

## ЛЕКЦИЯ 2

### 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НАУКЕ И НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

#### План лекции

- 2.1. Общие сведения о науке. Классификация наук
- 2.2. Общие сведения о научных исследованиях и их классификация
- 2.3. Формы научного познания
  - 2.3.1. Научные проблемы
  - 2.3.2. Научные факты
  - 2.3.3. Научные гипотезы
  - 2.3.4. Научные теории

#### **2.1. Общие сведения о науке. Классификация наук**

*Наука* – это сфера человеческой деятельности, функцией которой является выработка и систематизация объективных знаний об окружающей нас действительности. Понятие «наука» включает в себя как деятельность по получению нового знания, так и результат этой деятельности – сумму полученных к данному моменту научных знаний, образующих в совокупности научную картину мира. Научная деятельность имеет место лишь тогда, когда происходит приращение нового знания.

Не всякое знание можно рассматривать как научное. Нельзя признать научными те знания, которые получает человек лишь на основе простого наблюдения. Эти знания играют в жизни людей важную роль, но они не раскрывают сущности явлений, взаимосвязи между ними, которая позволила бы объяснить, почему данное явление протекает так или иначе, и предсказать дальнейшее его развитие.

Правильность научного знания определяется не только логикой, но прежде всего обязательной проверкой его на практике. Научные знания принципиально отличаются от слепой веры, от беспрекословного признания истинным того или иного положения, без какого-либо логического его обоснования и

практической проверки. Раскрывая закономерные связи действительно-сти, наука выражает их в абстрактных понятиях и схемах, строго соответствующих этой действительности.

То, что за достаточно большой период времени происходит один раз – это случай, несколько десятков раз – это тенденция, огромное множество раз – это закономерность; то, что практически не имеет исключений и происходит всегда – закон.

Основным признаком и главной функцией науки является познание объективного мира. Наука создана для непосредственного выявления существенных сторон всех явлений природы, общества и мышления.

Цель науки – познание законов развития природы и общества и воздействие на природу на основе использования знаний для получения полезных обществу результатов. Пока соответствующие законы не открыты, человек может лишь описывать явления, собирать, систематизировать факты, но он ничего не может объяснить и предсказать.

Развитие науки идет от сбора факторов, их изучения и систематизации, обобщения и раскрытия отдельных закономерностей к связанной, логически стройной системе научных знаний, которая позволяет объяснить уже известные факты и предсказать новые. Всякое научное открытие есть труд всеобщий, в каждый данный момент времени наука выступает как суммарное выражение человеческих успехов в познании мира.

Все научные концепции (прямо или опосредованно) системно взаимосвязаны между собой. Научное знание всегда системно организовано. Разные художественные произведения даже одного и того же автора могут быть совершенно не связаны между собой. Однако разные научные теории даже самых разных авторов объединяются в целостную науку. Если между научными концепциями возникают существенные противоречия, то ученые их стремятся так или иначе преодолевать (или хотя бы сглаживать), восстанавливая взаимную согласованность в рамках единой системы знания.

Единое здание науки воздвигается (и перестраивается) сотрудничеством ученых только системоорганизованно. Любая система научных знаний уходит со сцены не под давлением даже очень веских, но разрозненных фактов, противоречащих ей. Она отступает лишь перед новой системой научных знаний. Вот почему обречены на провал попытки создавать новые грандиозные концепции, никак не связывая с уже существующими.

Характерной особенностью современной науки является то, что она превращается в сложный и непрерывно растущий социальный организм, в наиболее динамичную, подвижную, производительную силу общества. 90 % всех имеющихся знаний получены за последние 50 лет. Около 90 % когда-либо существовавших ученых – наши современники. Безусловно, темпы накопления научной информации и практического применения научных открытий ускоряют свой ход.

К особенностям современного этапа развития науки относятся следующие:

1. В современных научных исследованиях существенно возросла роль логико-математических операций. Еще Галилей отмечал, что книга природы написана на языке математики, и тот, кто хочет ее прочесть, должен овладеть этим языком. Арсенал используемых методов и методик радикально расширился благодаря информационной революции и широкомасштабной компьютеризации. Благодаря интенсивной компьютеризации и кибернетизации научных исследований, развитию информатики и вычислительной техники стало возможным хранить и обрабатывать колоссальную информацию. Всё больше распространяется вычислительный эксперимент.

