

# Естественнонаучная картина мира

## Лекция №7

### Тема №5. Химические и биологические системы

### Тема №6. Эволюционная картина мира. Эволюция живых систем

#### Биологическая картина мира. Понятие биосферы, экологии, особенности биологического уровня организации материи

**Биоло́гия** — наука о живых существах и их взаимодействии со средой обитания. Изучает все аспекты жизни, в частности, структуру, функционирование, рост, происхождение, эволюцию и распределение живых организмов на Земле. Классифицирует и описывает живые существа, происхождение их видов, взаимодействие между собой и с окружающей средой.

Как самостоятельная наука биология выделилась из естественных наук в 19 веке, когда учёные обнаружили, что все живые организмы обладают некоторыми общими свойствами и признаками, в совокупности не характерными для неживой природы.

**Биосфе́ра** — оболочка Земли, заселённая живыми организмами, находящаяся под их воздействием и занятая продуктами их жизнедеятельности.

**Эколо́гия** — наука о взаимодействиях живых организмов между собой и с их средой обитания.

Главная особенность биологического уровня организации материи состоит в том, что для них характерны одновременные процессы развития, адаптации, размножения. Это не свойственно остальным видам материи, что вызывает множество разнообразных теорий о живых организмах.

#### Структура современной биологии

В структуре современной биологии выделяют следующие разделы:

|  |   |  |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Анатомия</li><li>• Биогеография</li><li>• Биотехнология</li><li>• Биофизика</li><li>• Биохимия</li><li>• Ботаника</li><li>• Ветеринария</li><li>• Вирусология</li><li>• Генетика</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Зоология</li><li>• Лихенология</li><li>• Медицина</li><li>• Микология</li><li>• Микробиология</li><li>• Молекулярная биология</li><li>• Морфология</li><li>• Общая биология</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Селекция</li><li>• Систематика</li><li>• Физиология</li><li>• Фитопатология</li><li>• Цитология</li><li>• Эволюционное учение</li><li>• Экология</li><li>• Эмбриология</li></ul> |
|--|---|--|

|                  |                                   |            |
|------------------|-----------------------------------|------------|
| • Животноводство | • Органография<br>• Палеонтология | • Этология |
|------------------|-----------------------------------|------------|

Рассмотрим некоторые разделы более подробно.

### **Зоология и ботаника**

**Зооло́гия** — наука о представителях животных, в том числе человеке. Зоология связана с другими биологическими науками, медициной, ветеринарией.

Описания животных известны с древнейших времён. Так, имеются книги о животных, созданные в Древнем Китае и Индии. Зоология как наука берёт начало в античной Греции и связана с именем Аристотеля. В его произведениях описано около 500 видов животных; ему принадлежит ряд важных идей и обобщений, в том числе учение о взаимозависимости частей организма (корреляции), учение о градациях.

Основы современной систематизации животного мира заложены в конце 17 — первой половине 18 века, работами английского учёного Джона Рея и шведского учёного Карла Линнея. основополагающим трудом в области биологической систематики считается книга «Система природы» Линнея, первое издание которой вышло в 1735 году.

В сочинениях крупных зоологов конца 18 — начала 19 века появляется идея исторического развития органического мира. Первую теорию эволюции органического мира изложил французский естествоиспытатель Жан-Батист Ламарк в своей книге «Философия зоологии», опубликованной в 1809 году. В 30-40 годах 19 века немецкий учёный Теодор Шванн создал клеточную теорию, считающуюся одним из трёх великих открытий естествознания 19 века. Создание Чарльзом Дарвином в 1859 году теории эволюции органического мира утвердило исторический взгляд на природу и описало основной движущий фактор эволюции — естественный отбор. Продолжением идей эволюционизма стали основы филогенетической зоологии, заложенные во второй половине 19 века немецким учёным Эрнстом Геккелем. Геккель сформулировал биогенетический закон, устанавливающий связь между индивидуальным и историческим развитием животных

**Ботáника** — наука о растениях.

Ботаника охватывает широкий круг проблем: закономерности внешнего и внутреннего строения (морфология и анатомия) растений,

их систематику, развитие в течение геологического времени (эволюция) и родственные связи (филогенез), особенности прошлого и современного распространения по земной поверхности (география растений), взаимоотношения со средой (экология растений), сложение растительного покрова (фитоценология, или геоботаника), возможности и пути хозяйственного использования растений (ботаническое ресурсоведение, или экономическая ботаника). По объектам исследования в ботанике выделяют науку о водорослях, о грибах, о лишайниках, — о мхах и др.

Как целостная система знаний о растениях ботаника оформилась к 17-18 векам, хотя многие сведения о растениях были известны и первобытному человеку, так как жизнь его была связана с полезными, главным образом пищевыми, лекарственными и ядовитыми растениями. Первыми книгами, в которых растения описывались не только в связи с их полезностью, были произведения греческих и других учёных-натуралистов. Занимаясь растениями как частью природы, философы античного мира пытались определить их сущность и систематизировать их. В древнем мире растениями занимались Аристотель, его ученик Теофраст (его называют «отцом ботаники»), древнеримский натуралист Плиний Старший. Ботанические труды Теофраста можно рассматривать как свод в единую систему познаний практиков сельского хозяйства, медицины и работ учёных античного мира в этой области. Теофраст был основателем ботаники как самостоятельной науки: наряду с описанием применения растений в хозяйстве и медицине он рассматривал теоретические вопросы.

