

## Практическое занятие №2 Методология научного познания.

Цель: Изучение методов научного познания

Основные понятия: методы науки, эмпирические методы познания, наблюдение, эксперимент, теоретические методы познания, индукция, дедукция, анализ, синтез, моделирование, модель, идеализация, классификация, абстрагирование.

### Информационная поддержка

Несмотря на многообразие научных методов, их можно разделить на две большие группы: эмпирические и теоретические методы познания.

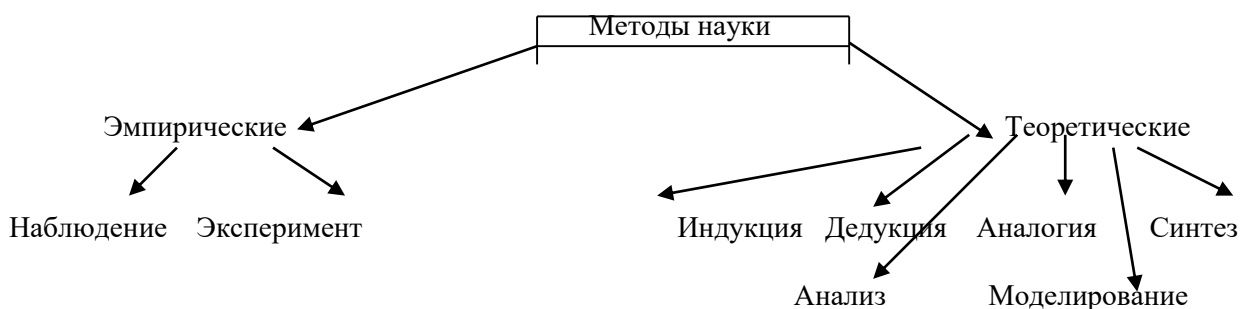


Рис. 1. Система научных методов

*Наблюдение* – целенаправленное, организованное восприятие предметов и явлений. Это опыт, проводимый без вмешательства исследователя в естественное протекание изучаемого процесса. Он проводится для сбора фактов, укрепляющих или опровергающих ту или иную гипотезу, которая является основой для определенных теоретических обобщений. Пример – пятилетнее наблюдение выдающегося натуралиста Ч.Дарвина за животными и растительными видами во время кругосветного путешествия 1831-1836 гг.

*Эксперимент* – способ исследования, который отличается от наблюдения активным характером. Эксперимент позволяет изолировать исследуемый объект от влияния побочных, несущественных явлений, позволяет изучать объект в чистом виде. В ходе эксперимента можно многократно повторять ход процесса в строго фиксированных, контролируемых условиях и можно планомерно изменять протекание процесса, состояние. Эксперимент – это опыт, проводимый с вмешательством исследователя в естественное протекание изучаемого процесса. Примерами естественнонаучных экспериментов являются опыты селекционеров животных и растений.

Эмпирические методы можно разделить на качественные и количественные, а также – на визуальные и инструментальные опыты.

В *визуальных опытах* результат воспринимается с помощью органов чувств исследователя. Зрение – важнейший, но далеко не единственный из анализаторов, поэтому название «визуальный» не совсем точно. Изменение цвета, запаха, температуры реагентов в химической реакции во время опыта - визуальный опыт.

В *инструментальных (приборных) опытах* результат получается посредством научных приборов: микроскопов, телескопов, ускорителей элементарных частиц и т.д.

При делении опытов на количественные и качественные принимается во внимание способ представления результата.

В *качественных опытах* целью ставится выявить качественный эффект исследования. Пример - установление в 1820 году датским физиком Г. Эрстедом эффекта действия тока на постоянный магнит. Магнитная стрелка, размещенная на острие, отклонялась от направления «север-юг» вблизи вертикального проводника с постоянным током.

В ходе наблюдения и эксперимента проводится такая процедура, как измерение. Магнитная стрелка, размещенная на острие, отклонялась от направления «север-юг» вблизи вертикального проводника с постоянным током.

В *количественных опытах* результат обязательно представляется в количественной форме. Например, в виде числа и размерности. Опыты немецкого физика Г. Ома по установлению в 1826

году закона об электричестве были количественными – значения токов и соответствующих им электрических напряжений выражались числовыми показателями.

В настоящее время естественнонаучные опыты стараются выполнять по количественному варианту. Это позволяет применять в них математические приемы, делать результаты более точными, обеспечивать их сравнительный анализ.