2. Ускорилась и углубилась дифференциация научного знания, ведущая к возникновению все новых наук, и интеграция, ведущая ко всё более тесному их переплетению. Научные исследования приоткрывают в окружающем мире всё более глубокие взаимосвязи и переходы от одной области явлений к другой. В результате происходит интенсивное взаимопроникновение наук. Дифференциация наук является как бы отправной точкой, а инте-

грация – конечным результатом таких междунанучных взаимодействий. Эти два процесса неотделимы друг от друга и сопутствуют один другому. Дифференциация, если она не сопровождается интеграцией, приводит к тому, что современный ученый порою не знает, чем занимается его коллега, работающий в соседней лаборатории или на смежной кафедре. Активно развиваются новые пограничные науки, междисциплинарные и комплексные исследования. Многие выдающиеся достижения принадлежат "пограничникам" – тем ученым, которые работают на пограничной полосе между традиционно сложившимися науками. В отличие от обычных пограничников эти делают всё наоборот: они всячески способствуют тому, чтобы любой "информационный нарушитель" свободно переходил "границы" между науками.

3. Оставаясь фундаментальной наукой, физика перестала быть единственным лидером в изучении природы: ныне столь же большое влияние на общенаучную сферу и жизнь общества оказывают науки биологического цикла, а также исследования в области информации и теории систем. Показательны в этом отношении научные открытия, признанные наиболее значительными за 2000 год. Согласно мнениям экспертов, опубликованным в журнале Science, к десяти крупнейшим научным достижениям, прежде всего, относятся такие:

- была создана полная карта человеческого генома;
- удалось установить, что главную роль в управлении производством белков в клетке играют молекулы РНК (этой первичной нуклеиновой кислоты на Земле), а не ДНК (без которой изначальные формы земной жизни вполне могли обходиться);
- в Грузии были найдены окаменелости человекоподобного существа, жившего 1,7 млн. лет назад;
- достижения "пластиковой электроники" позволили создать сложные микросхемы на гибкой подложке и первый органический лазер;

– проводились углубленные исследования “родовых клеток” (stem cells), что в перспективе сделает возможным получать любую ткань организма;

– была построена подробная карта молодой Вселенной, основанная на реликтовом излучении.

4. Наука стоит на пороге нового этапа космизации.

5. Изменился характер взаимодействия науки и практики. С одной стороны, наука воспаряет ко все более высоким теоретическим небесам, а с другой стороны – все глубже погружается в почву практической жизни, проникая во все ее уголки. Достаточно назвать комплексную автоматизацию производства, контроля и управления (благодаря широкому использованию компьютерной техники), открытие и использование новых видов энергии и т.п. Изменилась сама причинно-следственная связь между наукой и практикой. Ранее, как правило, обыденно-практический опыт и поисковые экспериментальные работы предшествовали научным исследованиям, которые сводились к теоретическому осмыслению и обобщению полученных результатов. Ныне научно-теоретические исследования в большей мере определяют область необходимых экспериментальных работ и прогнозируют возможные практические реализации. Как известно, паровая машина была создана задолго до ее концептуального обоснования – термодинамической теории теплоты. Однако электрические процессы стали широко использоваться на практике только во второй половине XIX в., уже после того, как Дж.К. Максвелл разработал основы классической электродинамики. Опираясь на ее закономерности, удалось реализовать радиосвязь, сконструировать электродвигатель и т.п. А что уж говорить о практических последствиях теоретических разработок в компьютерной сфере. Резко ускорился процесс практического внедрения научных открытий. На практическое освоение паровой машины ушло столетие; практическое же внедрение атомной энергии произошло почти за десятилетие. Существенно поднялся профессиональный уровень рабочих, ИТР, что позволяет им широко использовать научные знания в процессе производ-

ства. Деятельность изобретателей и рационализаторов – важная форма сближения науки с производством.

5. В процессе современной НТР наука превратилась в непосредственную производительную силу, заметно расширились ее социальные функции, а также влияние на все сферы материальной и духовной жизни общества.

