ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

ЛЕКЦИЯ 4. ТЕМА 4. ПРОИСХОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ. ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ

1. История развития эволюционных идей

Идея развития живой природы зародилась в античности: Эмпедокл и Аристотель высказывали умозрительные представления о постепенном усложнении организмов, однако в средневековой Европе господствовали креационизм — учение о божественном сотворении мира — и метафизический взгляд на виды как на неизменные, с момента творения существующие в неизменном количестве. Считалось, что Земле не более нескольких тысяч лет.

Развитие капитализма в Европе, Великие географические открытия, накопление палеонтологических, сравнительно-анатомических, эмбриологических и биогеографических данных, работы по систематике и сельскохозяйственной селекции подготовили почву для научной эволюционной теории. Решающий перелом наступил в XIX веке, когда эволюционные идеи получили строгое фактическое и теоретическое обоснование.

2. Значение работ К. Линнея и Ж. Б. Ламарка

Карл Линней (1707–1778), шведский натуралист, создатель систематики, в труде «Система природы» (1735) предложил иерархическую классификацию организмов и ввёл бинарную номенклатуру (род + вид), применяемую до настоящего времени. Линней описал и классифицировал тысячи видов растений и животных, выделив родство форм. Вместе с тем он разделял концепцию неизменности видов; лишь в поздний период, столкнувшись с фактами гибридизации растений, допускал возникновение новых видов. Значение Линнея в развитии эволюционных идей состоит в том, что его строгая система групп организмов по морфологическому сходству объективно отразила родственные связи между ними и подготовила почву для эволюционного объяснения систематики.

Жан Батист Ламарк (1744–1829), французский натуралист, впервые создал целостную эволюционную теорию. В труде «Философия зоологии» (1809) он обосновал представление о градации — постепенном и неуклонном усложнении организации от простейших к человеку — и признал изменяемость видов под действием среды. Ламарк развил учение об изменчивости и наследовании приобретённых признаков: изменения органов под влиянием упражнения или неупражнения, вызванные стремлением организма к целесообразности, передаются потомству. Историческое значение теории Ламарка — первый эволюционный синтез и материалистический взгляд на происхождение видов; её недостатки — умозрительность, телеологизм (признание внутреннего стремления к совершенствованию) и ошибочное утверждение о наследовании приобретённых признаков, не подтверждённое экспериментально.

3. Эволюционное учение Ч. Дарвина. Естественный отбор

Чарльз Дарвин (1809–1882) в труде «Происхождение видов путём естественного отбора» (1859) создал теорию, объясняющую причины и движущие силы эволюции естественными, материальными факторами. Предпосылками учения Дарвина явились: эволюционные идеи предшественников (в том числе его деда Эразма Дарвина), достижения селекции, геологические представления Ч. Лайеля о постепенном изменении земной поверхности, а также наблюдения, сделанные в кругосветном плавании на корабле «Бигль» (1831–1836), особенно на Галапагосских островах, где Дарвин обнаружил разнообразие вьюрков, связанных общим происхождением.

Основные положения учения Дарвина:

• **наследственная изменчивость** — все организмы изменчивы, часть изменений наследуется и служит материалом для эволюции;

• **борьба за существование** — следствие неограниченного размножения организмов и ограниченности ресурсов; различают внутривидовую, межвидовую борьбу и борьбу с условиями неживой природы;

• **естественный отбор** — выживание и оставление потомства особями, наиболее приспособленными к данным условиям среды, вследствие их преимущественного размножения; следствиями естественного отбора являются дивергенция (расхождение признаков), образование новых видов и приспособленность организмов;

• **движущая и стабилизирующая формы отбора**, обеспечивающие соответственно изменение и сохранение признаков.

Естественный отбор действует не мгновенно, а постепенно, накапливая полезные наследственные изменения в ряду поколений; результатом его действия является формирование приспособлений, многообразия видов и общего усложнения организации. Вместе с тем приспособления носят относительный характер: изменение условий может превратить полезный признак в бесполезный или вредный.

4. Роль эволюционного учения в формировании современной естественнонаучной картины мира

Эволюционное учение дало естественно-научное, материалистическое объяснение происхождению многообразия живых форм без привлечения сверхъестественных сил, утвердило исторический взгляд на природу и идею единства органического мира. Оно стало методологической основой всех биологических наук: систематики (отражающей родство организмов), эмбриологии (биогенетический закон), палеонтологии, биогеографии, селекции, а также повлияло на мировоззрение — показав человека как продукт длительной эволюции органического мира. Наука XX века подтвердила и углубила дарвинизм: открытие законов наследственности и молекулярной биологии привело к созданию синтетической теории эволюции.

5. Концепция вида, его критерии

Вид — совокупность особей, сходных по морфофизиологическим признакам, способных к скрещиванию между собой с образованием плодовитого потомства, населяющих определённый ареал и обладающих общим генофондом, изолированных от других таких групп. Критерии вида:

• **морфологический** — сходство внешнего и внутреннего строения (вспомогательный, поскольку существуют виды-двойники, неразличимые морфологически);

• **физиолого-биохимический** — сходство процессов жизнедеятельности и химического состава;

• **генетический** — определённый кариотип и общий генофонд; репродуктивная изоляция от других видов;

• **экологический** — совокупность факторов внешней среды, в которой существует вид, и его место в биоценозе (экологическая ниша);

• **географический** — определённый ареал;

• **этологический** — особенности поведения.