После общего упадка естествознания в Средние века ботаника начинает вновь интенсивно развиваться в Европе с 16 века. Первоначально это коснулось лишь систематики и морфологии, но в 17-18 веках возникают и формируются другие разделы ботаники, в частности, анатомия растений. Особую роль в ботанике сыграл Карл Линней, создатель единой системы классификации растительного и животного мира. В 19 веке решающее влияние на систематику растений оказала эволюционная теория Ч. Дарвина.

Характерные черты современного этапа развития зоологии и ботаники — стирание граней между отдельными её отраслями и их интеграция. Всё шире применяют новые методы исследования, основанных на достижениях физики и химии, что позволило решать задачи, недоступные ранее. Так, в результате использования

электронного микроскопа, разрешающая сила которого по сравнению с другими оптическими приборами возросла в сотни раз, были выявлены многие новые детали строения клетки.

### **Многообразие и структура биологических объектов**

Живые организмы отличаются от тел неживой природы более сложным химическим составом (в частности, обязательным наличием белков и нуклеиновых кислот) и совокупностью свойств живого (по отдельности большинство из этих свойств имеются и у некоторых объектов неживой природы). Перечислим главные особенности :

#### **Обмен веществ**

Питание — усвоение питательных веществ, пищи живым организмом.

Выделение — процесс вывода ненужных или вредных для организмов продуктов жизнедеятельности.

Движение — изменение положения тела или частей тела особи в пространстве.

#### **Наследственность и изменчивость**

Наследственность — свойство передавать потомкам свои признаки.

Изменчивость — различия признаков между особями одного вида, в том числе наследственно обусловленные.

#### **Восприятие и переработка информации**

Раздражимость и возбудимость — способность организма воспринимать информацию и избирательно реагировать на неё.

#### **Рост, развитие, размножение**

Рост — увеличение массы и размеров особи за счёт процессов биосинтеза.

Развитие — относительно необратимые изменения организма в течение жизни.

Размножение — воспроизведение себе подобных особей.

Основное разделение живых существ — бесклеточные, одноклеточные и многоклеточные.

Следует отличать *многоклеточность* и *колониальность*. У колоний организмов отсутствуют настоящие дифференцированные клетки, а следовательно, и разделение тела на ткани. Далее многоклеточные можно разделить на растения, грибы, животные. Все эти 3 класса имеют огромное число подвидов, классов и видов. При этом, во всех видах организм можно разделить на ткани — наборы клеток, выполняющие определенную роль для жизни организма (например

кости, кожа, желудок и т. д. ).

## **Микробиология**

**Микробиология** — наука, предметом изучения которой являются микроскопические существа, называемые микроорганизмами (включающими в себя: одноклеточные организмы, многоклеточные организмы и бесклеточные), их биологические признаки и взаимоотношения с другими организмами, населяющими нашу планету. В область интересов микробиологии входит их систематика, морфология, физиология, биохимия, эволюция, роль в экосистемах, а также возможности практического использования.

Разделы микробиологии: бактериология, микология, вирусология, паразитология и другие.

Основные изучаемые объекты — бактерии и другие одноклеточные организмы, бесклеточные вирусы, некоторые многоклеточные организмы.

Бактерии — одна из первых форм жизни на Земле и встречаются почти во всех земных местообитаниях. Они населяют почву, пресные и морские водоёмы, глубинные слои земной коры. Бактерии часто являются симбионтами и паразитами растений и животных. Большинство бактерий к настоящему времени не описано, так их очень много. Один грамм почвы в среднем содержит 40 миллионов бактериальных клеток, а в миллилитре свежей воды можно найти миллион клеток бактерий. На Земле насчитывается около  $5 \cdot 10^{30}$  бактерий и их биомасса превышает суммарную биомассу животных и растений. Много бактерий содержит и тело человека. Количество бактерий у человека составляют 39 триллионов бактериальных клеток (само тело человека состоит из около 30 триллионов клеток). Наиболее многочисленна кишечная микрофлора и кожа. Большинство бактерий безвредны или даже полезны человеку, но есть и множество болезнетворных бактерий (чума, холера, туберкулез и т. д.) . Особенностью бактерий является отсутствие явно выраженного ядра клетки.

Одноклеточные организмы, имеющие ядро — это прежде всего растения и грибы.

**Вирус** — неклеточное инфекционное биосущество, которое может воспроизводиться только внутри живых клеток. Вирусы поражают все типы организмов, от растений и животных до бактерий .

