Служит важнейшим критерием научности гипотез в методологии К. Поппера.

Формула изобретения – это описание изобретения, составленного по утвержденной форме, содержащее краткое изложение его сущности.

Формула открытия – это описание открытия, составленное по утвержденной форме и содержащее исчерпывающее изложение его сущности.

Экспликация – (от лат. *explicatio* – разъяснение) – уточнение понятий и суждений научного языка с помощью средств символической или математической логики.

Экстраполяция (от лат. *extra* – сверх и *rojito* – выправляю, изменяю) – процедура перенесения и распространения свойств, отношений или закономерностей с одной предметной области в другую.