

## **Макроструктура современного естествознания**

Форма и методы научного познания. Эмпирическое и теоретическое знание. Моделирование природы. Непрерывность и дискретность. Структурные уровни организации материи. Микро-, макро- и мегамиры. Принципы неопределенности и дополненности. Различные формы научного мышления. Панорама современного естествознания.

### **Форма и методы научного познания.**

Научное познание — это вид и уровень познания, направленный на производство истинных знаний о действительности, открытие объективных законов на основе обобщения реальных фактов. Оно становится над обыденным познанием, то есть стихийным познанием, связанным жизнедеятельностью людей и воспринимающим действительность на уровне явления.

**научный факт, научная проблема, научная гипотеза, доказательство, научная теория, парадигма, единая научная картина мира.**

**Научный факт** — это исходная форма научного познания, в которой фиксируется первичное знание об объекте; он есть отражение в сознании субъекта факта действительности. При этом научным фактом является лишь тот, который поддается проверке и описан в научных терминах.

**Научная проблема** — это противоречие между новыми фактами и существующими теоретическими знаниями. Научная проблема также может быть определена как своего рода знание о незнании, поскольку она возникает тогда, когда познающий субъект осознает неполноту того или иного знания об объекте и ставит цель ликвидировать этот пробел. Проблема включает в себя проблемный вопрос, проект решения проблемы и ее содержание.

**Научная гипотеза** — это научно обоснованное предположение, объясняющее те или иные параметры изучаемого объекта и не противоречащее известным научным фактам. Она должна удовлетворительно объяснить изучаемый объект, быть принципиально проверяемой и отвечать на вопросы, поставленные научной проблемой.

Кроме того, основное содержание гипотезы не должно находиться в противоречии с установленными в данной системе знаний законами. Предположения, составляющие содержание гипотезы, должны быть достаточными для того, чтобы с их помощью можно было объяснить все те факты, относительно которых выдвинута гипотеза. Предположения гипотезы не должны быть логически противоречивы.

Выдвижение новых гипотез в науке связано с необходимостью нового видения проблемы и возникновением проблемных ситуаций.

**Доказательство** — это подтверждение гипотезы.

Виды доказательства:

- практика, выступающая прямым подтверждением
- косвенное теоретическое доказательство, включающее подтверждение аргументами с указанием на факты и законы (индуктивный путь), выведение гипотезы из других, более общих и уже доказанных положений (дедуктивный путь), сравнение, аналогию, моделирование и т. п.

Доказанная гипотеза выступает основой построения научной теории.

**Научная теория** — это форма достоверного научного знания о некоторой совокупности объектов, представляющая собой систему взаимосвязанных утверждений и доказательств и содержащая методы объяснения, преобразования и предсказания явлений данной объектной области. В теории в форме принципов и законов выражается знание о существенных связях обуславливающих возникновение и существование тех или иных объектов. Основными познавательными функциями теории являются: синтезирующая, объяснительная, методологическая, предсказательная и практическая.

Все теории развиваются в рамках определенных парадигм.

Парадигма — это особый способ организации знаний и видения мира, влияющий на направление дальнейших исследований. Парадигму

можно сравнить с оптическим прибором, через который мы смотрим на то или иное явление.

Множество теорий постоянно синтезируются в единую научную картину мира, то есть целостную систему представлений об общих принципах и законах устройства бытия.

Методы научного познания:

Метод (от греч. *Metodos* — путь к чему-либо) — это способ деятельности в любой ее форме.

В метод входят приемы, обеспечивающие достижение цели, регулирующие деятельность человека и общие принципы, из которых вытекают эти приемы. Методы познавательной деятельности формируют направленность познания на том или ином этапе, порядок проведения познавательных процедур. По своему содержанию методы объективны, т. к. определяются, в конечном счете, характером объекта, законами его функционирования.

Научный метод — это совокупность правил, приемов и принципов, обеспечивающих закономерное познание объекта и получение достоверного знания.

## ***Уровни научного познания:***

**Эмпирический уровень познания** — это непосредственное опытное, в основном индуктивное, изучение объекта. Он включает в себя получение необходимых исходных фактов — данных об отдельных сторонах и связях объекта, осмысление и описание на языке науки полученных данных, их первичную систематизацию. Познание на этом этапе остается еще на уровне явления, но предпосылки для проникновения сущность объекта уже созданы.