Обнаружены также вирусы, способные размножаться только в присутствии других вирусов (вирусы-сателлиты). Вирус внедряется в чужую клетку и пользуясь ее возможностями создает свои копии. По смыслу действия вирусы могут быть вредны любому организму в котором они могут проникнуть в клетку. Вирусы гораздо меньше бактерий и могут проходить через те фильтры, которые задержат бактерии.

Борьбу с вирусами и бактериями ведет иммунная система организма, которая вырабатывает антитела на каждый вид микроорганизма. Поэтому важно иметь иммунитет, то есть реакцию на тот или иной вид болезнетворных микроорганизмов. Это приводит к необходимости приобретения такого иммунитета путем «обучения» иммунной системы. Для этого обычно используют прививки — помещение в организм образцов убитых или ослабленных микроорганизмов.

### **Генетика и адаптация в живой природе**

Генетика — наука о структуре и методах передачи наследственной информации. О том, что потомки получают часть своих свойств от предков было известно с древности. Проводилась и определенная селекция животных и растений, но особенности и механизм передачи наследственной информации был не понятен. В 18 веке ботаники перешли от наблюдений за наследованием признаков растений к экспериментальному его изучению.

3. В 1760 г. И. Г. Кельрейтер провел серию опытов по изучению передачи признаков при скрещивании растений. В опытах с табаком, дурманом и гвоздиками Кельрейтер показал, что растения-потомки, часто имеют признаки, промежуточные между признаками растений-родителей. Он также обнаружил, что есть равноправие «отца» и «матери» в передаче признаков потомкам. Экспериментами Кельрейтера было показано существование пола у растений. Кельрейтер ввел в науку новый метод изучения наследственности — метод искусственной гибридизации. При искусственном перенесении пыльцы с цветка одного сорта на пестик цветка другого сорта получается растение, происходящее от двух сортов сразу. Такое растение называется гибридом. При этом отцовское растение — это то, с которого взята пыльца, а материнское — то, которое этой пыльцой опылили и на котором созревают гибридные семена.

Растения, выросшие из этих семян, ученые называют гибридами первого поколения. Используя этот метод, французские ботаники О.Саржэ и Ш.Ноден в середине 10 века открыли явление доминантности одного из родителей над другим. Сарже, Ноденом и другими учеными было обнаружено, что все гибриды первого поколения похожи друг на друга. Это наблюдение впоследствии стали называть правилом единообразия гибридов первого поколения. При этом часть признаков гибриды получают от одного сорта, а часть — от другого. Так что часть доминантных признаков потомок получал от отца, а часть — от матери. Не доминантные признаки, которые не проявляются у гибридов первого поколения (позднее их назвали рецессивными) не исчезают совсем. Если скрещивать гибриды первого поколения между собой, то их потомки, гибриды второго поколения, отличаются по своим признакам друг от друга. Возникновение такого разнообразия признаков называют расщеплением. При этом часть гибридов второго поколения имеет рецессивные признаки. Все эти факты были осмыслены в работах чешского ученого Грегора Менделя. (1856-1863 г.) и были открыты основные законы наследственности. Суть законов Менделя («Опыты над растительными гибридами»):

- В первом поколении гибридов проявляется правило доминирования и единообразия — все гибриды имеют признак одного из родителей.
- Закон расщепления: при моногибридном скрещивании во втором поколении гибридов в случае полного доминирования наблюдается расщепление в соотношении 3:1 : около  $\frac{3}{4}$  гибридов второго поколения имеют доминантный признак, около  $\frac{1}{4}$  — рецессивный.
- Всё это послужило предпосылками для создания Морганом в 1910-е годы хромосомной теории наследственности на основе экспериментов с плодовой мушкой дрозофилой. В данной теории было установлено, что признаки (их назвали генами) передаются молекулами ДНК. В этом случае ген стали определять как участок молекулы ДНК (у некоторых вирусов — участок РНК), определяемый последовательностью атомов на этом участке. Молекула ДНК имеет громадный для молекулы размер и содержит миллиарды атомов. Для компактности ДНК свернута в двойную спираль. Совокупность генов организма

составляют генотип (определяют вид). Генотип наряду с факторами окружающей среды и развитием определяют, каким будет фенотип (конкретную реализацию организма данного вида). Передача генов потомству является основой наследования фенотипических признаков. Большинство биологических признаков являются полигенными, то есть находятся под влиянием многих генов. Гены могут изменяться в результате мутаций, изменяющих последовательность ДНК. Вследствие мутаций в популяции гены существуют в различных вариантах, называемых аллелями. Разные аллели гена могут кодировать различающиеся версии белка, что может проявляться фенотипически. Гены наряду с участками ДНК, не содержащими генов, входят в состав генома, представляющего собой весь наследственный материал организма.

- В конце 20 века биологи научились тестировать генотипы. Целью работ была расшифровка генотипа, то есть определение местоположения генов и их назначения. Сегодня эта работа продолжается по следующим направлениям:
- Сопоставление генотипов, выделение взаимосвязей и прослеживание наследственных изменений. Здесь главная цель — построить генетическую теорию эволюции и изменчивости жизни в историческом аспекте.
- Попытки построить непротиворечивую теорию возникновения жизни.
- Создать технологии искусственной модификации генотипа (генно модифицированные организмы, лечение генных заболеваний).
- Создать технологии быстрого анализа свойств организмов и видов по их генотипу.
- Достижения в технологии тестирования генотипа позволяют сегодня использовать генетический анализ биологических объектов в самых различных областях (криминалистика, микробиология, палеонтология и история и т. д.).

