

Биологическая картина мира

Одним из самых трудных, но в то же время интересных вопросов является вопрос о происхождении жизни. Он труден потому, что когда наука подходит к проблемам развития как создания качественно нового, она оказывается у предела своих возможностей как отрасли культуры, основанной на доказательстве и экспериментальной проверке утверждений.

Ученые сегодня не в состоянии воспроизвести процесс возникновения жизни с такой же точностью, как это было несколько миллиардов лет назад. Даже наиболее тщательно поставленный опыт будет лишь модельным экспериментом, лишенным ряда факторов, сопровождавших появление живого на Земле.

Трудность методологическая – в невозможности проведения прямого эксперимента по возникновению жизни (уникальность этого процесса препятствует использованию основного научного метода).

Вопрос о происхождении жизни интересен не только сам по себе, но и тесной связью с проблемой отличия живого от неживого, а также связью с проблемой эволюции жизни.

В чем сущность живого?

Как и насколько механизмы эволюции действовали при зарождении жизни?

Отличие живого от неживого

Что такое живое и чем оно отличается от неживого?

Есть несколько фундаментальных отличий в вещественном, структурном и функциональном планах.

В вещественном плане – в состав живого обязательно входят высокоупорядоченные макромолекулярные органические соединения, называемые *биополимерами*, - белки и нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК).

В структурном плане - живое отличается от неживого клеточным строением.

В функциональном плане - для живых тел характерно воспроизводство самих себя.

Также живые тела отличаются от неживых наличием обмена веществ, способностью к росту и развитию, активной регуляцией своего состава и функций, способностью к движению, раздражимостью, приспособленностью к среде и т.д. Неотъемлемым свойством живого является деятельность, активность.

Все живые существа должны или действовать или погибнуть.

Строго научное разграничение живого и неживого встречает определенные трудности.

Переходные формы от нежизни к жизни – вирусы.

Вирусы вне клеток другого организм не обладают ни одним из атрибутов живого. У них есть наследственный аппарат, но отсутствуют основные необходимые для обмена веществ ферменты, и поэтому они могут расти и размножаться лишь проникая в клетки организма-хозяина и используя его ферментные системы.

В зависимости от того, какой признак мы считаем самым важным, мы относим вирусы либо к живым системам, либо нет.

Концепции возникновения жизни

Существует пять концепций возникновения жизни:

- Креационизм – божественное сотворение жизни;
- Концепция многократного самопроизвольного зарождения жизни из неживого вещества (ее придерживался еще Аристотель, который считал, что живое может возникать и в результате разложения почвы);
- Концепция стационарного состояния, в соответствии с которой жизнь существовала всегда;
- Концепция панспермии – внеземного происхождения жизни;
- Концепция происхождения жизни на Земле в историческом прошлом в результате процессов, подчиняющихся физическим и химическим законам.

К началу 20 в. в науке господствовали две последние концепции. Концепция панспермии, согласно которой жизнь была занесена на Землю извне, опиралась на обнаружение при изучении метеоритов и комет «предшественников живого» - органических соединений, которые, возможно, сыграли роль «семян».

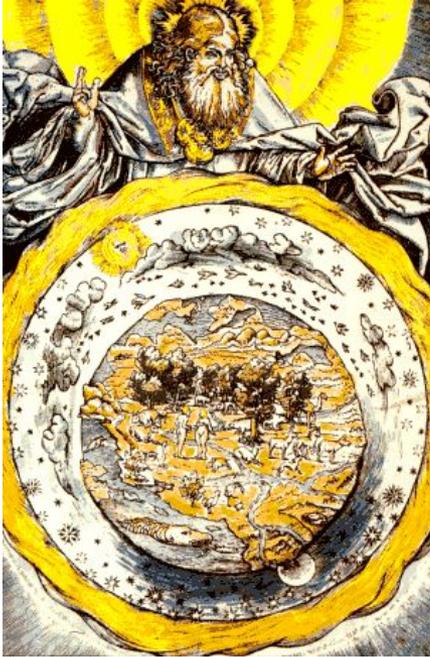
У концепции появления жизни на Земле в историческом прошлом два варианта.

Согласно одному, происхождение жизни – результат случайного образования единичной «живой молекулы», в строении которой был заложен весь план дальнейшего развития живого.

Французский биолог Ж.Моно пишет, что «жизнь не следует из законов физики, но совместима с ними. Жизнь – событие, исключительность которого необходимо сознавать».

Согласно другой точке зрения, происхождение жизни - результат закономерной эволюции материи.

Идея эволюции живой природы



Акварель из Библии
Мартина Лютера (1543)

Идея эволюции живой природы возникла в Новое время как противопоставление креационизму.

Креационизм (от лат. "созидание") - учение о сотворении мира богом из ничего и неизменности созданного творцом мира.

Фундаментальную роль в мировоззрении того времени играли также идеи телеологии.

Телеология - учение, по которому все в природе устроено целесообразно и всякое развитие является осуществлением заранее определенных целей.

Телеология приписывает процессам и явлениям природы цели, которые или устанавливаются богом (Х. Вольф), или являются внутренними причинами природы (Аристотель, Лейбниц).

Трансформизм - концепция ограниченной изменчивости видов в пределах относительно узких подразделений (от одного единого предка) под влиянием среды. (Жорж Бюффон, «Естественная история», 18 век)

Трансформизм в основе своей имеет представления об изменении и превращении органических форм, происхождении одних организмов от других.

Все трансформисты признавали изменяемость видов организмов под действием изменений окружающей среды.

Систематика - биологическая наука о разнообразии всех существующих и вымерших организмов, о взаимоотношениях и родственных связях между их различными группами (таксонами). Основными задачами систематики являются определение путем сравнения специфических особенностей каждого вида и каждого таксона более высокого ранга, выяснение общих свойств у тех или иных таксонов. Основы систематики заложены в трудах Дж. Рея (1693) и К. Линнея (1735).

В 1751 году вышла книга Линнея "Философия ботаники", в которой он писал: "Искусственная система служит только до тех пор, пока не найдена естественная. Первая учит только распознавать растения. Вторая научит нас познавать природу самого растения".

Заслуга Линнея в том, что через создание искусственной системы он подвел биологию к необходимости рассмотрения колоссального эмпирического материала с позиций общих теоретических принципов.



Карл Линней (1707-1778)

Большую роль в становлении и развитии идеи эволюции живой природы сыграла эмбриология, для которой было характерно противостояние преформизма и эпигенеза.

Эмбриология – наука о предзародышевом развитии, оплодотворении, зародышевом развитии организма.

Преформизм - от лат. "предобразую" - учение о наличии в половых клетках материальных структур, предопределяющих развитие зародыша и признаки развивающегося из него организма.

Эпигенез - учение, согласно которому в процессе зародышевого развития происходит постепенное и последовательное новообразование органов и частей зародыша из бесструктурной субстанции оплодотворенного яйца.

Эпигенетики отказались от идеи божественного творения живого и подошли к научной постановке проблемы происхождения жизни.

В 17-18 веках возникала идея исторических изменений наследственных признаков организмов, необратимого исторического развития живой природы - **идея эволюции органического мира.**

Эволюция - от лат. "развертывание" - историческое развитие природы. В ходе эволюции:

- 1- возникают новые виды, т.е. увеличивается разнообразие форм организмов;
- 2 - организмы адаптируются, т.е. приспосабливаются к изменениям условий внешней среды;
- 3 - в результате эволюции постепенно повышается общий уровень организации живых существ: они усложняются и совершенствуются.

Переход от представления о трансформации видов к идее эволюции, исторического развития видов предполагал:

- 1 - рассмотрение процесса образования видов в его истории, учет конструктивной роли фактора времени в историческом развитии организмов;
- 2 - развитие идей о возникновении качественно нового в таком историческом процессе. Переход от трансформизма к эволюционизму в биологии произошел на рубеже 18-19 веков.

Первые эволюционные теории были созданы двумя великими учеными 19 века - Ж.Ламарком и Ч. Дарвином. Жан Батист Ламарк и Чарльз Роберт Дарвин создали эволюционные теории, которые противоположны по строю, характеру аргументации, основным выводам. Их исторические судьбы также сложились по-разному. Теория Ламарка не получила широкого признания современников, в то время как **теория Дарвина стала основой эволюционного учения.**



В 1809 году вышла книга Ламарка "Философия зоологии", в которой была изложена **первая целостная теория эволюции органического мира.**

Он впервые выделил два самых общих направления эволюции:
1) восходящее развитие от простейших форм жизни ко все более сложным и совершенным;
2) формирование у организмов приспособлений в зависимости от изменений внешней среды.
(развитие "по вертикали" и "по горизонтали")

Ламарк назвал повышение общего уровня организации *градацией*.