Наука в целом разделяется на отдельные науки, соответствующие отраслям знаний. Эти науки обычно разбивают на три группы: *естественные*, *общественные* и *технические*. Такая классификация сложилась исторически и является условной. Существуют науки, которые нельзя отнести только к одной группе. Например, экология относится одновременно к естественным и техническим наукам, география – к естественным и общественным наукам.

По своей направленности, по непосредственному отношению к практике науки принято подразделять на *фундаментальные* и *прикладные*. Задачей фундаментальных наук является познание законов, управляющих поведением и взаимодействием базисных структур природы, общества и мышления. Эти законы познаются безотносительно к их возможному использованию. Цель прикладных наук – применение результатов фундаментальных наук для решения не только познавательных, но и социально-практических проблем. Причем все технические науки являются прикладными.

## **2.2. Общие сведения о научных исследованиях и их классификация**

Под *научным исследованием* понимается процесс выработки научных знаний как один из видов познавательной деятельности. Научное исследование – одна из самых важных форм познавательной деятельности, ведущая к получению новых теоретических знаний, которые выражают некие устойчивые принципы, тенденции, закономерности и законы.

Научное исследование характеризуется объективностью, воспроизводимостью, доказательностью, точностью.

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

Основой разработки каждого научного исследования является *методология*, т.е. совокупность методов, способов, приемов и их определенная последовательность, принятая при разработке научного исследования. Исходные посылки (постулаты), на которых базируется методология научных исследований, могут быть сформулированы на базе диалектического материализма следующим образом: мир материален; мир познаваем; результатом познавательного процесса является истина; практика – источник, цель и критерий истины.

Любое научное исследование имеет свой объект и предмет. *Объектом* научного исследования является материальная или идеальная система. Систему можно определить как совокупность взаимосвязанных элементов, образующих единое целое и имеющих единое назначение или цель. *Предмет* – это структура системы, закономерности взаимодействия элементов внутри системы и вне ее, закономерности развития, различные свойства, качества и т. д.

Научное исследование обладает двумя взаимосвязанными уровнями – *эмпирическим* и *теоретическим*; может быть проконтролировано благодаря эмпирическому воспроизведению и теоретической проверке доказательств.

На эмпирическом уровне с помощью наблюдений и экспериментов устанавливаются новые факты, позволяющие найти качественные и количественные характеристики исследуемых объектов и явлений. Методологической основой экспериментальных исследований является *теория планирования эксперимента*. Можно выделить некоторые общие моменты, характерные для этого уровня исследований, проводимых в различных областях науки и техники. В частности, экспериментатор старается проконтролировать

объект исследования и надежно оценить точность результатов измерения. Каждый исследователь стремится уменьшить число опытов, поскольку это ускоряет работу и делает ее более экономичной. Даже для простого эксперимента целесообразно составить план его проведения. Важную роль в процессе опыта играет обнаружение неполадок и проверка полученных результатов. В конечном итоге любые экспериментальные данные должны быть обобщены в виде выводов, рекомендаций, эмпирических закономерностей, которые выражают устойчивую повторяемость между эмпирическими характеристиками. На этом уровне получают ответ на вопрос о том, как протекает процесс.

На теоретическом уровне определяются и формулируются общие для данной предметной области закономерности, позволяющие объяснить ранее выявленные факты и эмпирические законы, а также предсказать будущие события и факты, т. е. создаются теории.. На теоретическом уровне исследования получают ответы на вопросы о том, как протекает процесс и почему он протекает именно так. Наличие теории, единообразным способом объясняющей факты, является необходимым условием научного знания.

По аналогии с рассмотренной ранее классификацией наук выделяют три вида научных исследований: фундаментальные, прикладные и разработки.

*Фундаментальные исследования* направлены на открытие и изучение новых явлений и законов природы, на создание новых принципов исследования. Их целью является расширение научного знания общества, установление того, что может быть использовано в практической деятельности человека. Такие исследования ведутся на границе известного и неизвестного и обладают наибольшей степенью неопределенности.