Процессы адаптации живых организмов к внешней среде всегда являются одной из важнейших задач в биологии. В рамках этих процессов реализуются теории естественного отбора и эволюции жизни, борьба организмов за выживание, пищу, место обитания, возможность размножения, внутривидовая и межвидовая



конкуренция, реализация экологического равновесия и сотрудничества организмов. Как правило процессы адаптации очень сложны и имеют множество различных аспектов, которые не всегда хорошо изучены.

## **Тема №6. Эволюционная картина мира. Эволюция живых систем**

### **Концепция развития в естествознании**

**Эволюционизм** (также **эволюционное учение**) — система идей и концепций, утверждающих существование направления и движущие силы исторического развития в той или иной сфере знания.

Термин «*эволюционизм*» используется в широком смысле для обозначения концепции развития, как представления об изменениях в неживой и живой природе и в человеческом обществе.

В настоящее время можно говорить о наличии эволюционных теорий развития вселенной, солнечной системы, планеты Земля как астрономического тела и как геологической структуры, развития биосферы и отдельных видов в биологии, человеческого общества с точки зрения различных общественных наук, в том числе развития науки и техники. Есть эволюционные теории и в химии. Таким образом, можно говорить о постепенном формировании новой картины мира — эволюционной. Пока эта картина мира еще не сложилась окончательно, но уже имеет множество особенностей, отличающих ее от предыдущей картины мира. Главной особенностью эволюционных систем считается наличие внутренних процессов самоорганизации и синергетики (особых видов энергетических процессов). Именно эти явления должны объяснить несоответствие эволюционных систем принципам термодинамики.

### **Эволюция живых систем. Теория развития Дарвина**

Первые эволюционные идеи в биологии выдвигались уже в древнем мире, но только труды Чарльза Дарвина в 19 веке сделали эволюционизм фундаментальной концепцией биологии. С тех пор было накоплено огромное число научных фактов, подтверждающих эволюцию. Одновременно с Дарвиным появилась и особая теория эволюции Ламарка. Ламарк считал, что эволюция живых видов ведется как осмысленное стремление к совершенству. Для науки 20 века особое значение имела идея Ламарка о наследовании приобретенных признаков. Именно эта идея была поддержана Лысенко в противовес Морганистам. Фактически идеи Ламарка в

дальнейшем не были поддержаны, хотя полного отрицания наследования приобретенных признаков и нет. Развитие генетики потребовало модернизации этих теорий и в настоящее время общепринятой является синтетическая теория эволюции (СТЭ), являющаяся развитием теории Дарвина. Эта теория была появилась в 30-х и 40-х годах XX века. Она объединила идею дарвиновского естественного отбора с законами наследственности и данными популяционной генетики.

**Естéственный отбóр** — основной фактор эволюции, в результате действия которого в популяции увеличивается число особей, обладающих более высокой приспособленностью (наиболее благоприятными признаками), в то время как количество особей с неблагоприятными признаками уменьшается.

Помимо отбора в теории СТЭ необходимо рассматривать процессы скрещивания и мутации. Скрещивание предполагает формирование ДНК нового организма на основе обмена генами 2-х предков (с учетом законов Менделя). Мутация — процесс случайного изменения части генома под действием внешних (мутагенных) факторов. Без мутаций процесс развития через некоторое время привел бы к вырождению.

### **Происхождение жизни**

Исторические концепции происхождения жизни:

1) Креационизм — идея божественного создания жизни. Создания жизни с помощью сверх- разума иного типа. Не имеет полноценных научных доказательств.

2) Постоянное самозарождение, древняя идея, поддержана еще Аристотелем. Основывается на появлении жизни в любом месте при достаточных внешних условиях. Не соответствует современной генетике.

3) Стационарное состояние. Гипотеза о вечной, всегда существовавшей жизни. Противоречит идеям возникновения вселенной, которая не вечна.

4) Гипотеза панспермии предполагает перенос биологических объектов через космическое пространство с помощью метеоритов, астероидов, комет.

5) Био-химическая эволюция. Последовательное усложнение химических структур в некоем «органическом супе». Выдвинута Опариным. Имеются некоторые экспериментальные доказательства образования сложных аминокислот, остается в рамках научной

гипотезы. В рамках био-химической теории возникло несколько направлений, которые конкурируют между собой. Пример — гипотеза о первоначальном мире РНК систем. В целом выдвигаемые теории принято делить на гипотезы голобиоза (первична структура протобелков, автор Опарин) или генобиоз (первична наследственная информация, автор Холдейн).