Ламарк был одним из первых естествоиспытателей, которые развили идею эволюции органического мира до уровня теории.

Жан Батист Ламарк

Ламарк включил в свое учение качественно новое понимание роли среды в развитии органических форм, трактуя внешнюю среду как важный фактор, условие эволюции.

Ламарк полагал, что историческое развитие организмов имеет не случайный, а закономерный характер и происходит в направлении постепенного и неуклонного совершенствования. Ламарк назвал это повышение общего уровня организации градацией.

Движущей силой градаций Ламарк считал "стремление природы к прогрессу", "стремление к совершенствованию", изначально присущее всем организмам и заложенное в них Творцом.

При этом организмы способны целесообразно реагировать на любые изменения внешних условий, приспосабливаться к условиям внешней среды.

Это положение Ламарк конкретизировал в двух законах:

- 1) активно используемый орган усиленно развивается, а ненужный исчезает;
- 2) изменения, приобретенные организмами при активном использовании одних органов и неиспользовании других, сохраняются у потомства.

Роль среды в эволюции организмов по-разному рассматривается разными направлениями эволюционного учения.

Эктогенез - направление в эволюционном учении, которое рассматривает историческое развитие живой природы как прямое приспособление организмов к среде обитания и простое суммирование изменений, приобретаемых организмами под воздействием среды.

Автогенез - учение, объясняющее эволюцию организмов действием только внутренних нематериальных факторов ("принципом совершенствования", "силой роста" и др.).

Это учение рассматривает эволюцию живой природы как процесс, независимый от внешних условий, направляемый и регулируемый внутренними факторами.

Автогенез противоположен эктогенезу.

Автогенез близок витализму - совокупности течений в биологии, согласно которым жизненные явления объясняются присутствием в организмах нематериальной сверхъестественной силы ("жизненная сила", "душа", "энтелехия", "архей"), управляющей этими явлениями. Витализм - от лат. "жизненный" - объясняет жизненные явления действием особого нематериального начала.

Теория катастроф



По-своему идея эволюции органического мира развивалась в теории катастроф.

"Жизнь не раз потрясала на нашей земле страшными событиями. Бесчисленные живые существа становились жертвой катастроф: одни, обитатели суши, были поглощаемы потопами, другие, населявшие недра вод, оказывались на суше вместе с внезапно приподнятым дном моря, сами их расы навеки исчезали, оставив на свете лишь немногие остатки, едва различимые для натуралистов".

Французский биолог Жорж Кювье (1769-1832) - основатель теории катастроф - концепции, в которой идея биологической эволюции выступила как производная от более общей идеи развития глобальных геологических процессов.

Теория катастроф (катастрофизм) исходит из представлений о единстве геологических и биологических аспектов эволюции.

Против учения катастрофизма выступили сторонники другой концепции эволюции, которые также ориентировались преимущественно на геологическую проблематику, но исходили из представлений о тождественности современных и древних геологических процессов - концепции **униформизма**.

Униформизм складывался под влиянием успехов классической механики, прежде всего небесной механики, галактической астрономии, представлений о бесконечности и безграничности природы в пространстве и времени.

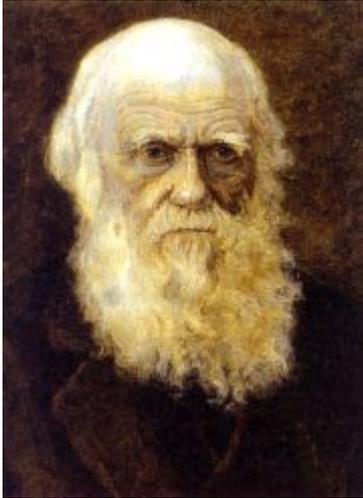
В 18-первой половине 19 века концепцию униформизма разработали Дж. Геттон, Ч. Лайель, М.В.Ломоносов, К.Гофф и др.

Эта концепция опирается на представления об однообразии и непрерывности законов природы, их неизменности на протяжении истории Земли;

отсутствии всяческих переворотов и скачков в истории Земли;
суммировании мелких отклонений в течение больших периодов времени;
потенциальной обратимости явлений и отрицании прогресса в развитии.

Теория Ч. Дарвина

"Происхождение видов путем естественного отбора"
(1859)



В книге "Изменение домашних животных и культурных растений" (т.1-2, 1868) он изложил дополнительный фактический материал к основному труду. В книге "Происхождение человека и половой отбор" (1871) выдвинул гипотезу происхождения человека от обезьяноподобного предка.

В основе теории Дарвина - свойство организмов повторять в ряду поколений сходные типы обмена веществ и индивидуального развития в целом - свойство наследственности.

Наследственность вместе с **изменчивостью** обеспечивает постоянство и многообразие форм жизни и лежит в основе эволюции живой природы.

Одно из основных понятий своей теории эволюции - понятие "борьба за существование" - Дарвин употреблял для обозначения отношений между организмами, а также отношений между организмами и абиотическими условиями, приводящих к гибели менее приспособленных и выживанию более приспособленных особей.

Понятие "борьба за существование" отражает те факты, что каждый вид производит больше особей, чем их доживает до взрослого состояния, и что каждая особь в течение своей жизнедеятельности вступает в множество отношений с биотическими и абиотическими факторами среды.

Дарвин выделил две основные формы изменчивости:

- - определенную изменчивость - способность всех особей одного и того же вида в определенных условиях внешней среды одинаковым образом реагировать на эти условия (климат, почву);
- - неопределенную изменчивость, характер которой не соответствует изменениям внешних условий (В современной терминологии неопределенная изменчивость называется мутацией).

Мутация - неопределенная изменчивость в отличие от определенной носит наследственный характер. По Дарвину, незначительные изменения в первом поколении усиливаются в последующих.

Дарвин подчеркивал, что решающую роль в эволюции играет именно неопределенная изменчивость. Она связана обычно с вредными и нейтральными мутациями, но возможны и такие мутации, которые оказываются перспективными.

Неизбежным результатом борьбы за существование и наследственной изменчивости организмов, по Дарвину, является процесс выживания и воспроизведения организмов, наиболее приспособленных к условиям среды, и гибели в ходе эволюции неприспособленных - естественный отбор.

Механизм естественного отбора в природе действует аналогично селекционеру, т.е. складывает незначительные и неопределенные индивидуальные различия и формирует из них у организмов необходимые приспособления, а также межвидовые различия. Этот механизм выбраковывает ненужные формы и образовывает новые виды.

Тезис о естественном отборе наряду с принципами борьбы за существование, наследственности и изменчивости - основа дарвиновской теории эволюции.

Происхождение жизни

Абиогенез - идея о происхождении живого из неживого - исходная гипотеза современной теории происхождения жизни.

А.И.Опарин (1924г.) - предположил, что при мощных электрических разрядах в земной атмосфере, которая 4-4,5 млрд.лет назад состояла из аммиака, метана, углекислого газа и паров воды, могли возникнуть простейшие органические соединения, необходимые для возникновения жизни.

С.Миллер (1955 г.) американский исследователь, пропуская электрические заряды через смесь газов и паров, получил простейшие жирные кислоты, мочевины, уксусную и муравьиную кислоты и несколько аминокислот.

Таким образом в середине XX века был экспериментально осуществлен абиогенный синтез белковоподобных и др. органических веществ в условиях, воспроизводящих условия первобытной Земли.

Дарвин в 1871 г. писал: "Но если бы сейчас ... в каком-либо теплом водоеме, содержащем все необходимые соли аммония и фосфора и доступном воздействию света, тепла, электричества и т.п., химически образовался белок, способный к дальнейшим все более сложным превращениям, то это вещество немедленно было бы разрушено и поглощено, что было невозможно в период возникновения живых существ".

Жизнь возникла на Земле абиогенным путем. В настоящее время живое происходит только от живого (биогенное происхождение). Возможность повторного возникновения жизни на Земле исключена.

Французская Академия наук в 1859 г. назначила специальную премию за попытку осветить по-новому вопрос о самопроизвольном зарождении жизни. Её получил Луи Пастер в 1862 г., который доказал невозможность самозарождения микроорганизмов.

Луи Пастер



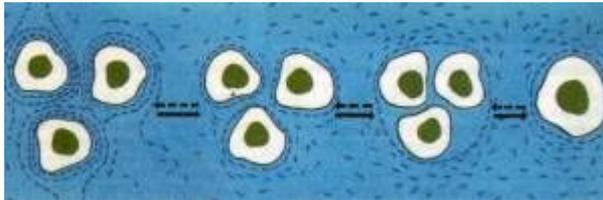
Гипотеза А.И.Опарина о возникновении жизни на Земле опирается на представление о постепенном усложнении химической структуры и морфологического облика предшественников жизни (пробионтов) на пути к живым организмам.