**Теоретический уровень** характеризуется глубоким проникновением в сущность изучаемого объекта, не только выявлением, но и объяснением закономерностей его развития и функционирования, построением теоретической модели объекта и ее углубленным анализом.

## **Некоторые методы научного познания:**

**Наблюдение** — это целенаправленное, организованное восприятие предметов и явлений для сбора фактов.

**Эксперимент** — это искусственное воссоздание познаваемого объекта в контролируемых и управляемых условиях.

**Формализация** — это отображение получаемого знания в однозначном формализованном языке.

**Аксиоматический метод** — это способ построения научной теории, когда в ее основу кладутся некие аксиомы, из которых логически выводятся все остальные положения.

**Гипотетико-дедуктивный метод** — создание системы дедуктивно связанных между собой гипотез, из которых, в конечном счете, выводятся объяснения научных фактов.

**Индуктивные методы** установления причинной связи явлений:

- **метод сходства:** если два случая и более изучаемого явления имеют лишь одно предшествующее общее обстоятельство, то это обстоятельство, в котором они сходны между собой, и есть, вероятно, причина искомого явления;

- **метод различия:** если случай, в котором интересующее нас явление наступает, и случай, в котором оно не наступает, во всем сходны, за исключением одного обстоятельства, то это единственное обстоятельство, в чем они различны между собой, и есть, вероятно, причина искомого явления;
- **метод сопутствующих изменений:** если возникновение или изменение предшествующего явления всякий раз вызывает возникновение или изменение другого, сопутствующего ему явления, то первое из них есть, вероятно, причина второго;
- **метод остатков:** если установлено, что причиной части сложного явления не служат известные предшествующие обстоятельства, кроме одного из них, то можно предположить, что это единственное обстоятельство и есть причина интересующей нас части исследуемого явления.



## Моделирование природы

Метод моделирования представляет собой метод исследования свойств определенного объекта посредством изучения свойств другого объекта (модели), более удобного для решения задач исследования и находящегося в определенном соответствии с первым объектом.

Из разработанных методов моделирования выделяют следующие:

1. **Натурное моделирование** – эксперимент на самом исследуемом объекте, который при специально подобранных условиях опыта служит моделью самого себя.
2. **Физическое моделирование** – эксперимент на специальных установках, сохраняющих природу явлений, но воспроизводящих явления в количественно измененном масштабированном виде.
3. **Математическое моделирование** – использование моделей по физической природе, отличающихся от моделируемых объектов, но имеющих сходное математическое описание. Натурное и физическое моделирование можно объединить в один класс моделей физического подобия, так как в обоих случаях модель и оригинал одинаковы по физической природе.

## Непрерывность и дискретность

*Демокрит (ок. 460 до н. э., Абдеры — ок. 370 до н. э.) и Аристотель (384 до н. э., Стагира, Фракия — 322 до н. э., Халкида, остров Эвбея)* , по сути, обобщили античную натурфилософию и сформулировали две принципиально различные концепции взглядов на строение материи и развитие материального мира: так называемые **корпускулярную** (Демокрит) и **континуальную** (Аристотель) концепции описания природы.

По Демокриту, материя состоит из вещества; вещество состоит из атомов-корпускул и пустоты; атомы находятся в постоянном движении; атомы вечны, неизменны, неделимы и отличаются друг от друга лишь величиной и формой.

Демокрит считал, что движение присуще материи. Звук, теплота, свет – это субстанции, которые излучаются телами в виде частиц-корпускул.

По Аристотелю, мир материален, но объективно существуют конкретные вещи (предметы), а материя – некая субстанция, из которой при определенных условиях могут возникнуть те или иные предметы. Реальные тела можно дробить непрерывно, до бесконечности.

Синонимом непрерывности является *континуальность*. По Аристотелю, материя непрерывна (континуальна) и «природа не терпит пустоты».

**Две** выдвинутые концепции на природу материи, по существу, определили всю дальнейшую историю развития естествознания более чем на двухтысячелетний период, вплоть до XX в.

Развивая свою концепцию, Аристотель конкретизировал механизмы образования различных веществ. Он считал, что в основе материальных вещей лежит непрерывная первоматерия, ее количество в природе неизменно.

Первоматерии присущи четыре основных качества: тепло и холод, сухость и влажность. Разнообразие веществ зависит от сочетания этих качеств в различных пропорциях. Комбинируя качества попарно, Аристотель приходит к четырем элементам – земле, воде, огню и воздуху. Взгляды Аристотеля оказали большое влияние на развитие естествознания на более чем тысячелетний период и в дальнейшем получили своеобразное развитие в алхимии.