*Прикладные исследования* направлены на нахождение способов использования законов природы для создания новых и совершенствования существующих средств и способов человеческой деятельности. Цель – установление того, как можно использовать научные знания, полученные в ре-



зультате фундаментальных исследований, в практической деятельности человека. Прикладные исследования, в свою очередь, подразделяются на поисковые, научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

*Поисковые исследования* направлены на установление факторов, влияющих на объект, отыскание путей создания новых технологий и техники на основе способов, предложенных в результате фундаментальных исследований. В результате *научно-исследовательских работ* создаются новые технологии, опытные установки, приборы и т.п. Целью *опытно-конструкторских работ* является подбор конструктивных характеристик, определяющих логическую основу конструкции.

В результате фундаментальных и прикладных исследований формируется новая научная и научно-техническая информация. Целенаправленный процесс преобразования такой информации в форму, пригодную для освоения в промышленности, обычно называется *разработкой*. Она направлена на создание новой техники, материалов, технологии или совершенствование существующих. Конечной целью разработки является подготовка материалов исследований к внедрению.

В зависимости от источника финансирования научные исследования делят на *госбюджетные*, *хоздоговорные* и *нефинансируемые*. Госбюджетные научные исследования финансируются из средств государственного бюджета. Хоздоговорные исследования финансируются организациями-заказчиками на основе хозяйственных договоров. Нефинансируемые исследования выполняются по договорам о сотрудничестве.

Каждую научно-исследовательскую работу можно отнести к определенному направлению. Под научным направлением понимается наука или комплекс наук, в области которых ведутся исследования. В связи с этим различают: техническое, биологическое, физико-техническое, историческое и т.п. направления с последующей детализацией. К техническому направлению можно отнести исследования в области технической термодинамики, тепло-

вых двигателей; к биологическому направлению – исследования в области биохимии или генной инженерии и т. д.

В частности, при проведении научно-технического исследования можно выделить следующие этапы:

1. Информационный поиск и составление методики исследования. На первом этапе прежде всего производится сбор информации, касающейся условий и методики решения задач данного класса. Источники информации, представленные в виде научных статей, отчетов, рефератов, аннотаций, патентов подвергаются всестороннему анализу. В результате формулируются выводы по обзору информации, цели и задачи исследования

2. Теоретические исследования. Изучение физической сущности. Определение фундаментальных закономерностей, которым подчиняется исследуемый процесс или явление. Формулирование гипотезы и ее логико-математическое развитие с получением выводов, соотношений, формул. Построение математической модели. Оценка влияния различных факторов на функционирование объекта, определение конкретных процессов и характеристик, которые предстоит исследовать экспериментальным путем.

3. Подготовка и проведение экспериментальной части исследования. На этом этапе реализуется проект экспериментальной установки, т. е. установка изготавливается, монтируется и налаживается, а также оснащается необходимой измерительной аппаратурой. Одновременно с подготовкой экспериментальной установки оформляется конкретный план эксперимента. Устанавливаются диапазоны изменения переменных. Кроме того, уточняется, какие измерения и в каких условиях предстоит сделать, какова последовательность измерений и т. д.

4. Обработка данных эксперимента, анализ и обобщение результатов. Любой эксперимент заканчивается обработкой полученных данных и представлением результатов в виде таблиц, графиков, формул, статистических оценок, а также в виде словесных описаний. Этап заканчивается формулиро-

ванием новых фактов и законов, теоретических и практических выводов, объяснений и научных предсказаний.

5. Оформление результатов. Материалы, полученные при проведении научно-технического исследования, должны быть обработаны, систематизированы и помещены в отчет. Успешно законченное научно-техническое исследование обязательно содержит оригинальные результаты, представляющие интерес для широкого круга специалистов данной отрасли. В связи с этим целесообразно опубликование наиболее интересного материала в виде статьи или монографии. Одной из форм научной продукции является диссертация – исследование, представляемое на соискание ученой степени и публично защищаемое соискателем на заседании специализированного совета. Структура диссертационной работы в основном соответствует структуре научно-технического исследования. Кроме того, в процессе выполнения научных исследований могут появиться открытия или изобретения.

6. Внедрение результатов в промышленность. Этот этап является завершающим в научно-техническом исследовании. В данном случае под внедрением понимается передача промышленности (предприятию, конструкторскому бюро) научной продукции. Внедрение научных разработок в промышленность завершается оформлением акта внедрения и расчета экономической эффективности.