На стыке моря, суши и воздуха создавались благоприятные условия для образования сложных органических соединений.

Разнообразие находящихся в океанах простых соединений, площадь поверхности Земли, доступность энергии и масштабы времени позволяют предположить, что в океанах постепенно накопились органические вещества и образовался «первичный бульон», в котором могла возникнуть жизнь.

В концентрированном растворе белков, нуклеиновых кислот могут образовываться сгустки, подобные водным растворам желатина.

Коацерваты (или коацерватные капли) - это обособленные в растворе органические многомолекулярные структуры.



Образование коацерватов

Это еще не живые существа. Их возникновение рассматривают как стадию развития преджизни. Наиболее важным этапом в происхождении жизни было возникновение механизма воспроизведения себе подобных и наследования свойств предыдущих поколений. Это стало возможным благодаря образованию сложных комплексов нуклеиновых кислот и белков. Нуклеиновые кислоты, способные к самовоспроизведению, стали контролировать синтез белков, определяя в них порядок аминокислот. А белки-ферменты осуществляли процесс создания новых копий нуклеиновых кислот. Так возникло главное свойство, характерное для жизни - способность к воспроизведению подобных себе молекул.

В зависимости от того, что считается первичным, различают два методологических подхода к вопросу возникновения жизни:

Генобиоз — методологический подход в вопросе происхождения жизни, основанный на убеждении в первичности молекулярной системы со свойствами первичного генетического кода.

Голобиоз — методологический подход в вопросе происхождения жизни, основанный на идее первичности структур, наделённых способностью к элементарному обмену веществ при участии ферментного механизма.

В любом живом существе присутствует 20 аминокислот, 5 азотистых оснований, два углевода, фосфат.

29 блоков-мономеров описывают биохимическое строение любого живого организма.

Из аминокислот построены белки,
азотистые соединения – составные части нуклеиновых кислот,
глюкоза – источник энергии,
жиры – структурный материал, идущий на построение в клетке мембран и запасующие энергию.

Наряду с теорией абиогенного происхождения жизни существуют и другие гипотезы. В 1865 г. немецкий врач Г.Рихтер выдвинул гипотезу космозоев (космических зачатков), в соответствии с которой жизнь является вечной и зачатки, населяющие мировое пространство, могут переноситься с одной планеты на другую.

Сходную гипотезу в 1907 г. выдвинул известный шведский естествоиспытатель С.Аррениус, предположив, что во Вселенной вечно существуют зародыши жизни - гипотезу панспермии.

Панспермия - гипотеза о повсеместном распространении во Вселенной зародышей живых существ. Согласно панспермии, в мировом пространстве рассеяны зародыши жизни (например, споры микроорганизмов), которые движутся под давлением световых лучей, а попадая в сферу притяжения планеты, оседают на ее поверхности и закладывают на этой планете начало живого.

Вещественная основа жизни

На Земле основа жизни – углерод.

Углерод способен создавать разнообразные, подвижные, низкопроводные, студенистые, насыщенные водой, длинные скрученные цепеобразные структуры.

Соединения углерода с водородом, кислородом, азотом, фосфором, серой, железом обладают замечательными каталитическими, строительными, энергетическими, информационными и другими свойствами.

Кислород, водород и азот наряду с углеродом можно отнести к «кирпичикам» живого.

Клетка состоит на 65-75% из **кислорода**, 15-16% **углерода**, 8-10% **водорода**, 1,5-3% **азота**.

1 группа (до 98 %) (макроэлементы)

- Углерод
- Водород
- Кислород
- Азот

2 группа (1,5—2 %)

- Калий
- Натрий
- Кальций
- Магний
- Сера
- Фосфор
- Хлор
- Железо

3 группа (<0,01 %) (микроэлементы)

- Цинк
- Медь
- Фтор
- Йод
- Кобальт
- Молибден

4 группа (<0,00001 %) (ультрамикроэлементы)

- Уран
- Радий
- Золото

Развитие жизни на Земле

Катархей («ниже древнейшего») - геологическая эра Земли от ее образования до зарождения жизни - около 4,6 - 3,5 млрд. лет назад. Начинают синтезироваться первые органические соединения, возникают свойства, характерные для жизни. (Ядовитая атмосфера, молнии, извержения вулканов, УФ. Вернадский считал, что биосфера геологически вечна).

Архей - древнейшая геологическая эра Земли - 3,5 - 2,6 млрд. лет назад.

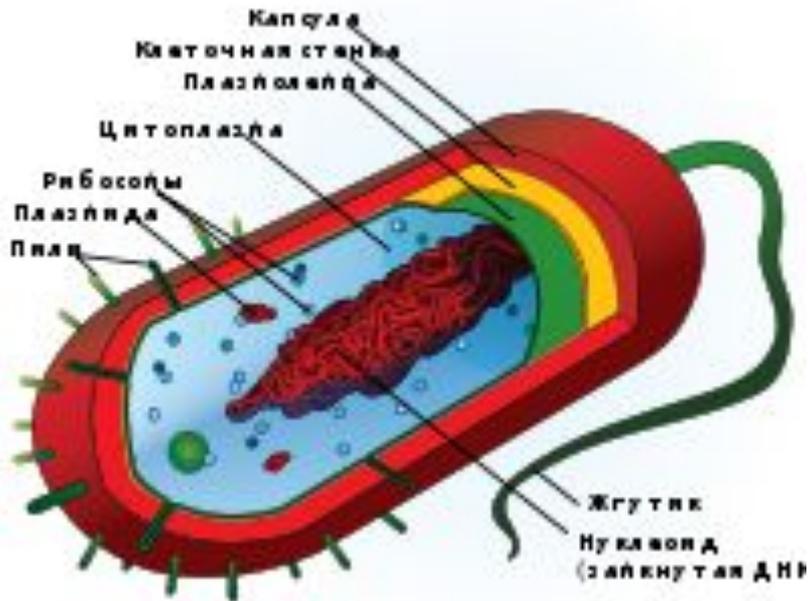
Возникновение **первых прокариот** (бактерий и сине-зеленых водорослей) – организмов, которые не обладают оформленным клеточным ядром и типичным хромосомным аппаратом (наследственная информация реализуется и передается через ДНК).

В этот период появляются гетеротрофные организмы не только в море, но и на суше. Образуется почва. В атмосфере снижается содержание метана, аммиака, водорода, начинается накопление углекислого газа и кислорода.

Гетеротрофные организмы – организмы, использующие для своего питания готовые органические вещества (человек, все животные, некоторые растения, большинство бактерий, грибы)

Автотрофные организмы – организмы, синтезирующие из неорганических веществ все необходимые для жизни органические вещества, используя энергию фотосинтеза (все зеленые растения – фототрофы) или хемосинтеза (некоторые бактерии – хемотрофы). Автотрофы обеспечивают существование всех других организмов.

Прокариотическая клетка



Прокариоты (от лат.*pro* — перед, до и греч. κάρυον — ядро, орех) — организмы, не обладающие (в отличие от эукариот) оформленным клеточным ядром и другими внутренними мембранными органоидами.

Единственная крупная кольцевая (у некоторых видов — линейная) двухцепочечная молекула ДНК, в которой содержится основная часть генетического материала клетки (*нуклеоид*) не образует комплекса с белками-гистонами (так называемого хроматина).

К прокариотам относятся бактерии, сине-зелёные водоросли и археи.

О положении сине-зеленых водорослей в системе органического мира у биологов нет единого мнения. Ботаники относят сине-зеленые водоросли к водорослям, микробиологи – к бактериям и называют цианобактериями.

Археи — *одноклеточные прокариоты*, на молекулярном уровне заметно отличающиеся как от бактерий, так и от эукариотов. Отличия наблюдаются в компонентах синтеза белка, структуре клеточной стенки, биохимии и устойчивости к факторам внешней среды (большая часть — экстремофилы).

Археи широко распространены в окружающем мире, занимая, в том числе, и такие экологические ниши, которые недоступны другим живым организмам.

В горячих источниках живут *археи-термофилы*, устойчивые к температурам +45..+113 °С;

психрофилы способны к размножению при сравнительно низких температурах (-10... +15 °С);

ацидофилы живут в кислотных средах ([pH](#) 1—5);

алкалифилы, наоборот, предпочитают щелочи (pH 9—11).

Барофилы выдерживают давление до 700 атмосфер,

галофилы живут в соляных растворах с содержанием [NaCl](#) 25—30 %.

Ксерофилы выживают при минимальном уровне влаги.