Напротив, учение Демокрита далеко опередило взгляды современников и вначале не получило понимания. Только впоследствии, в результате развития научного естествознания, оно через много веков было признано.

## Структурные уровни организации материи

В современной науке в основе представлений о строении материального мира лежит **системный подход**, согласно которому любой объект материального мира, будь то атом, планета, организм или галактика, может быть рассмотрен как сложное образование, включающее составные части, организованные в целостность. Для обозначения целостности объектов в науке было выработано понятие системы.

**Система** представляет собой совокупность элементов и связей между ними. Понятие "элемент" означает минимальный, далее уже неделимый компонент в рамках системы. Элемент является таковым лишь по отношению к данной системе, в других же отношениях он сам может представлять сложную систему. Совокупность связей между элементами образует **структуру** системы. Устойчивые связи элементов определяют упорядоченность системы.

Таким образом, на каждом структурном уровне материи существуют особые (эмерджентные) свойства, отсутствующие на других уровнях. Внутри каждого из структурных уровней существуют отношения субординации, например, молекулярный уровень включает атомарный, а не наоборот. Всякая высшая форма возникает на основе низшей, включает ее в себя в снятом виде. Это означает, по существу, что специфика высших форм может быть познана только на основе анализа структур низших форм. И наоборот, сущность формы низшего порядка может быть познана только на основе содержания высшей по отношению к ней формы материи.

В естественных науках выделяются два больших класса материальных систем: системы неживой природы и системы живой природы.

Исходным пунктом всякого системного исследования является представление о целостности изучаемой системы. Целостность системы означает, что все ее составные части, соединяясь вместе, образуют уникальное целое, обладающее новыми **интегративными** свойствами. Свойства системы – не просто сумма свойств ее элементов, а нечто новое, присущее только системе в целом. Рассмотрим для примера молекулу воды  $H_2O$ . Сам по себе водород, два атома которого образуют данную систему, горит, а кислород (в систему входит один атом) поддерживает горение. Система, образованная из этих элементов, вызвала к жизни совсем иное, **интегративное свойство: вода гасит огонь**. Наличие свойств, присущих системе в целом, но не ее частям, определяется взаимодействием элементов.

**В неживой природе структурными уровнями организации материи являются:**

- вакуум (поля с минимальной энергией);
- поля и элементарные частицы;
- атомы;
- молекулы;
- макроскопические тела;
- планеты и планетные системы;
- звезды и звездные системы;
- галактики;
- метагалактика (наблюдаемая часть Вселенной);
- Вселенная.

**В живой природе выделяют два важнейших структурных уровня организации материи – биологический и социальный. Биологический уровень включает:**

- доклеточный уровень (белки и нуклеиновые кислоты);
- клетку как "кирпичик" живого и одноклеточные организмы;
- многоклеточный организм, его органы и ткани;
- популяцию – совокупность особей одного вида, занимающих определенную территорию, свободно скрещивающихся между собой и частично или полностью изолированных от других групп своего вида;
- биоценоз – совокупность популяций, при которой продукты жизнедеятельности одних являются условиями существования других организмов, населяющих определенный участок суши или воды;
- биосферу – живое вещество планеты (совокупность всех живых организмов, включая человека).

На определенном этапе развития жизни на Земле возник **разум**, благодаря которому появился **социальный структурный уровень материи**. На этом уровне выделяются: индивид, семья, коллектив, социальная группа, класс и нация, государство, цивилизация, человечество в целом.

По **другому критерию – масштабам представления** – в естествознании выделяют три основных структурных уровня материи:

**микромир** – мир предельно малых, непосредственно не наблюдаемых микрообъектов, пространственная размерность которых исчисляется от  $10^{-16}$  до  $10^{-8}$  см, а время жизни – от бесконечности до  $10^{-24}$  секунды;

**макромир** – мир макрообъектов, соизмеримых с человеком и его опытом. Пространственные величины макрообъектов выражаются в миллиметрах, сантиметрах и километрах ( $10^{-6}$ – $10^7$  см), а время – в секундах, минутах, часах, годах, веках;

**мегамир** – мир огромных космических масштабов и скоростей, расстояния в котором измеряются астрономическими единицами, световыми годами и парсеками (до  $10^{28}$  см), а время существования космических объектов – миллионами и миллиардами лет.