### **Предпосылки и этапы возникновения жизни**

Особую роль в теориях возникновения жизни играют первоначальные условия на Земле и этапы эволюции, которые могли остаться для нас неизвестными. До сих пор имеются сомнения в составе «первичного бульона», внешних физических параметрах (температура, давление и т. д. ), временных рамках и последовательности этапов эволюции жизни. Наличие теории панспермии еще больше расширяет временные промежутки и внешние условия. С другой стороны, активное изучение биологических систем постоянно дает основания в сомнениях о возможностях существования и развития белковых систем. Как оказалось условия космоса (температура и излучение) не всегда препятствуют жизни грибов, и при относительно высоких температурах так же возможна жизнь (геотермальные источники, подводные вулканы «курильщики»). Пока плохо исследована биологическая жизнь на дне океана и под землей, где есть достаточно экстремальные условия.

### **Развитие человеческого общества**

Изучение истории человеческого общества так же позволило сформулировать идею эволюции или прогресса. Прогресс может рассматриваться на различных уровнях — развитие науки, развитие технологий и экономики, развитие общественных отношений, развитие ареала обитания человечества. Развитие науки прослеживается по научным революциям, развитие технологий по технологическим революциям, развитие экономики по формированию экономических укладов (первобытно-общинный и натуральный, рабовладельческий, феодальный, капиталистический, социалистический) и типам экономической модели хозяйства. Развитие общественных отношений прослеживается менее четко, но прогресс развития общества за предшествующие столетия существует. Развитие ареала обитания человека можно увидеть в постепенном заселении и освоении суши, морей и океанов, космоса. Есть неизменное и неуклонное расширение присутствия человека во всех этих сферах.

## **Теория систем и системный анализ. Эволюция систем**

Современная картина мира характеризуется рассмотрением сложных объектов, которые проще всего назвать системами, т. е. состоящими из других взаимодействующих объектов. Для анализа систем в теории информации создана специальная наука — теория систем и системный анализ. В теории систем строится классификация систем, выделяются методы описания и анализа систем. Для рассмотрения динамики/эволюции систем так же используются такие науки как кибернетика, моделирование систем, методы искусственного интеллекта.

Кибернетика (искусство управления) – наука об управлении, связи и переработке информации. Системы, изучаемые кибернетикой, носят название кибернетических. Они имеют самую различную природу, например, вычислительные системы, человеческий мозг, биологические популяции, социальные группы и т. д.

Моделирование систем — метод анализа систем, в котором система рассматривается в упрощенном виде (как модель). Моделирование как правило использует компьютерные системы и различные методы вычислительной математики, теории вероятности и статистики.

Рассмотрение эволюционных изменений в системе прежде всего требует анализа динамики систем. Динамика системы — изменение параметров системы со временем. Исследование динамических характеристик систем обычно выполняется с помощью компьютерного моделирования. Причем сложность систем требует использования особо мощных вычислительных машин — супер ЭВМ. Поэтому применение эволюционных теорий систем связано с прогрессом вычислительной техники и относится к самым современным исследованиям.

Самой современной компьютерной технологией анализа данных являются методы искусственного интеллекта. Технологии баз знаний, экспертных систем, искусственных нейронных систем, генетические алгоритмы, кластерный анализ позволяют решать задачи анализа данных, которые раньше считались неразрешимыми. Сегодня можно уже сказать, что большинство технологий искусственного интеллекта — это технологии 21 века.

### **Влияние информационных технологий на концепции развития**

Появление мощной вычислительной техники влияет не только

на методы анализа систем, но и на другие задачи исследования эволюционных теорий. Например современные концепции развития как правило опираются на результаты компьютерного моделирования. Оказываются полезными и специальные методы работы с информацией, которые сегодня получили название информационных технологий. Для обеспечения качественного функционирования таких технологий применяются самые сложные математические методы.

Еще одним аспектом является влияние информационных и компьютерных технологий на развитие науки, техники, общества. Внедрение таких технологий во все эти области происходят сегодня так быстро, что очень трудно правильно оценить их влияние на эволюцию этих систем.

### **Теория развития Вселенной**

Решение уравнений ОТО приводит к модели нестационарной Вселенной (А. Фридман, СССР, 1922 год). Наша Вселенная остается нестационарной и расширяется в настоящую эпоху. При этом всевозможные галактики разбегаются друг от друга. В 1929 году американский астроном Э. Хаббл обнаружил смещение спектров излучения звезд в сторону красного цвета («красное смещение»), что подтверждает модель расширяющейся Вселенной. Дальнейшие измерения показали, что Вселенная расширяется даже с ускорением, что дало основания гипотезам темной энергии и темной материи. В **научной космологии** – науки о развитии и строении Вселенной есть несколько моделей динамики Вселенной. Они все рассматривают начало с теории Большого взрыва, но завершение рассматривается по разному. Есть теории «расширения-сжатия», есть вариант бесконечного расширения и термодинамической смерти и другие. При этом сложилось некоторое современное представление об основных этапах **развития Вселенной** с момента её образования и до наших дней. Оно базируется на следующих теориях:

- теории расширения Фридмана;
- теории Большого взрыва (теории горячей Вселенной);
- теории инфляции;
- иерархической теории формирования крупномасштабной структуры;
- теории звёздного населения.