Основой количественных опытов являются измерения - сложные процедуры получения количественных результатов, сравнения их с мерами, оценкой допущенной погрешности. *Измерение* – это материальный процесс сравнения какой-либо величины с эталоном, единицей измерения.

Теоретические методы науки, в отличие от эмпирических, при получении научных результатов используют мыслительные процедуры.

*Индукция* – метод умозаключения, при котором знание переносится с частого случая (объекта, процесса) на общий. Например, выстраивание Д. И. Менделеевым всех химических элементов в периодическую систему, исходя из знания характеристик и свойств отдельных элементов.

*Дедуция (в переводе с греч. - выведение)* – метод умозаключения, обратный по отношению к индукции. В нем на основе знаний о всей группе объектов (явлений) непосредственно устанавливается знание применительно к частному случаю (объекту, явлению), т.е. непосредственно переносят знание с общего на частное. Например, предсказание Д.И. Менделеевым основных характеристик и свойств 10 неизвестных (на момент открытия периодического закона) химических элементов в дополнение к 62 известным.

*Аналогия (в переводе - сходство)* - прием познания, при котором на основании сходства объектов в одних признаках заключают об их сходстве и в других свойствах. Т.е. знание с одного объекта непосредственно переносится на другой объект (явления), сходный с первым. Например, открытие в 1954 году в Якутии залежей алмазов в результате использования сходства геологических свойств геологических условий этой местности с аналогичными условиями в местах известных месторождений алмазов в Южной Африке.

Следующая группа научных методов предполагает отсроченный перенос знаний с одних объектов на другие только после проведения дополнительных исследований (обычно экспериментов) и получения ответов на поставленные вопросы.

*Анализ (в переводе с греч. – разложение, разъединение)* – метод научного исследования, состоящий в разложении (действительном или мыслительном) общего процесса (объекта, явления) на составные части с последующим исследованием каждой из них по отдельности. Например, в химии – анализ сложных химических веществ посредством разложения их на более простые (полимер на мономеры) с применением к каждому частному исследованию общих химических законов.

*Синтез (соединение)* - научное исследование, которое воссоединяет знания о частных явлениях (объектах) в единое целое и происходит не автоматически, а после проведения опытных или умозрительных дополнительных исследований. Например, формулирование Г. Менделеем законов генетики после проведения опытов над растительными гибридами.

*Моделирование (в переводе с лат. - образец)* - это замена изучения интересующего нас явления в природе аналогичным явлением на модели меньшего или большего масштаба, обычно в специальных лабораторных условиях. Это метод научного исследования объектов и процессов, основной частью которого является исследование научных моделей.

*Модель* – заменитель реального объекта (процесса), называемого оригиналом, имеющий с ним определенное сходство в интересующих исследователя свойствах и различие.

Особое значение для современной науки в целом имеют методы вычислительной математики, кибернетики, синергетики.

Также в научной среде используются методы *идеализации*, т.е. наделяния объекта несвойственными ему чертами, признаками, например, известный в физике прием создания представлений об «идеальном» газе, «идеальной» жидкости и т.д.

Для целей систематизации информации широко используется прием *классификации*, т.е. отнесения объектов к разным группам по наличию или отсутствию определенного признака. Примером может служить знаменитая систематика (классификация) живой природы К.Линнея, которая в исправленном и дополненном виде применяется в биологии.

И, наконец, *абстрагирование* – мысленный прием отвлечения от рассмотрения тех характеристик объекта, которые в момент исследования представляются ученому

несущественными, и выделения отдельных признаков, наиболее значимых для данного исследования.

### 1. Охарактеризуйте эмпирические и теоретические методы познания. В чем их различия и значение для формирования современной естественнонаучной картины мира?

Теоретические методы познания – представляет собой как бы разрез исследуемого объекта под определенным углом зрения, заданным мировоззрением исследователя.

Эмпирические методы познания – это результат непосредственного контакта с реальностью в наблюдении или эксперименте.

Различия методов исследования		
Линии сравнения	методы	
	Теоретические	Эмпирические
	ученый имеет дело не с самой реальностью, а с ее мысленной репрезентацией — представлением в форме умственных образов, формул, пространственно-динамических моделей, схем, описаний в естественном языке и т. д.  проводится «мысленный эксперимент», когда идеализированный объект исследования ставится в различные условия, после чего, на основе логических рассуждений, анализируется его возможное поведение	исследование проводится для проверки правильности теоретических построений  ученый взаимодействует с самим объектом, а не с его знаково-символическим или пространственно-образным аналогом

Значение методов для формирования современной естественнонаучной картины мира -

2. С какой целью применяется моделирование в естествознании? Какие виды моделей вам известны, приведите примеры различных видов моделей? Составьте схему классификации моделей, дайте краткую характеристику моделей.