## Принципы неопределенности и дополненности

Согласно двойственной **корпускулярно-волновой природе** частиц вещества для описания свойств микрочастиц используются либо волновые, либо корпускулярные представления. Приписать им все свойства частиц и все свойства волн нельзя. Возникает необходимость введения некоторых ограничений в применении к объектам микромира понятий классической механики.

В классической механике всякая частица движется по определенной траектории, так что в любой момент времени точно фиксированы ее координата и импульс. Микрочастицы из-за наличия у них волновых свойств существенно отличаются от классических частиц. Одно из основных различий заключается в том, что нельзя говорить о движении микрочастицы по определенной траектории и об одновременных точных значениях ее координаты и импульса. Это следует из корпускулярно-волнового дуализма. Так, понятие «длина волны в данной точке» лишено физического смысла, а поскольку импульс выражается через длину волны, то микрочастица с определенным импульсом имеет полностью неопределенную координату. И наоборот, если микрочастица находится в состоянии с точным значением координаты, то ее импульс является полностью неопределенным.

Немецкий физик В. Гейзенберг, учитывая волновые свойства микрочастиц и связанные с волновыми свойствами ограничения в их поведении, пришел в 1927 г. к выводу:



объект микромира невозможно одновременно с любой наперед заданной точностью характеризовать и координатой, и импульсом. Согласно **соотношению неопределенностей** Гейзенберга микрочастица (микрообъект) не может иметь одновременно координату  $x$  и определенный импульс  $p$ , причем неопределенности этих величин удовлетворяют условию

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq h$$

( $h$  – постоянная Планка), т. е. произведение неопределенностей координаты и импульса не может быть меньше постоянной Планка.

Невозможность одновременно точно определить координату и соответствующую ей составляющую импульса не связана с несовершенством методов измерения или измерительных приборов. Это следствие специфики микрообъектов, отражающей особенности их объективных свойств, их двойственной корпускулярно-волновой природы. Соотношение неопределенностей получено при одновременном использовании классических характеристик движения частицы (координаты, импульса) и наличия у нее волновых свойств. Поскольку в классической механике принято, что измерение координаты и импульса может быть произведено с любой точностью, то соотношение неопределенностей является, таким образом, квантовым ограничением применимости классической механики к микрообъектам.

Для макроскопических тел их волновые свойства не играют никакой роли: координата и скорость макротел могут быть одновременно измерены достаточно точно. Это означает, что для описания движения макротел с абсолютной достоверностью можно пользоваться законами классической механики.

Соотношение неопределенностей неоднократно являлось предметом философских дискуссий, приводивших некоторых философов к его идеалистическому истолкованию: соотношение неопределенностей, не давая возможности одновременно точно определить координаты и импульсы (скорости) частиц, устанавливает границу познаваемости мира, с одной стороны, и существования микрообъектов вне пространства и времени – с другой. На самом деле соотношение неопределенностей не ставит какого-либо предела познанию микромира, а только указывает, насколько применимы к нему понятия классической механики.

Для описания микрообъектов Н. Бор сформулировал в 1927 г. принципиальное положение квантовой механики – **принцип дополнительности**, согласно которому получение экспериментальной информации об одних физических величинах, описывающих микрообъект (элементарную частицу, атом, молекулу), неизбежно связано с потерей информации о некоторых других величинах, дополнительных к первым.

Такими взаимно дополнительными величинами можно считать, например, координату частицы и ее скорость (или импульс).

С физической точки зрения принцип дополнительности часто объясняют (следуя Бору) влиянием измерительного прибора (микроскопического объекта) на состояние микрообъекта. При точном измерении одной из дополнительных величин (например, координаты частицы) с помощью соответствующего прибора другая величина (импульс) в результате взаимодействия частицы с прибором претерпевает полностью неконтролируемое изменение.

## Различные формы научного мышления

К **формам** научного мышления относятся следующие:

1. **Анализ** — прием мышления, связанный с разложением изучаемого объекта на составные части, стороны, тенденции развития и способы функционирования с целью их относительно самостоятельного изучения.

2. **Синтез** — противоположная **анализу** операция, заключающаяся в объединении ранее выделенных частей в целое, для получения знаний о целом путем выявления тех существенных связей и отношений, которые объединяют ранее выделенные в анализе части в одно целое.