Экстраполяция расширения Вселенной назад во времени приводит к точке космической сингулярности, вблизи которой ныне известные

законы физики перестают работать. Время же расширения из этой космической сингулярности до современного состояния называют возрастом Вселенной; по различным данным, оно составляет приблизительно 14 млрд лет. Расширение является основным процессом, на фоне которого происходят все остальные, поэтому всю историю развития можно разделить на этапы расширения :

1. Планковская эпоха — момент с которого начинает работать современная физика.
2. Инфляционная стадия. На этой стадии происходит резкое увеличение размеров Вселенной, а в конце его — также сильный нагрев.
3. Стадия радиационного доминирования. Основная стадия ранней Вселенной. Температура начинает снижаться и в начале электрослабое взаимодействие отделяется от сильного взаимодействия, затем образуются кварки. После смены последовательных эпох адронов и лептонов, в эпохе синтеза нуклонов образуются привычные нам химические элементы.
4. Эпоха доминирования вещества (пыли). В начале этой эпохи электромагнитное излучение отделяется от вещества и образуется реликтовый фон. Затем идут тёмные века. Они заканчиваются, когда излучение первых звёзд повторно ионизирует вещество.
5.  $\Lambda$ -доминирование. Текущая эпоха.

Момент образования реликтового фона является пограничным для эволюции вещества. Если до него она полностью определялась расширением, то после роль первой скрипки берет на себя гравитационное взаимодействие скоплений вещества, как друг с другом, так и с самим собой. Именно она отвечает за образование звезд, звездных скоплений галактик, а также слияние последних. Отделение реликтового фона стало возможным благодаря остыванию Вселенной, вызванному расширением. При этом постепенно проходит процесс изменения химического состава из-за вспышек сверхновых звезд.

Возникновение жизни — следующий этап развития Вселенной, знаменующий, что вещество теперь может самоорганизовываться, а не слепо следовать физическим процессам.

Вот один из предполагаемых сценариев рождения Вселенной:

Вселенная образовалась в результате Большого взрыва примерно

13,7 млрд лет назад из особого состояния, обладающего большой плотностью энергии (космологической сингулярности). В таком состоянии возникают сильнейшие напряжения и отрицательные давления, вызывающие стремительное расширение сингулярности и генерацию материи внутрь нее. При этом возникло четырехмерное пространство-время.

Следующая, инфляционная, стадия раздувания Вселенной началась с момента  $10^{-43}$  с и продолжалась до  $10^{-35}$  с. За это время Вселенная увеличилась более чем в  $10^{50}$  раз и достигла размера порядка современного радиуса –  $10^{28}$  см. Единое взаимодействие расщепилось сначала на гравитационное, затем на сильное и электрослабое, которое разделилось, в свою очередь, на электромагнитное и слабое. Температура начала убывать обратно пропорционально квадратному корню от времени.

Стадия горячей Вселенной началась с *эры адронов* при температуре  $10^{12}$  К, плотности  $10^{14}$  г / см<sup>3</sup> и длилась  $10^{-4}$  с, было нарушено равновесие между частицами и античастицами, остались барионы (протоны и нейтроны), мезоны, античастицы пропали, так как их оказалось меньше, возникла барионная асимметрия Вселенной. Из равновесия с гамма-излучением вышли последовательно гипероны, нуклоны, мезоны. Именно из них и возникла вещественная Вселенная.

В *эре лептонов* при температуре, большей  $10^{10}$  и меньшей  $10^{12}$  К и плотности, меньшей  $10^{14}$  и большей  $10^4$  г / см<sup>3</sup>, в течение времени, меньше 10 с и больше  $10^{-4}$  с, самоуничтожаются электрон-позитронные пары. Через 0,2 с остаются реликтовые нейтрино, существующие до настоящего времени.

В *эре фотонов* спустя примерно  $3 \cdot 10^5$  лет при температуре, меньшей  $10^{10}$  К и большей  $3 \cdot 10^9$  К, и плотности, меньшей  $10^4$  г / см<sup>3</sup> и большей  $10^2$  г / см<sup>3</sup>, образуются атомы, свет (фотоны) отделяется от вещества (на каждый атом во Вселенной приходится 1 млрд реликтовых фотонов).

Последняя стадия пылевой Вселенной включает *звездную эру*, которая началась спустя 1 млн лет после Большого Взрыва при температурах, меньше 3000 К, и плотностях, меньших  $10^{-21}$  г / см<sup>3</sup>. Тяготение стало сжимать первичные газовые сгустки с массой порядка  $10^5$  масс Солнца в плоские тела («блины») с массой  $10^{13}$  масс Солнца, из которых образовались галактики (звездные скопления). Вспыхнули звезды первого поколения галактик.

## Развития космической науки и технологий

Развитие человечества не мыслимо без его экспансии в космос. Исследованием космического пространства человек занимался с самых древних времен. Обсерватории — одни из самых древних сооружений на Земле. Появление телескопов и теории гравитации упрочили знания о космосе. Однако путешествия в космос долго были уделом фантастов.