### **2.3. Формы научного познания**

Под формами научного познания понимают те логические конструкции, которые воспроизводят объективную реальность. Это, прежде всего, такие элементарные логические формы, как научные понятия, научные суждения, научные умозаключения. Далее, это такие высокоорганизованные логические конструкции, как научные проблемы, научные гипотезы и научные теории.

#### **2.3.1. Научные проблемы**

Процесс любого научного познания начинается с постановки проблемы как исходного пункта направления научной деятельности. Под проблемой в широком смысле понимают теоретический или практический вопрос, требующий разрешения. Употребляя это слово, обычно подчеркивают важность решаемого вопроса либо необходимость его разрешения. Проблемы ставятся перед наукой в процессе развития общества, исходя из его потребностей. Научная проблема – это вопрос, поставленный ходом развития науки, "знание о незнании". Наука развивается от постановки проблем к их решению и выдвижению новых проблем. Этот процесс нередко приводит к изменению теоретических представлений и методов познания, к научным революциям.

В самой науке проблемная ситуация имеет место тогда, когда новый эмпирический материал (новые факты) не укладывается в рамки существующей теории или когда опережающее развитие теории начинает сдерживаться недостатком опытных данных. В обоих случаях сознание того, что именно является неизвестным и что необходимо узнать, позволяет сформулировать проблему и определяет направление теоретического и экспериментального поиска.

С.Л. Рубинштейн в «Основах общей психологии» писал: «Начальным моментом мыслительного процесса обычно служит проблемная ситуация. Мыслить человек начинает тогда, когда у него появляется потребность что-то понять. Мышление всегда начинается с проблемы или вопроса, с удивления или недоумения, с противоречия. Проблемной ситуацией определяется вовлечение личности в мыслительный процесс».

В качестве объекта исследования выбирается не любой объект, а только такой, изучение которого реально на данном этапе развития человеческого общества. Отсюда следует, что постановка проблемы обязательно должна включать в себя совокупность основных путей ее разрешения. Правильно поставить проблему, вывести ее из предшествующего знания – значит во многом определить успех решения задачи. Поставить проблему порой не

менее трудно, чем найти ее решение: правильная постановка проблемы в известной мере направляет поисковую активность мысли, ее устремленность. Недаром считается, что правильная постановка задачи – это уже половина ее решения.

Таким образом, для постановки научной проблемы требуется выяснить ее актуальность (важность), обосновать возможность ее разрешения при существующем уровне знания в данной отрасли, а также установить ожидаемую эффективность (полезность) по принятому критерию.

### **2.3.2. Научные факты**

Процесс познания включает накопление фактов. Без систематизации и обобщения, без логического осмысления фактов не может существовать ни одна наука. «Как ни совершенно крыло птицы, оно никогда не смогло бы поднять ее ввысь, не опираясь на воздух. Факты – это воздух ученого, без них вы никогда не сможете взлететь» (академик И. П. Павлов). Один и тот же факт может получать разные интерпретации (в том числе, ошибочные). В древности, еще до Архимеда, на опыте "доказывалось", что воздух не имеет веса. Взвешивали мяч надутый и не надутый – вес получался один и тот же... Сейчас почти любой школьник знает, в чем ошиблись древние экспериментаторы.

Порою научно-поисковые трудности состоят не в малочисленности фактов, а в их изобилии. И тогда важно понять, какие из них вообще к делу не относятся, а какие играют второстепенную роль. Большая удача – это правильно выбрать самые фундаментальные факты. Для Эйнштейна одним из таких фактов стала неизменность скорости света. Доказательными являются лишь факты, объединенные в систему, и адекватно истолкованные. Факты становятся составной частью научных знаний, когда они выступают в систематизированном, обобщенном виде.

### **2.3.3. Научные гипотезы**

Исследование проблемы начинается с выдвижения *гипотезы*, представляющей собой обоснованное предположение, выдвигаемое с целью выяснения закономерностей, и причин исследуемых явлений.