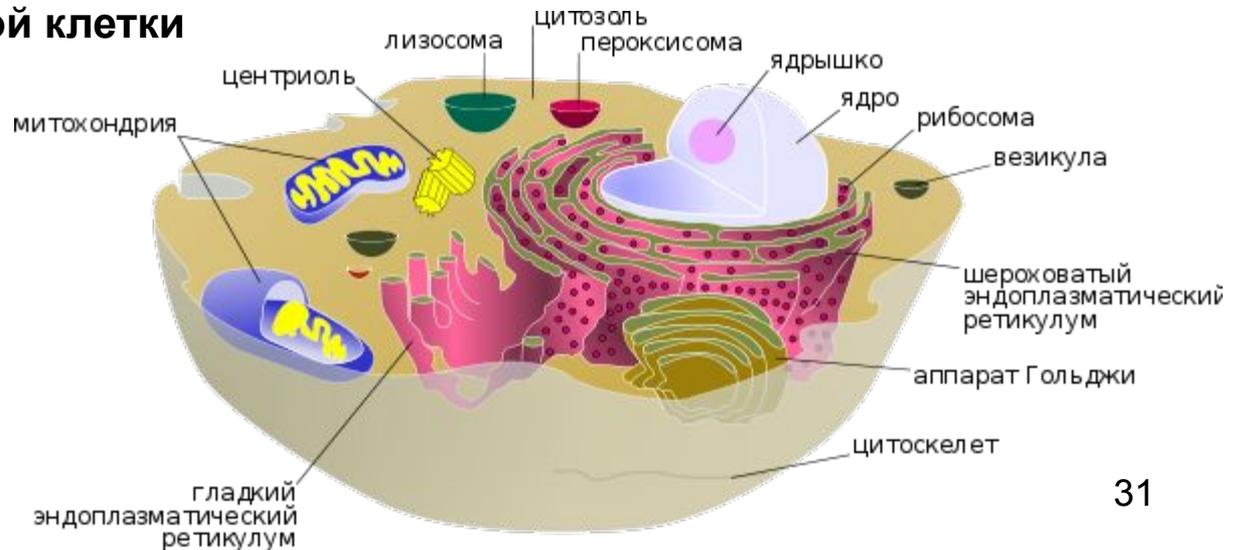
Эукариотическая клетка

Эукариоты (эвкариоты) (от греч. εὖ — хорошо, полностью и κάρυον — ядро, орех) — организмы, обладающие, в отличие от прокариот, оформленным клеточным ядром, отграниченным от цитоплазмы ядерной оболочкой.

Генетический материал заключён в нескольких линейных двухцепочных молекулах ДНК (в зависимости от вида организмов их число на ядро может колебаться от двух до нескольких сотен), прикрепённых изнутри к мембране клеточного ядра и образующих у подавляющего большинства комплекс с белками-гистонами, называемый хроматином. В клетках эукариот имеется система внутренних мембран, образующих, помимо ядра, ряд других органоидов.

Строение эукариотической клетки

размеры прокариотических клеток составляют в среднем 0,5—5 мкм, размеры эукариотических — в среднем от 10 до 50 мкм.



Наиболее важным отличием эукариот от прокариот долгое время считалось наличие оформленного ядра и мембранных органоидов. Однако к 1970—1980-м гг. стало ясно, что это лишь следствие более глубоких различий в организации цитоскелета. Некоторое время считалось, что цитоскелет свойственен только эукариотам, но в середине 1990-х гг. белки, гомологичные основным белкам цитоскелета эукариот, были обнаружены и у бактерий.

Именно наличие специфическим образом устроенного цитоскелета позволяет эукариотам создать систему подвижных внутренних мембранных органоидов. Кроме того, цитоскелет позволяет осуществлять эндо- и экзоцитоз (как предполагается, именно благодаря эндоцитозу в эукариотных клетках появились внутриклеточные симбионты, в том числе митохондрии и пластиды). Другая важнейшая функция цитоскелета эукариот — обеспечение деления ядра (митоз и мейоз) и тела (цитотомия) эукариотной клетки (деление прокариотических клеток организовано проще).

Различия в строении цитоскелета объясняют и другие отличия про- и эукариот — например, постоянство и простоту форм прокариотических клеток и значительное разнообразие формы и способность к её изменению у эукариотических, а также относительно большие размеры последних.

Так, размеры прокариотических клеток составляют в среднем 0,5—5 мкм, размеры эукариотических — в среднем от 10 до 50 мкм. Кроме того, только среди эукариот попадаются поистине гигантские клетки, такие как массивные яйцеклетки акул или страусов (в птичьем яйце весь желток — это одна огромная яйцеклетка), нейроны крупных млекопитающих, отростки которых, укрепленные цитоскелетом, могут достигать десятков сантиметров в длину.

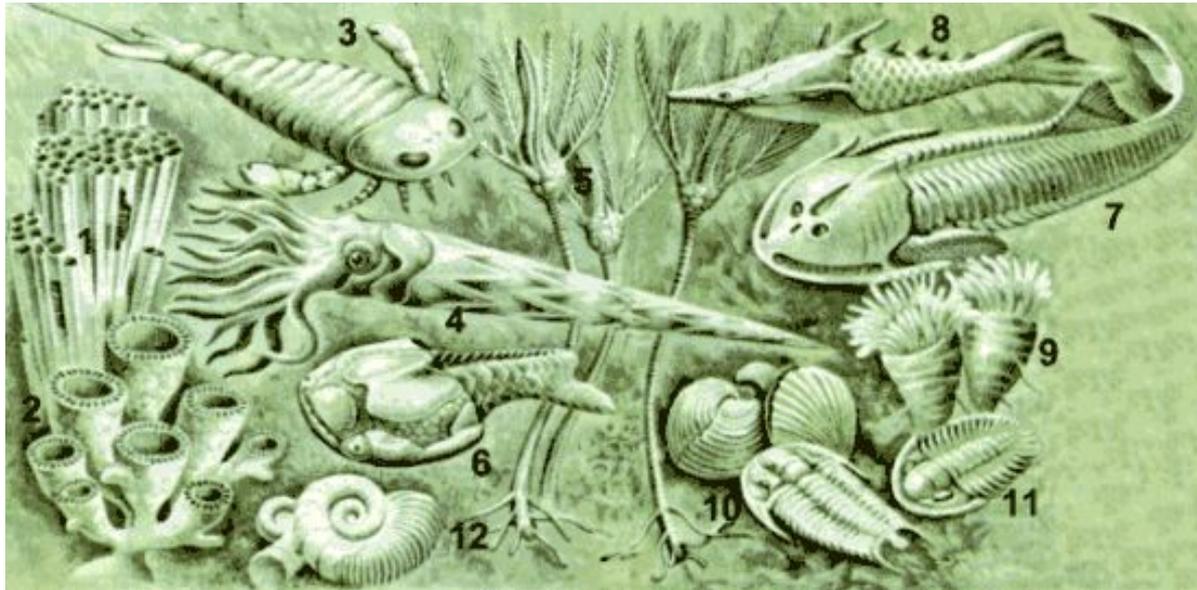
Протерозой (с греч. "первичная жизнь") - огромный по продолжительности этап исторического развития Земли (2,6 млрд.- 570 млн. лет назад).

Возникновение многоклеточности. Конец протерозоя иногда называют "веком медуз" - очень распространенных в это время представителей кишечнополостных.

Палеозой (от греч. "древняя жизнь") - геологическая эра (570-230 млн. лет) со следующими периодами:

- кембрий (570-500 млн.лет)
- ордовик (500-440 млн. лет)
- силур (440-410 млн. лет)
- девон (410-350 млн. лет)
- карбон (350-285 млн. лет)
- пермь (285-230 млн. лет).

Для развития жизни в раннем палеозое (кембрий, ордовик, силур) характерно интенсивное развитие наземных растений и выход на сушу животных.



Фауна раннего палеозоя (кембрий, ордовик, силур):

1-колония археоцит

2-скелет силурийского коралла

3-обитатель мелководных заливов силурийских морей-гигантский ракоскорпион

4-головногий моллюск

5-морские лилии

6, 7, 8-древнейшие позвоночные бесчелюстные панцирные "рыбы"

9-одиночные кораллы

10, 11-трилобиты-примитивнейшие ракообразные

12-раковина силурийского головоногого моллюска.

В девоне появились пустынные и полупустынные области; на суше появляются первые леса из гигантских папоротников, хвощей и плаунов. Новые группы животных начинают завоевывать сушу. К концу карбона относится появление первых пресмыкающихся - полностью наземных представителей позвоночных. В палеозое произошло завоевание суши многоклеточными растениями и животными.