В воспроизведении свойств объекта изучения на специально устроенном его аналоге-модели заключается суть процесса моделирования.

*Теоретическая модель* - это универсальное средство научного познания, которое служит для воспроизведения и закрепления в знаковой форме строение, свойства и поведение реальных объектов.

*Материальная модель* - это материальные копии объектов моделирования. Воспроизводит свойства объектов в материальной форме

*Математическое моделирование* – инструмент познания, изучения и исследования сложных систем. Математические модели могут быть представлены в виде математических формул, систем уравнений, графиков и т.д., например, системы дифференциальных уравнений в модели Лотки-Вольтерра, изучающей системы «паразит-хозяин» и «хищник-жертва» или графический образ экологических пирамид (масс, энергий) и др.

Классификация моделей	Пример
статические и динамические;	модели архитектурных объектов или макеты расположения заводских сооружений  модель самолета в уменьшенном масштабе
детерминистские и стохастические;	формулы физических законов, технологические процессы обработки деталей и т.д.
дискретные и непрерывные;	релейно-контактные переключательные схемы, коммутационные системы АТС

3. Что такое метод наблюдения? Выделите основные этапы проведения наблюдения и определите содержание каждого этапа.

*Наблюдение* – целенаправленное, организованное восприятие предметов и явлений. Это опыт, проводимый без вмешательства исследователя в естественное протекание изучаемого процесса. Он проводится для сбора фактов, укрепляющих или опровергающих ту или иную гипотезу, которая является основой для определенных теоретических обобщений.

**Первый этап:** *составление программы наблюдения.* В программе описывается проблемная ситуация, определяются цели и задачи наблюдения, объект, предмет и ситуация наблюдения, дается их предварительная характеристика. Выделяются основные понятия. Устанавливаются сроки наблюдения, а также выбор вида наблюдения и способов регистрации собираемой информации. Формируется рабочая группа, устанавливаются контакты с руководителями учреждений, где будет проходить наблюдение, налаживаются взаимоотношения с людьми на объекте. Среди исследуемых проводится разъяснительная работа: объясняются цель и задачи предстоящего наблюдения, предполагаемый результат и возможный характер его использования. Подготавливаются необходимые средства и документы, инструктируются наблюдатели.

**Второй этап:** этап *непосредственного наблюдения.* Это самый трудоемкий, сложный и ответственный этап, на котором происходит сбор информации о проблемной ситуации, и ее фиксация в документах наблюдения. При фиксировании результатов наблюдения нужно вести запись одновременно с самим наблюдением. Записанные результаты позволяют не только фиксировать изменения в наблюдаемой ситуации, сравнивать результаты наблюдения с данными, которые могут быть получены с помощью других методов сбора эмпирических данных, но и осуществить контроль над работой наблюдателя.

**Третий этап** — *обработка и анализ собранных данных.* Как и любая социологическая информация, результаты наблюдения перед обработкой должны проверяться на надежность, устойчивость, достоверность. Полученный материал обрабатывается в соответствии с разработанной программой исследования. Информацию можно полностью или частично обработать вручную. Полученные данные сводятся в таблицу, изображаются в графиках, схемах, матрицах и т.п.

**Четвертый этап** — *оформление результатов наблюдения.* После обработки материала полученные документы, результаты наблюдения тщательно изучаются, после чего делаются выводы о подтверждении или опровержении первоначально выдвинутых гипотез. Выявляются и формулируются разные социальные закономерности, тенденции, противоречия, новые проблемы. В конце исследования оформляются основные результаты.

4. Прочтите описание проведения опыта Резерфордом и ответьте на вопросы:

а) Какова цель опыта?

Исследовать внутреннюю структуру атомов.

б) Какая установка была использована?

-использование  $\alpha$ -частиц с кинетической энергией около 5 МэВ (ионизированные атомы гелия);

-радиоактивные вещества испускались из свинцового контейнера;

-использование экрана, покрытого сернистым цинком

в) Какие измерения были проведены?