3. **Абстрагирование и идеализация**. **Абстрагирование** — процесс мысленного выделения, вычленения отдельных интересующих нас признаков, свойств и отношений конкретного предмета или явления и одновременное отвлечение от других свойств, признаков, отношений, которые в данном контексте несущественны.

**Идеализация** — разновидность абстрагирования. Результатом идеализации являются такие понятия как «точка», «прямая», «абсолютно черное тело», «идеальный газ» и пр. В процессе идеализации происходит предельное отвлечение от всех реальных свойств предмета с одновременным введением признаков, нереализуемых в действительности. Образуется так называемый «идеальный объект», которым может оперировать теоретическое мышление при познании реальных объектов.

4. **Индукция** — движение мысли от частного знания к общему.
5. **Дедукция** — движение мысли от общего знания к частному.
6. **Аналогия** — при аналогии на основе сходства объектов по некоторым признакам, свойствам и отношениям — выдвигают предположение об их сходстве в других отношениях.
7. **Моделирование** — прием исследования, при котором интересующий исследователя объект замещается объектом, находящимся в отношении подобия к первому объекту. Знания, полученные при изучении модели, переносятся на оригинал на основании аналогии.
8. **Наблюдение** — исходный этап эмпирического познания: целенаправленное изучение предметов, опирающееся в основном на такие чувственные способности человека как ощущение, восприятие, представление; в ходе наблюдения мы получаем знания о внешних сторонах, свойствах и признаках рассматриваемого объекта.
9. **Эксперимент** — более активный прием изучения объекта, чем наблюдение. Это активное целенаправленное изучение явлений в точно фиксированных условиях их протекания, которые могут воссоздаваться и контролироваться самим исследователем. особым видом эксперимента является мысленный эксперимент

10. **Гипотеза** — способ формирования и обоснования объяснительных предположений, ведущий к установлению законов, принципов, теорий.

### **Структура гипотезы**

а) ознакомление с эмпирическим материалом

б) выдвижение догадок или предположений о причинах и закономерностях данных явлений

в) оценка серьезности предположений, отбор наиболее вероятных, проверка на совместимость с фундаментальными принципами данной науки

г) формирование понятия и дедуктивное выведение из него эмпирических проверяемых следствий

д) экспериментальная проверка выведенных из теории следствий

**Методами** — называют более сложные познавательные процедуры, которые включают в себя целый набор различных приемов исследования, с этой точки зрения гипотеза, эксперимент и моделирование точнее называть методами.

**Метод** — это система принципов, приемов, правил, требований, которыми необходимо руководствоваться в процессе познания. Методы научного познания делятся на три группы:

— **универсальные**

— **общенаучные**

— **специальные**

**Универсальные** методы характеризуют человеческое мышление в целом и применимы во всех сферах познавательной деятельности человека. Это философские методы и принципы мышления: плюрализма, историзма, дополненности, диалектичности и пр.

**Общенаучные** методы характеризуют ход познания во всех науках (метод моделирования, метод эксперимента)

**Специальные** методы применяются в рамках отдельных наук (метод спектрального анализа в физике)

## **Панорама современного естествознания.**

Современную науку традиционно принято подразделять на **три** взаимосвязанных **блока** – **естественнонаучный**, изучающий законы природы, **технический**, создающий приборы, инструменты и машины для познания природных явлений и облегчения человеческого бытия, и **гуманитарный**, изучающий законы развития человеческого общества.