Мезозой (с греч. "средняя жизнь") - (230-67 млн.лет) со следующими периодами:

- триас (230-195 млн.лет) (пресмыкающиеся хищники)
- юра (195-137 млн.лет) (летающие ящеры, возникли птицы)
- мел (137-67 млн.лет) (сумчатые, плацентарные животные)

Мезозой - эра пресмыкающихся

Усиливается засушливость климата. Вымирают многие сухопутные циклы, которые связаны с водой (земноводные, папоротники, хвощи, плауны)



Мезозойские

пресмыкающиеся:

1-водяной ящер

2-полуводный ящер

3-рогатый динозавр

4-летающий хвостатый ящер

5-летающий бесхвостый ящер

6-растительноядный динозавр-бронтозавр

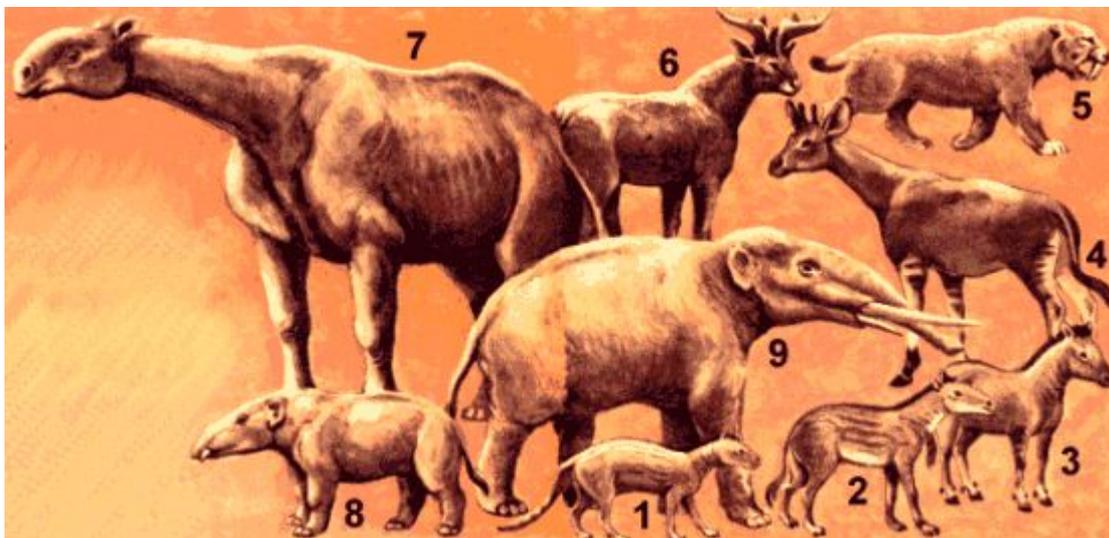
7-растительноядный динозавр-стегозавр

Кайнозой (от греч. "новая жизнь") - это эра (67 млн. лет - наше время) расцвета цветковых растений, насекомых, птиц и млекопитающих.

Кайнозой делится на два неравных периода – третичный (67-3 млн.лет) и четвертичный (3 млн.лет - наше время), **четвертичный** период делится на два века: плейстоцен (3 млн – 20 тыс.лет) и **голоцен** (20 тыс.лет – наше время).

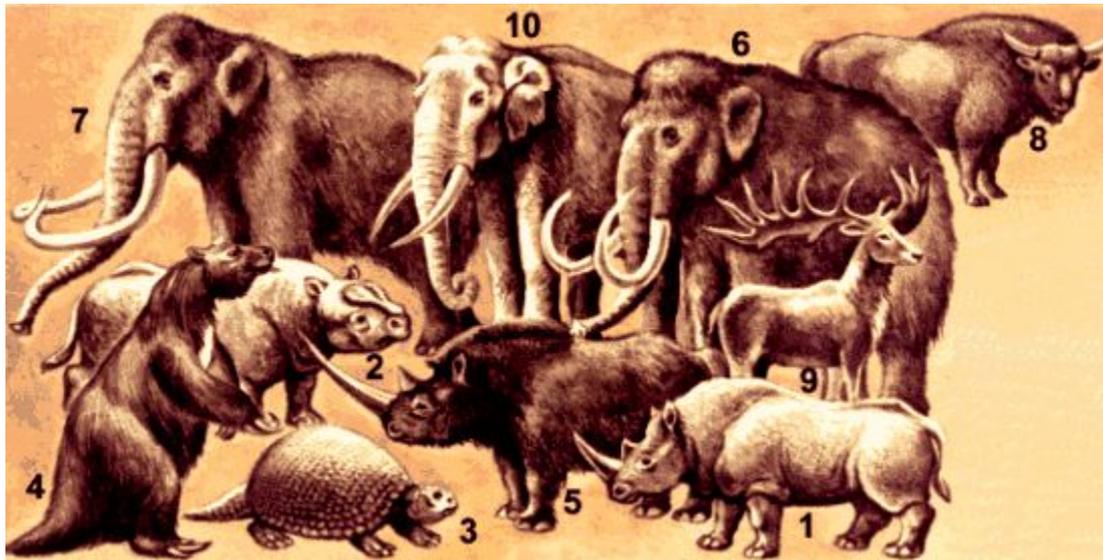
К концу третичного периода встречаются представители всех современных семейств животных и растений и подавляющее большинство родов.

Начинается великий процесс остепнения суши, вымирание одних древесных и лесных форм и выход других на открытое пространство).



Третичные млекопитающие:
1-фенакодус
2-эогиппус
3-гиппарион
4-палеотранус
5-саблезубый тигр
6-оленеобразный жираф
7-гигантский носорог
8-меритерий
9-миоценовый слон

В течение четвертичного периода вымирают мамонты, саблезубые тигры, гигантские ленивцы, большерогие торфяные олени и другие животные



Млекопитающие четвертичного периода:
1-широконосый носорог
2-носорог-эласмотерий
3-гигантский броненосец
4-гигантский ленивец
6-мамонт
7-древний слон
8-древний зубр
9-гигантский торфяной олень
10-современный индийский слон

Происхождение человека

Основные теории происхождения человека

- Эволюционная теория (научная теория)
- Теория творения (религиозная концепция)
- Теория внешнего вмешательства (паранаучная теория)

Дриопитек - 30 – 25 млн. лет, Африка, рост 110 см, жили на деревьях, передвигались на 4 ногах, орудия труда отсутствуют.

В настоящее время большинство специалистов считает, что ближайшим предшественником человека являются австралопитеки - прямоходящие млекопитающие. Их костные остатки, возраст которых составляет от 5 до 2,5 млн. лет, впервые были обнаружены в 1924 г. в Южной Африке.

Австралопитеки были связующим звеном между животным миром и первыми людьми.



Австралопитек («южная обезьяна») и его орудия труда

В современной антропологии наиболее распространенной является точка зрения, по которой «эволюция человеческой линии заняла не свыше 10 млн. лет»

Человек умелый (*Homo habilis*) (2,6-3,5 млн. лет назад) существовал более полумиллиона лет, медленно эволюционировал, пока не приобрел значительное сходство с человеком прямоходящим.

Питекантроп и синантроп - различные географические варианты человека прямоходящего (*Homo erectus*), существовавшего приблизительно 0,5-2 млн. лет назад.

Наряду с добыванием растительной пищи у питекантропов большую роль играла охота. Они умели пользоваться огнем, сохраняли его от поколения к поколению.

Неандертальцы (*палеоантропы*) (по месту первой находки в долине реки Неандр, Германия). Их скелетные остатки открыты в Европе, Азии и Африке. Время существования - 200-35 тысяч лет назад. Они могли не только поддерживать, но и добывать огонь. Шло развитие речи. С помощью изготовленных орудий древние люди охотились на животных, сдирали с них шкуры, разделывали туши, строили жилища. У неандертальцев впервые встречаются захоронения.

В гроте Кроманьон во Франции было обнаружено сразу несколько ископаемых людей современного типа. По месту находки их называют **кроманьонцами** (*Homo sapiens*). Самые ранние их костные остатки датируются в 40 тысяч лет. Разнообразие типов орудий из камня и кости говорит о сложной трудовой деятельности. Человек уже умел сшивать шкуры животных и изготавливать из них одежду, жилье. На стенах пещер обнаружены мастерские рисунки.