Малое количество радия поместил на дно узкого канала, просветленного в свинцовом цилиндре. Из канала, выходил параллельный пучок альфа-частиц и падал на тонкую металлическую фольгу. За фольгой находился экран, покрытый веществом, которое светилось при попадании на него альфа-частиц. По светящимся точкам на экране можно было изучать, как отклоняются альфа-частицы, когда они сталкиваются с атомами, из которых состоит фольга. Столкновение с электронами существенно не изменяли направление альфа-частиц, но при попадании в ядро она отклонялась на значительный угол или вовсе отлетала в обратную сторону.

г) Какие результаты были получены?

Было обнаружено ядро атома, в котором сосредоточена практически вся масса ядра и весь положительный заряд.

д) Какие основные выводы были сделаны на основе этих результатов?

Опыты Резерфорда привели к выводу, что в центре атома находится плотное положительно заряженное ядро, диаметр которого не превышает  $10^{-14}$ – $10^{-15}$  м. Доказано, что модель Томпсона неверна.

е) Каково значение данного опыта?

Было установлено, что внутри атома существует нечто твердое и небольшое, от чего и отскакивали альфа-частицы.

*Опыт Резерфорда:*

*В 1911 г. Резерфорд провел ряд опытов по исследованию состава и строения атомов. Для того, чтобы понять, как проводились эти опыты рассмотрим рисунок 1 а, б. На каждом из них изображен свинцовый сосуд С с радиоактивным веществом Р, излучающим  $\alpha$ -частицы (напомним, что  $\alpha$ -частицы обладают положительным электрическим зарядом, равным модулю удвоенного заряда электрона). Из этого сосуда  $\alpha$ -частицы вылетают через узкий канал с высокой скоростью (15 000 км/с).*

*Поскольку  $\alpha$ -частицы непосредственно увидеть невозможно, то для их обнаружения служит стеклянный экран Э. Экран покрыт тонким слоем специального вещества, благодаря чему в местах попадания в экран  $\alpha$ -частиц возникают вспышки, которые наблюдаются с помощью микроскопа М. Такой метод регистрации частиц называется методом сцинтилляций (т.е. вспышек).*

*Вся эта установка помещается в сосуд, из которого откачан воздух ( чтобы устранить рассеяние  $\alpha$ -частиц за счет их столкновений с молекулами воздуха).*

*Если на пути  $\alpha$ -частиц нет никаких препятствий, то они падают на экран узким, слегка расширяющимся пучком (см рис.1, а). При этом все возникающие на экране вспышки сливаются в одно небольшое световое пятно.*

*Если же на пути  $\alpha$ -частиц поместить тонкую фольгу Ф из исследуемого материала (см. рис.1, б). То при взаимодействии с веществом  $\alpha$ -частицы рассеиваются по всем направлениям на разные углы. Наибольшее количество вспышек расположено в центре экрана. Значит, основная часть всех  $\alpha$ -частиц прошла сквозь фольгу, почти не изменя первоначального направления ( рассеялась на малые углы). При удалении от центра экрана количество вспышек становится все меньше и*

меньше. Следовательно, с увеличением угла рассеяния количество рассеянных на эти углы частиц резко уменьшается.

Можно обнаружить, что некоторое (очень небольшое) число частиц рассеялось на углы, близкие к  $90^\circ$ , а некоторые единичные частицы – на углы порядка  $180^\circ$ , т.е. в результате взаимодействия с фольгой были отброшены назад.

Именно эти случаи рассеяния  $\alpha$ -частиц на большие углы дали Резерфорду наиболее важную информацию для понимания того, как устроены атомы веществ. Проанализировав результаты опытов, Резерфорд пришел к выводу, что столь сильное отклонение  $\alpha$ -частиц возможно только в том случае, если внутри атома имеется чрезвычайно сильное электрическое поле. Было рассчитано, что такое поле могло быть создано зарядом, сконцентрированным в очень малом объеме (по сравнению с объемом атома).

Поскольку масса электрона примерно в 8000 раз меньше массы  $\alpha$ -частицы, электроны, входящие в состав атома, не могли существенным образом изменить направление движения  $\alpha$ -частиц. Поэтому в данном случае речь может идти только о силах электрического отталкивания между  $\alpha$ -частицами и положительно заряженной частью атома, масса которой значительно больше массы  $\alpha$ -частицы.

Исходя из этих соображений, Резерфорд предложил ядерную (планетарную) модель атома. Согласно этой модели в центре атома находится положительно заряженное ядро, занимающее очень малый объем атома, Вокруг ядра движутся электроны, масса которых значительно меньше массы ядра. Атом электрически нейтрален, поскольку заряд ядра равен модулю суммарного заряда электронов.