Гипотезы могут быть научными, ненаучными и псевдонаучными. Ненаучные гипотезы – это гипотезы в ненаучной сфере, не претендующие на статус научности. Псевдонаучные гипотезы выдают себя за научные без всяких на то оснований. Они не основаны на многочисленных фактах и наблюдениях или вообще не допускают никакой проверки.

*Научная гипотеза* – это незавершенная теоретически или непроверенная практически попытка дать объяснение (интерпретацию) какой-то достаточно большой совокупности фактов, связанных между собой. Когда ученые не располагают достаточным фактическим материалом, то в качестве средства достижения научных результатов они используют научные гипотезы, которые после проверки могут оказаться истинными или ложными.

Гипотеза связана с переходом от познания явлений к познанию сущности изучаемых процессов, а также с переходом от чисто эмпирических к теоретическим обобщениям. Любая истина, любая аксиома или теория были когда-то гипотезами. Гипотеза часто выступает как первоначальная формулировка, черновой вариант открываемых законов. Создание гипотезы зачастую связано с научной интуицией (конечно, помноженной на мудрость и трудолюбие).

Как форма научного познания гипотеза характеризуется прежде всего тем, что она является обоснованным предположением и это отличает ее от разного рода догадок и необоснованных предположений.

Гипотезы носят вероятностный характер. На их основе происходит систематизация ранее накопленного знания и осуществляются поиски новых научных результатов – в этом суть и назначение гипотезы как формы развития науки. Гипотеза может согласоваться с другими научными системами или противоречить им. Ни то ни другое не дает оснований отвергнуть гипотезу или принять ее. Гипотеза даже может противоречить достоверной теории. К

такому противоречию нужно отнестись достаточно серьезно, но не следует думать, что оно обязательно ведет к опровержению гипотезы. Возможно, противоречие между гипотезой и достоверной теорией, которая всегда носит конкретно-исторический характер, свидетельствует о необходимости пересмотреть наше отношение к достоверности данной теории, внести в нее изменения, ограничивающие сферу ее применения. Например, теория относительности ограничила применение механики Ньютона. Возможно также, что две противоречащие друг другу системы знания выражают крайние случаи одной более общей теории. Обе системы истинны, но ограничены. Такая ситуация, например, сложилась в физике, когда были доказаны следующие положения: «Свет состоит из частиц» и «Свет имеет волновую природу».

Гипотеза выдвигается в надежде на то, что она, если не в полном объеме, то хотя бы частично преобразуется в достоверное знание. Например, гипотезы о возможности превращения тепловой и электромагнитной энергии в механическую, построенные на базе закона сохранения и превращения энергии, стали достоверными знаниями. Это произошло, как только были созданы паровая машина и электрические двигатели.

Гипотеза проходит три этапа: построение (накопление, анализ и обобщение фактов, выдвижение предположения для их объяснения), проверка (выведение следствий, вытекающих из гипотезы и сопоставление следствий с фактами), доказательство (практическая проверка полученных выводов). Выдвинутая гипотеза доказывается или опровергается. Доказанная гипотеза превращается в научную теорию.

#### **2.3.4. Научные теории**

*Научная теория* – это развивающаяся система достоверных знаний, которая описывает, объясняет и предвидит явления в определенной предметной области. Это одна из высших форм организации научного знания.

Научная теория представляет собой сложную систему знаний, компонентами которой являются: исходная эмпирическая база (обобщенные и сис-

тематизированные факты), теоретическая основа (законы, аксиомы, постулаты); логические средства, обеспечивающие правильность выводов и доказательства, основное содержание теории: положения теории, ее выводы и система аргументации (см. рис. 2.1).



Рис. 2.1. Структура теории

Требования, предъявляемые к научной теории:

- адекватность своему объекту;
- максимально возможная полнота описания данной предметной области;
- внутренняя непротиворечивость – согласованность с известными и проверенными фактами, для описания и объяснения которых она выдвинута, согласованность фактов с известными законами науки;
- связь всех ее положений и выводов, их логическое обоснование;
- принципиальная проверяемость;
- простота теории, т.е. способность объяснить все известные факты из одного исходного положения.

В отличие от гипотезы, достаточно апробированная теория не может иметь много равноценных "конкурентов" в лице других теорий.