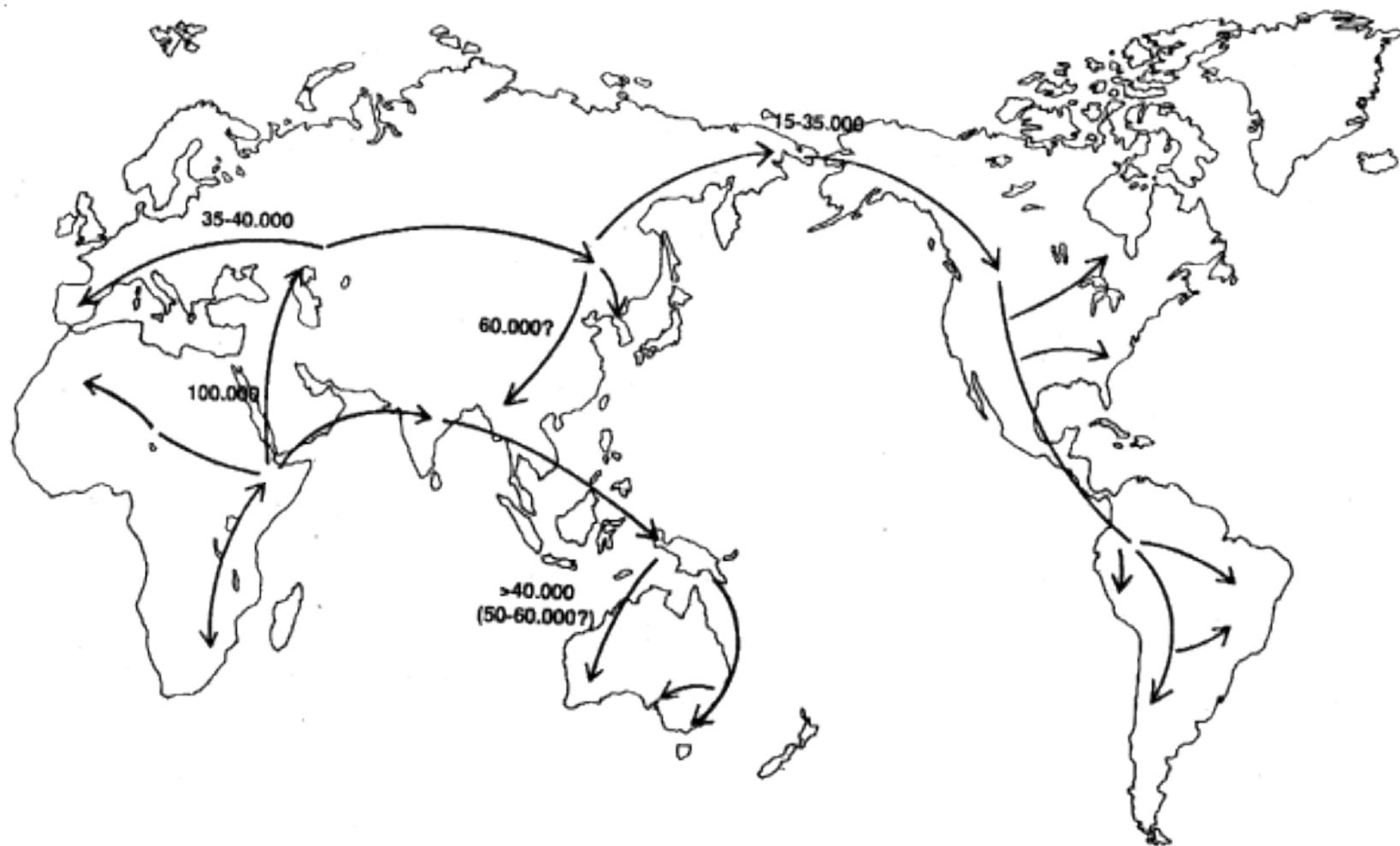


Кроманьонцы – древнейшие *неоантропы*

Реконструкция кроманьонского человека,
его орудия и жилища

Около 10 тысяч лет назад в умеренно теплых областях Земли наступила "неолитическая революция", связанная с переходом человека от собирательства и охоты к земледелию и скотоводству. Это определило видовой состав органического мира, который существует в настоящее время.

Карта возможного расселения *Homo sapiens*



АНТРОПОЛОГИЯ КАК НАУКА

Антропология - наука о происхождении и эволюции человека, образовании человеческих рас и о нормальных вариациях физического строения человека.

Основные разделы антропологии: **морфология человека, учение об антропогенезе, расоведение.**

Процесс историко-эволюционного формирования физического типа человека, первоначального развития его трудовой деятельности, речи, а также общества называется **антропогенезом.**

Революционную роль в учении об антропогенезе сыграли идеи Дарвина. Он писал: "Тот, кто не смотрит, подобно дикарю, на явления природы как на нечто бессвязное, не может больше думать, чтобы человек был плодом отдельного акта творения".

Человек одновременно и биологическое существо, и социальное, поэтому антропогенез неотрывно связан с социогенезом, представляя собой по сути единый процесс антропосоциогенеза.

Законы наследственности

Во времена Дарвина наследственность представляли как некое общее свойство организма, присущее ему как целому. В связи с этим шотландский инженер Флеминг Дженкин вошел в историю биологии, выдвинув возражения против теории Дарвина. Он считал, что новые полезные признаки некоторых особей данного вида должны быстро исчезнуть при скрещивании с другими, более многочисленными особями.

Возражения Дженкина сам Дарвин считал очень серьезным, окрестив "кошмаром Дженкина". Эти возражения были опровергнуты только когда стало ясно, что аппарат наследственности сформирован отдельными структурными и функциональными единицами - генами.



Грегор Мендель – (1822-1884) – австрийский естествоиспытатель, монах, основоположник учения о наследственности (менделизм).

Применив статистические методы для анализа результатов по гибридизации гороха (1856-1863), сформулировал закономерности наследственности – *Законы Менделя*.

Законы Менделя (или правила), сформулированные Менделем закономерности распределения в потомстве наследственных факторов, названных позднее генами.

- 1) закон единообразия гибридов первого поколения;
- 2) закон расщепления гибридов второго поколения;
- 3) закон независимого комбинирования признаков (закон независимого расщепления).

Законы Менделя получили полное подтверждение и объяснение на основе хромосомной теории наследственности.



Дискретные наследственные задатки были открыты в 1865 году Менделем.

В 1909 датский ученый В. Иогансен назвал их **генами** (от греч. слова "происхождение").

К настоящему времени установлено, что ген - единица наследственного материала, ответственная за формирование какого-либо элементарного признака, т.е. единица наследственной информации - представляет собой участок молекулы ДНК (или РНК у некоторых вирусов) хромосомы.

Хромосомы - это структурные элементы ядра клетки, которые состоят из молекулы ДНК и белков, содержат набор генов с заключенной в них наследственной информацией.



А.Вейсман

Хромосомная теория наследственности, разработанная в 1910-1915 годах в трудах А.Вейсмана, Т.Моргана, и др., утверждает, что передача признаков и свойств организма от поколения к поколению (наследственность) осуществляется в основном через хромосомы, в которых расположены гены.



Т.Морган

В 1944 году американскими биохимиками было установлено, что носителем свойства наследственности является ДНК. С этого времени началось быстрое развитие науки, исследующей основные проявления жизни на молекулярном уровне. Тогда же впервые появился новый термин для обозначения этой науки - молекулярная биология.

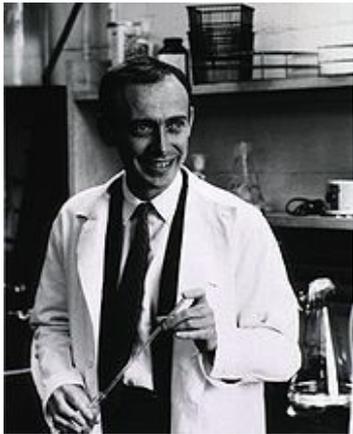


Френсис Крик

Гипотеза (модель) Крика-Уотсона

В 1953 году была расшифрована структура ДНК (Ф. Крик, Д.Уотсон). Расшифровка структуры ДНК показала, что молекула ДНК состоит из двух комплементарных полинуклеотидных цепей, каждая из которых выступает в качестве матрицы для синтеза новых аналогичных цепей.

Свойство удвоения ДНК обеспечивает явление наследственности.



Джеймс Уотсон

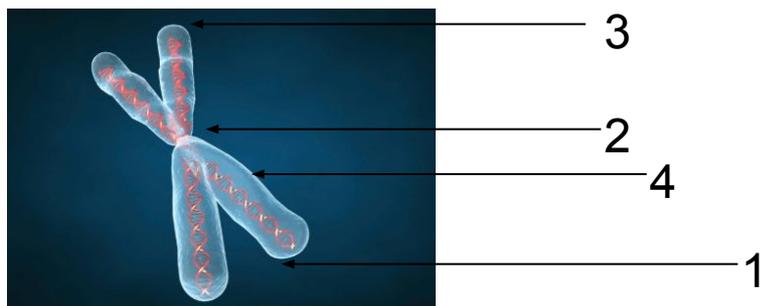


Схема строения хромосомы:

1—хроматида;

2—центромера;

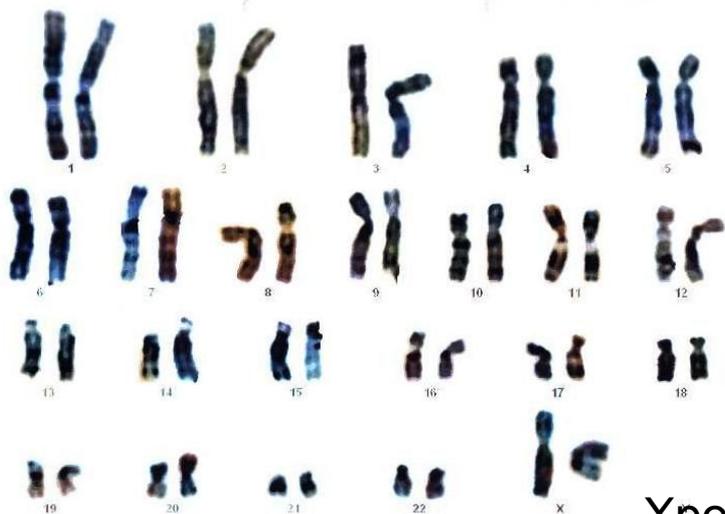
3—короткое плечо;

4—длинное плечо.