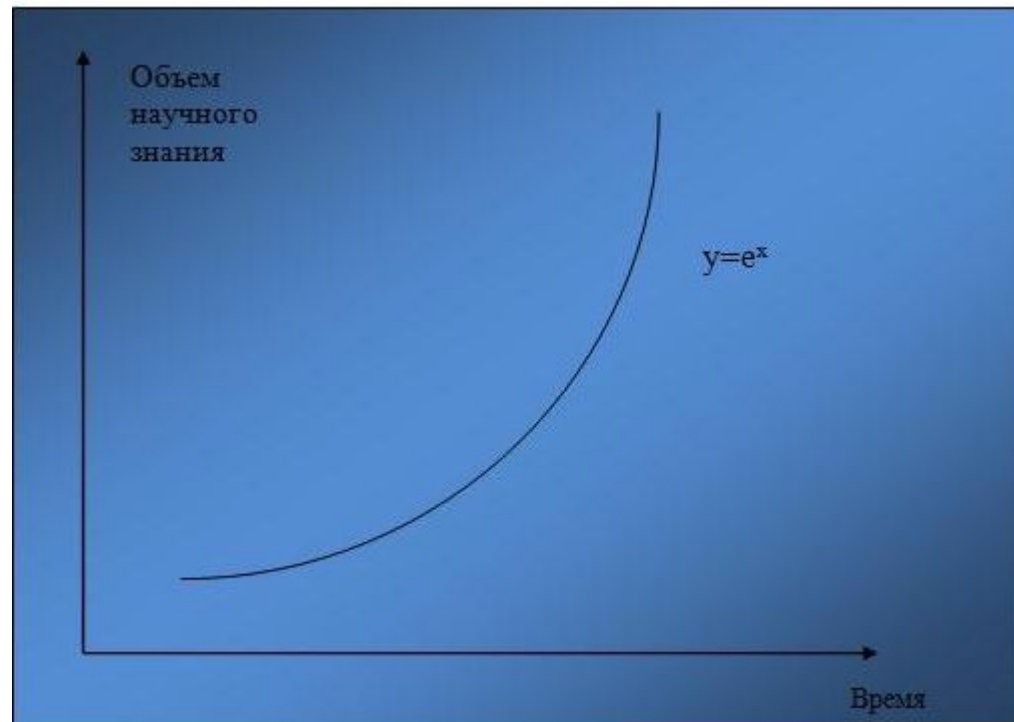
**Дифференциация** (разделение) наук сложилась исторически и была обусловлена трудностью одновременного познания всего окружающего мира и огромным потоком информации, захлестнувшим человечество в течение последних двух веков. До недавнего времени было принято противопоставлять **естественнонаучную** и **гуманитарную** культуру, их считали антиподами, находили принципиальные различия. Но природа едина, человек принадлежит и природе, и обществу, поэтому в XX веке все очевиднее становилась надуманность такого противопоставления, и к концу ушедшего столетия наметилась противоположная тенденция, направленная на интеграцию (объединение) наук.

Рациональный естественнонаучный подход стал все глубже проникать в гуманитарную сферу и влиять на общественное сознание. Стремление к гармоничному синтезу ранее противопоставляемых естественных и гуманитарных наук стало необходимым и созвучным потребностям современного общества. Начался процесс **конвергенции** (взаимопроникновения) наук.



Научно-техническая революция (НТР) создала большое число пограничных научных дисциплин. К концу XX века в мире насчитывалось около 15 тысяч различных наук. Был открыт закон экспоненциального развития науки: со временем объем человеческих знаний возрастает по экспоненте. Внутри каждого раздела науки также идет огромный поток информации, и соответственно, должна была бы возрастать доля населения, занятая научной работой; однако этого не происходит, поскольку техническую часть обработки научных результатов уже сейчас берет на себя компьютер.

Закон экспоненциального развития науки.



# Схема дифференциации наук.



## Роль и место естествознания в системе наук

**Естествознание** – это система взаимосвязанных наук о природе, состоящая из 4-х взаимосвязанных блоков:

- 1) физики и примыкающей к ней астрономии;
- 2) химии;
- 3) наук о Земле;
- 4) биологии и примыкающих к ней медицины и экологии.

**Физика** исследует физические тела, их состояние и движение, а также различные поля: гравитационное, электромагнитное и др. Если физическое тело находится за пределами Земного шара, его изучает астрономия.

Предметом исследования **химии** являются вещества, из которых состоят физические тела, их свойства и превращения друг в друга (химические реакции).

Науки о Земле занимаются изучением нашей планеты и ее геосферных оболочек: литосферы – твердой оболочки Земли, гидросферы и атмосферы – соответственно ее водной и газовой оболочек. Прикладная геология занята поиском полезных ископаемых, необходимых для функционирования экономики.

Четвертый блок – **биология** занимаются исследованием всех живых организмов Земли. **Медицина**, примыкающая к биологии – это наука не о болезнях, а о здоровье человека и способах его сохранения. Сравнительно молодая **экология**, непосредственно связанная с биологией, родилась как ее раздел, изучающий взаимоотношения живых организмов между собой и со средой обитания.

Возникшая еще в эпоху античности **математика** не принадлежит ни к одному из естественнонаучных блоков и возникла как универсальный язык естественных наук. Очень скоро на этом языке заговорили технические науки, а в настоящее время начался процесс математизации и гуманитарных наук.

Именно естественнонаучный подход к познанию окружающего мира стал основой научно-технического прогресса