Посещение космоса стало возможно только после развития ракетной техники.

В средние века в Китае создана первая пороховая ракета. В 1379 г, итальянец Муратори сделал описание ракеты и впервые ввел в употребление итальянское слово «ракета». В фундаментальном труде известного ученого Даниила Бернулли (1700— 1782) «Гидродинамика», написанном в 1738 г. в Петербурге, содержится теория реактивного движения для судов. В конце 19 в. идеи постепенно переходят в разряд проектов и теорий. Так, в 1867 г. Н.А. Телешов (1826 — 1895) получил патент на реактивный самолет, а через четыре года русский инженер Н.И. Кибальчич (1853 — 1881) создал проект пилотируемого порохового ракетного летательного аппарата. В развитии ракетно-космической техники важную роль сыграли фундаментальные труды российских ученых Н.Е. Жуковского, К.Э. Циолковского, И.В. Мещерского, Германа Оберта, Роберта Годдарда.

В первой половине 20 века разработаны ракеты разных модификаций и произведен их запуск. Существенный вклад в разработку ракетно-космической техники внесли ученые СССР (группа ГИРД) и Германии (проекты ФАУ). В рамках 2 мировой войны ракетная техника стала использоваться в военной области.

После войны гонка вооружения заставила СССР и США организовать разработку мощных баллистических ракет, которые уже можно было использовать для освоения космоса. В СССР исследования возглавляли С.П. Королев ), В.П. Глушко, Н.А. Пилюгин, Б.В. Раушенбах, В.Ф. Уткин и другие. Были разработаны ракеты носители Спутник, Восток, Молния, Космос, Восход, Протон, Союз, Циклон, Зенит, Энергия. В США разработки велись отдельными коммерческими фирмами и научными центрами под руководством NASA, выделяется только немецкий ученый Вернер фон Браун (автор первых полетов и лунной программы). Были разработаны ракеты носители Джунго, Атлас, Тор Эйбл, Дельта,



Редстоун, Сатурн, Титан, Пегас, Таурус.

Основные этапы освоения космоса:

4 октября 1957 года — запуск первого искусственного спутника земли «Спутник-1»

12 апреля 1961 года – Первым в истории космонавтом стал Юрий Гагарин, совершивший космический полёт на корабле «Восток».

- 5 мая 1961 года – Первым американским астронавтом стал Алан Шепард, совершивший суборбитальный полёт на корабле «Меркурий-3».
- 6 августа 1961 года – третьим космонавтом стал, самый молодой космонавт Герман Титов. Титов совершил полёт в 25 лет на корабле «Восток-2». Первый в мире космический полёт длительностью более суток. Впервые космонавт спал в невесомости.
- 20 февраля 1962 года – Первым американским астронавтом по версии, совершившим полномасштабный полет стал Джон Гленн, совершивший полёт в космос на корабле «Меркурий-6».
- 16 июня 1963 года – Первой женщиной-космонавтом стала Валентина Терешкова , совершившая полёт в космос на корабле «Восток-6»
- 12 октября 1964 года – Первым многоместным космическим кораблём стал «Восход-1».
- 18 марта 1965 года – Первым человеком, вышедшим в открытый космос, стал Алексей Леонов. Выход осуществлён из корабля «Восход-2».
- 24 декабря 1968 года – Первыми людьми, облетевшими Луну, стали Фрэнк Борман, Уильям Андерс, Джеймс Ловелл — члены экипажа корабля «Аполлон-8».
- 20 июля 1969 года – Первыми людьми, совершившими высадку на поверхность Луны, стали Нил Армстронг и Эдвин Олдрин — члены экипажа корабля «Аполлон-11».
- 15 октября 2003 года – Первым китайским космонавтом стал Ян Ливэй . Китай впервые запустил своего гражданина на корабле собственного производства «Шэньчжоу-5» и с помощью собственной ракеты-носителя, став таким образом третьей по счёту космической державой.
- 19 апреля 1971 года — запущена первая орбитальная станция

«Салют-1».

- 3 марта 1972 года — запуск первого аппарата, покинувшего впоследствии пределы Солнечной системы: «Пионер-10».
- 12 апреля 1981 года — первый полёт первого многоразового транспортного космического корабля «Колумбия».
- 15 ноября 1988 года — первый и единственный космический полёт МТКК «Буран» в автоматическом режиме.
- 20 ноября 1998 года — запуск первого блока «Заря» Международной космической станции.

Исследования планет

Луна  
СССР

- 4 января 1959 года — станция «Луна-1» прошла на расстоянии 60000 километров от поверхности Луны и вышла на гелиоцентрическую орбиту. Она стала первым в мире искусственным спутником Солнца.
- 14 сентября 1959 года — станция «Луна-2» впервые в мире достигла поверхности Луны, доставив вымпел с гербом СССР.
- 4 октября 1959 года — межпланетная станция «Луна-3» впервые в мире сфотографировала невидимую с Земли сторону Луны. Также во время полёта впервые в мире был на практике осуществлён гравитационный манёвр.
- 3 февраля 1966 года — АМС «Луна-9» совершила первую в мире мягкую посадку на поверхность Луны, были переданы панорамные снимки Луны.
- Высадка радиоуправляемых луноходов (1970-1973).
- Доставка грунта Луны (1976).