Размер – от 0.2 до 2 мкм

Каждая хромосома, которая находится в ядре клетки, состоит из двух частей, соединенных перемычкой.

Обе эти части содержат хроматин, который сильно уплотняется перед делением клетки, образуя спиралеобразные нити, называемые хроматидами. Последние содержат молекулу дезоксирибонуклеиновой кислоты, или ДНК, которая является носителем наследственной информации.



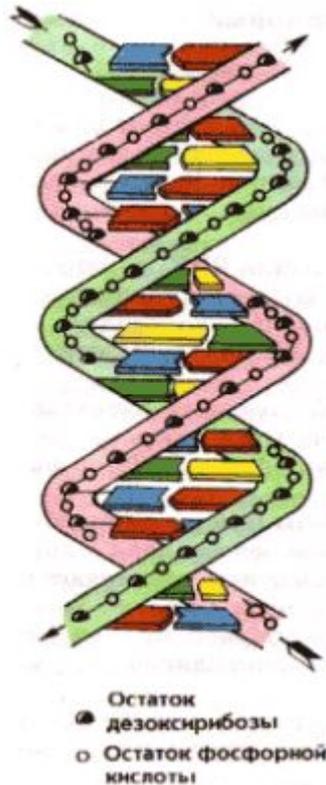
Хромосомный набор человека (женский).

По своей структуре ДНК напоминает закрученные ступеньки, и поэтому ее определяют как двойную закрученную спираль.

Она состоит из двух очень тонких нитей, которые соединены перемычками.

Структурными единицами (мономерами) этой спирали являются нуклеотиды.

Каждый нуклеотид состоит из трех частей: сахара, остатка фосфорной кислоты и азотистого основания (аденина, тимина, цитозина или гуанина).



Остатки фосфорной кислоты образуют перила лестницы, а молекулы сахара являются связующими звеньями одной цепи молекулы ДНК. Молекула ДНК состоит из отдельных фрагментов, называемых генами.

Два основания, аденин - тимин и цитозин - гуанин, соединяясь между собой с помощью водородной связи, образуют ступеньки спиральной лестницы.

Ширина двойной спирали составляет от 22 до 24 Å (ангстрем), или 2,2 — 2,4 нанометра, длина каждого нуклеотида 3,3 Å (0,33 нанометра).

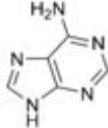
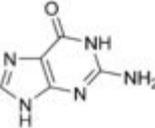
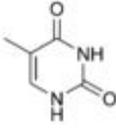
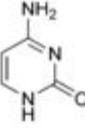
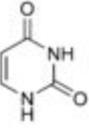
Аденин (А), гуанин (G), цитозин (С) входят в состав как ДНК, так и РНК.

Тимин (Т) входит в состав только ДНК, а урацил (U) встречается только в РНК.

Исходя из структуры молекул, азотистые основания, входящие в состав нуклеотидов, разделяют на две группы:

пурины (аденин (А) и гуанин (G)) образованы соединёнными пяти- и шестичленным гетероциклами;

пиримидины (цитозин (С) и тимин (Т)) — шестичленным гетероциклом.

Азотистое основание	 Аденин	 Гуанин	 Тимин	 Цитозин	 Урацил
---------------------	---	---	--	--	---

Генетический код

Генетический код – это система записи генетической информации в молекуле нуклеиновой кислоты о строении молекулы полипептида, а именно, о количестве, последовательности расположения и типах аминокислот. В одном гене записана информация об одной полипептидной цепочке, т.е. о первичной структуре белка.

Генетический код характеризуется **триплетностью**, т.е. три нуклеотида, расположенные последовательно в цепочке нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК), образуют **триплет или кодон** (кодовое слово), который кодирует одну аминокислоту и ее местоположение в пептидной цепи. Кодоны различаются последовательностью и типами нуклеотидов (азотистых оснований).

Существует 64 типа кодонов, что соответствует количеству возможных сочетаний из 4 (4 типа нуклеотидов, различающихся азотистыми основаниями) по 3.

61 из них – информативные кодоны, они определяют (кодируют) аминокислоты.

3 кодона (в ДНК – АТТ, АТЦ, АЦТ, соответственно в иРНК – УАА, УАГ, УГА) называют **стоп-кодонами**, они обеспечивают окончание синтеза белковой цепочки. Кодон ТАЦ в ДНК или АУГ в иРНК (кодирует аминокислоту метионин) – **стартовый**, т.е. стоит первым в гене и с него начинается синтез пептида.

При расшифровке генетического кода оказалось, что большинство аминокислот кодируются несколькими разными кодонами, другими словами, существуют кодоны – синонимы. Это свойство генетического кода называется **вырожденностью или избыточностью**.

Вместе с тем было показано, что один кодон кодирует только одну аминокислоту, т. е. в нем может быть записана информация только об одной аминокислоте – иными словами, генетический код однозначен.

Генетический код обладает также **неперекрываемостью**, это означает, что кодоны располагаются линейно, и один нуклеотид входит в состав только одного кодона; и **непрерывностью** – кодоны не отделены один от другого, располагаются в цепи нуклеиновой кислоты друг за другом, т.е. расстояние между кодонами соответствует расстоянию между нуклеотидами, а какие-либо сигналы, указывающие на начало или конец кодонов, отсутствуют.

Универсальность генетического кода подразумевает, что генетический код всех организмов характеризуется одинаковыми свойствами (триплетностью, вырожденностью и т.д.); и что смысл кодонов у всех организмов один и тот же (исключение составляют некоторые кодоны митохондрий и бактерий).

У всех прокариотических и эукариотических организмов генетическая информация записана только в одной цепи ДНК, которая называется кодогенной (информативной или значащей) и обозначается знаком "+", вторая цепь не несет генетической информации – некодогенная (неинформативная или незначащая), и обозначается знаком "-".

Пример:

- 1) Молекула ДНК содержит информативный участок из 180 нуклеотидов, который кодирует первичную структуру белка. Число аминокислот, входящих в состав белка, который шифруется этим участком ДНК, равно 60.

- 2) Белок состоит из 180 аминокислот. Число нуклеотидов одной полинуклеотидной цепи ДНК, шифрующих последовательность аминокислот в этом белке, равно 540.

Ген - (наследственный фактор), единица наследственного материала, ответственного за формирование к-либо элементарного признака.

Ген - участок молекулы ДНК со специфическим набором нуклеотидов, в линейной последовательности которых закодирована генетическая информация. Каждый ген ответственен за синтез определенного белка (фермента или др.). Контролируя их образование, гены управляют всеми химическими реакциями организма и определяют таким образом его признаки. Уникальное свойство генов – сочетание их высокой устойчивости (неизменяемости в ряду поколений) со способностью к наследуемым изменениям – мутациям, которые являются источником генетической изменчивости организмов и основой для действия естественного отбора.

Геном – совокупность генов, содержащихся в гаплоидном (одинарном) наборе хромосом данного организма. Диплоидные организмы содержат два генома – отцовский и материнский.

Генотип – генетическая (наследственная) конституция организма, совокупность всех его генов. В современной генетике рассматривается не как механический набор независимо функционирующих генов, а как единая система, в которой любой ген может находиться в сложном взаимодействии с остальными генами.

Фенотип – совокупность всех признаков и свойств организма, сформировавшихся в процессе его индивидуального развития. Складывается в результате взаимодействия наследственных свойств организма – генотипа и условий среды обитания.

Локус является местом специфического расположения гена или последовательности ДНК в хромосоме.

Последовательность локусов в заданном геноме называют ***генетической картой***. Генетическое картирование - это процесс определения локуса для определенного биологического признака.

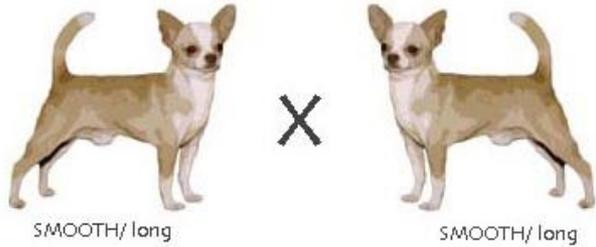
Вариант последовательности ДНК в определенном заданном локусе называется **аллелью** (в единственном числе **аллель**).

Аллели (аллеломорфы) (от греч. — друг друга, взаимно) различные формы одного и того же гена, расположенные в одинаковых участках (локусах) гомологических хромосом и определяющие альтернативные варианты развития одного и того же признака. В диплоидном организме может быть два одинаковых аллеля одного гена, в этом случае организм называется гомозиготным, или два разных, что приводит к гетерозиготному организму.

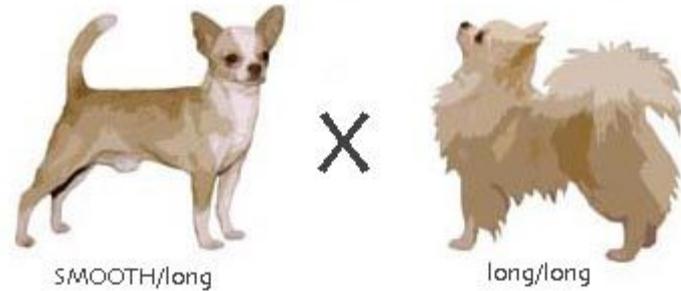
Доминантность (доминирование) — форма взаимоотношений между аллелями одного гена, при которой один из них (доминантный) подавляет (маскирует) проявление другого (рецессивного) и таким образом определяет проявление признака как у доминантных гомозигот, так и у гетерозигот.

Рецессивный ген — генетическая информация, которая может подавляться воздействием доминантного гена и не проявляется в фенотипе.

Рецессивный ген способен обеспечить проявление определяемого им признака только в том случае, если находится в паре с соответственным рецессивным геном. Если же он находится в паре с доминантным геном, то он не проявляется, так как доминантный ген подавляет его. Свойства, представленные рецессивными генами, проявляются в фенотипе у потомка лишь в том случае, если у обоих родителей присутствует рецессивный ген.



How can two smooth coated chihuahuas produce a long coated pup?
 If the two smooth coats have a hidden long coat gene,
 they can produce both smooth and long coated puppies...



If a smooth coat chihuahua has a hidden long coat gene,
 it can produce both long and smooth coated puppies
 when bred to a long coated chihuahua...

Генетическая однородность особей одного вида сохраняется благодаря наследственности.

Свойство организмов приобретать новые признаки, а также различия между особями в пределах вида – это проявление изменчивости.

Модификационная (фенотипическая) изменчивость — изменения в организме, связанные с изменением фенотипа вследствие влияния окружающей среды и носящие, в большинстве случаев, адаптивный характер. Генотип при этом не изменяется.

Модификационная изменчивость не передается по наследству!

В целом современное понятие «адаптивные модификации» соответствует понятию «определенной изменчивости», которое ввел в науку Чарльз Дарвин.

Характеристика модификационной изменчивости

- обратимость — изменения исчезают при смене специфических условий окружающей среды, спровоцировавших их
- групповой характер
- *изменения в фенотипе не наследуются, наследуется норма реакции генотипа*
- статистическая закономерность вариационных рядов
- затрагивает фенотип, при этом не затрагивая сам генотип.

Мутационная изменчивость

Мутационная изменчивость — изменчивость, вызванная действием на организм мутагенов, вследствие чего возникают мутации (реорганизация репродуктивных структур клетки). Мутагены бывают физические (радиационное излучение), химические (гербициды) и биологические (вирусы).

Основные положения мутационной теории разработаны **Гуго де Фризом** в 1901—1903 гг. и сводятся к следующему:

1. Мутации возникают внезапно, скачкообразно, как дискретные изменения признаков.
2. В отличие от ненаследственных изменений мутации представляют собой качественные изменения, которые передаются из поколения в поколение.
3. Мутации проявляются по-разному и могут быть как полезными, так и вредными, как доминантными, так и рецессивными.
4. Вероятность обнаружения мутаций зависит от числа исследованных особей.
5. Сходные мутации могут возникать повторно.
6. Мутации ненаправленны (спонтанны), то есть мутировать может любой участок хромосомы, вызывая изменения как незначительных, так и жизненно важных признаков.

Почти любое изменение в структуре или количестве хромосом, при котором клетка сохраняет способность к самовоспроизведению, обуславливает наследственное изменение признаков организма. По характеру изменения генома, то есть совокупности генов, заключенных в гаплоидном наборе хромосом, различают генные, хромосомные и геномные мутации.

Роль мутационной изменчивости в эволюции

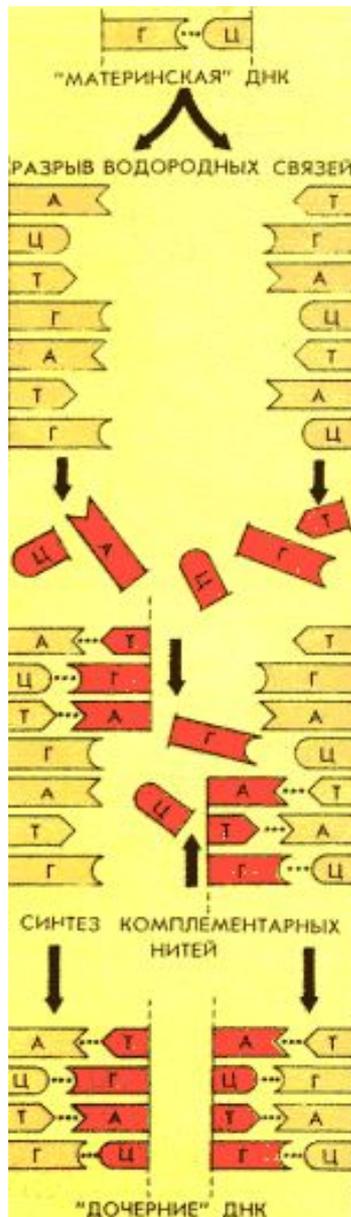
На наследственной изменчивости основано всё разнообразие индивидуальных различий, которые включают:

- Как резкие качественные различия, не связанные друг с другом переходными формами, так и чисто количественные различия, образующие непрерывные ряды, в которых близкие члены ряда могут отличаться друг от друга сколь угодно мало;
- Как изменения отдельных признаков и свойств (независимая изменчивость), так и взаимосвязанные изменения ряда признаков (коррелятивная изменчивость);
- Как изменения, имеющие приспособительное значение (адаптивная изменчивость), так и изменения «безразличные» или даже снижающие жизнеспособность их носителей (неадаптивная изменчивость).

Схема удвоения ДНК

Незадолго перед тем, как клетка делится путем митоза, ее ДНК удваивается (реплицируется).

Пары оснований, которые образуют перекладины между двумя нитями ДНК, которая реплицируется, теряют между собой связь в месте соединения водородной связью. В результате чего образовывается две отдельные нити ДНК. Азотистые основания, которые расположены на двух частях спирали, снова соединяются между собой (аденин с тиминном, а гуанин с цитозином) и образуют единую спираль. Итак, две новых нити сформированы, и они присоединяются к соответствующим нитям, которые уже существовали.



Транскрипция — процесс синтеза РНК с использованием ДНК в качестве матрицы, происходящий во всех живых клетках. Другими словами, это перенос генетической информации с ДНК на РНК.

Трансляцией называют осуществляемый рибосомой синтез белка из аминокислот на матрице информационной (или матричной) РНК (иРНК или мРНК).

Онтогенез (от греч.— сущее и...генез), индивидуальное развитие организма, совокупность последовательных морфологических, физиологических и биохимических преобразований, претерпеваемых организмом от момента его зарождения до конца жизни.

В ходе **онтогенеза** каждый организм закономерно проходит последовательные фазы, стадии или периоды развития, из которых основными у организмов, размножающихся половым путём, являются: зародышевый (эмбриональный, или пренатальный), послезародышевый (постэмбриональный, или постнатальный) и период развития взрослого организма. В основе онтогенеза лежит сложный процесс реализации на разных стадиях развития организма наследственной информации, заложенной в каждой из его клеток.

Обусловленная наследственностью программа онтогенеза осуществляется под влиянием многих факторов (условия внешней среды, межклеточные и межтканевые взаимодействия, гормональные и нервные регуляции и т.д.) и выражается во взаимосвязанных процессах размножения клеток, их роста и дифференцировки.