США

- Программа «Рейнджер» — фотографирование поверхности (1961-1965).
- Программа «Сервейер» — мягкая посадка (1966-1968).
- Программа «Луна орбитер» — фотографирование поверхности (1966-1967).
- Программа «Аполлон» — пилотируемые полеты на луну с посадкой и взлетом (1969-1972).
- Программа «Клементин» — видеосъемка поверхности (1994).
- Программа «Луна Проспектор» — автоматическая

исследовательская станция (1998).

- Программа «LCROSS» — падение на поверхность (2009), обнаружена вода.

#### Европа

- Программа «Смарт» — фотографирование и сканирование поверхности (2003).

#### Япония

- Спутник «Хайтен» (1990) и автоматическая станция «Кагуя» (2007).

#### Китай

- Спутники «Чанъэ» (2007, 2010) и луноходы «Юйту» (2013, 2019).

#### Индия

- Автоматическая станция «Чадраян» (2008).

#### Марс

Кроме Луны, наиболее изучена планета Марс. Особенно активно изучают Марс в NASA (США). СССР имела несколько программ по исследованию этой планеты — Марс и Фобос. Результаты — облет и фотографирование Марса, 1 удачная попытка посадки на Марсе. Россия пока не имеет достижений в деле изучения Марса. США выполнили несколько программ по исследованию Марса. Сегодня они имеют несколько автоматических станций на орбите Марса и 2 удачные экспедиции марсоходов. Последняя (Кьюриосити) продолжается до сих пор. Марсоходы многократно фотографировали поверхность, брали образцы грунта (правда пока на Землю образцы не доставлены), проводили пробное бурение.

- 13 ноября 1971 года — станция «Маринер-9» стала первым искусственным спутником Марса.
- 27 ноября 1971 года — станция «Марс-2» впервые достигла поверхности Марса.
- 2 декабря 1971 года — первая мягкая посадка АМС на Марс: «Марс-3».

#### Венера

В деле исследования Венеры первоначально лидировал СССР. В рамках проекта «Венера» были созданы автоматические станции на орбите планеты, были случаи удачной посадки на поверхности. Однако условия на Венере оказались крайне неблагоприятны, очень высокая температуры, химически агрессивная атмосфера, высокое

давление. Автоматические станции быстро выходят из строя, есть проблемы с энергией для их работы. Эти сложности уменьшили желание активизации исследований.

- 1 марта 1966 года — станция «Венера-3» впервые достигла поверхности Венеры, доставив вымпел СССР. Это был первый в мире перелёт космического аппарата с Земли на другую планету.
- 15 декабря 1970 года — первая в мире мягкая посадка на поверхность Венеры: «Венера-7».
- 20 октября 1975 года — станция «Венера-9» стала первым искусственным спутником Венеры.
- октябрь 1975 года — мягкая посадка двух космических аппаратов «Венера-9» и «Венера-10» и первые в мире фотоснимки поверхности Венеры.

В настоящее время исследования Венеры продолжаются, но пока в рамках орбитальных исследовательских станций. По немного участвуют все космические державы.

#### Другие планеты и солнечная система

Космический аппарат «Вояджер-1» послан в межзвездный полет через всю солнечную систему. В 1990 году он уже был на расстоянии в 6 млрд км от Земли. В ходе выполнения своей миссии «Вояджер-1» стал самым дальним от Земли объектом, созданным человеком. В настоящее время считается что он вылетел за пределы Солнечной системы.

- 7 декабря 1995 года — станция «Галилео» стала первым искусственным спутником Юпитера.
- 24 июня 2000 года — станция NEAR Shoemaker стала первым искусственным спутником астероида (433 Эрос).
- 30 июня 2004 года — станция «Кассини» стала первым искусственным спутником Сатурна.
- 15 января 2006 года — станция «Стардаст» доставила на Землю образцы кометы Вильда 2.
- 17 марта 2011 года — станция Messenger стала первым искусственным спутником Меркурия.

К настоящему времени имеют возможности (носители) посылки в космос людей 3 страны — Россия, США, Китай. Еще несколько стран имеют носители для запуска спутников — Великобритания, Франция, Индия, Япония, Израиль. Обитаемые орбитальные станции

— Мир, МКС (международная) и другие. В космос были выведено несколько сот спутников, большая часть из них уже не работает. Ведутся проекты по изучению Луны, Марса, Венеры, Меркурия, Юпитера, Сатурна, Урана, астероидов и комет, Солнца. На орбиту были доставлено несколько космических телескопов в самых разных диапазонах волн. Информация, полученная например телескопом Хаббл имеет исключительно важную роль для астрономии и космогонии.