Критерии не абсолютны: ни один из них в отдельности недостаточен, вид определяется их совокупностью, прежде всего генетическим единством и репродуктивной изоляцией.

6. Популяция — структурная единица вида и эволюции

Популяция — группа особей одного вида, занимающая определённую территорию и частично изолированная от других таких групп; свободно скрещивающаяся совокупность особей с общим генофондом. Популяция — наименьшая

эволюционирующая единица: вид эволюционирует не целиком, а через изменение генофондов его популяций. Элементарные характеристики популяции — численность, плотность, рождаемость, смертность, возрастная и половая структура; генетические — частоты аллелей и генотипов (закон Харди–Вайнберга описывает условия, при которых частоты аллелей в идеальной популяции остаются постоянными из поколения в поколение). Реальные популяции непрерывно меняют генетический состав под действием движущих сил эволюции.

7. Движущие силы эволюции

Элементарными факторами эволюции являются:

• **мутационный процесс** — поставщик элементарного эволюционного материала (наследственной изменчивости);

• **популяционные волны** — колебания численности особей, изменяющие частоты аллелей и усиливающие действие дрейфа генов;

• **дрейф генов** — случайно изменение частот аллелей в малых популяциях;

• **изоляция** — ограничение свободного скрещивания (географическая, экологическая, репродуктивная), сохраняющая различия между популяциями;

• **естественный отбор** — единственный направляющий фактор, избирательно сохраняющий и усиливающий полезные наследственные изменения.

8. Синтетическая теория эволюции

Синтетическая теория эволюции (СТЭ) — синтез дарвинизма с генетикой популяций, сформированный в 1920–1940-е годы трудами Р. Фишера, С. Райта, Дж. Холдейна, Т. Добржанского, Э. Майра, Дж. Г. Симпсона, С. С. Четверикова, И. И. Шмальгаузена. Ключевая идея была заложена работой С. С. Четверикова «О современном состоянии вопроса эволюционного процесса» (1926), показавшего, что элементарная единица эволюции — популяция, а эволюция есть изменение частот генов и генотипов в популяции. Основные положения СТЭ: элементарный эволюционный материал — мутации; элементарная единица — популяция; элементарное явление — изменение генофонда; движущие силы — мутационный процесс, дрейф генов, популяционные волны, изоляция и естественный отбор; эволюция носит постепенный и ненаправленный характер, её результат — формирование приспособлений и многообразия видов.

9. Микроэволюция. Современные представления о видообразовании

Микроэволюция — совокупность эволюционных процессов внутри вида, приводящая к изменению генофонда популяций и образованию новых видов. Она протекает в масштабах, доступных прямому наблюдению, и завершается видообразованием.

Выделяют пути и механизмы видообразования:

• **географическое (аллопатрическое) видообразование** — возникновение новых видов вследствие пространственной изоляции популяций (переселение за границы ареала, расчленение ареала географическими барьерами), последующей дивергенции и накопления репродуктивной изоляции;

• **биологическое (симпатрическое) видообразование** — возникновение изоляции внутри единого ареала вследствие экологической, сезонной (хроно-репродуктивной) или генетической изоляции; к нему относят и полиплоидию — резкое видообразование, характерное для растений;

• **филетическое видообразование** — постепенное превращение вида во времени.

Видообразование протекает через дивергенцию — накопление различий между изолированными популяциями под действием отбора в разных условиях; завершается формированием репродуктивной изоляции и морфофизиологических различий. И. И.

Шмальгаузен в работах «Пути и закономерности эволюционного процесса» и «Факторы эволюции» всесторонне разработал учение о движущих силах эволюции, формах естественного отбора (движущий, стабилизирующий), роли индивидуальных приспособлений и их наследственного закрепления, показал эволюцию как целостный процесс, управляемый отбором.

10. Макроэволюция

Макроэволюция — эволюционные преобразования надвидового уровня: возникновение родов, семейств, отрядов, классов, отделов, формирование крупных таксонов и филогенетических стволов. Микроэволюция и макроэволюция подчиняются одним и тем же закономерностям и осуществляются одними и теми же факторами; их единство составляет ядро синтетической теории эволюции. Закономерности макроэволюции: дивергенция (дивергентная эволюция от общего предка), конвергенция (сходство неродственных форм в сходных условиях среды — обтекаемая форма тел акулы, ихтиозавра и дельфина), параллелизм (независимое развитие сходных признаков у родственных форм), адаптивная радиация (многообразие форм, происшедших от одного предка при освоении разных условий жизни). Закономерностям макроэволюции присущи также направленность, необратимость, неравномерность темпов и чередование периодов медленных и быстрых изменений.

11. Доказательства эволюции

Доказательства эволюции группируются по дисциплинам:

• **палеонтологические** — последовательность ископаемых форм в геологических слоях, переходные формы (археоптерикс — между пресмыкающимися и птицами; стегоцефалы — между рыбами и наземными позвоночными), палеонтологические ряды (эволюция лошади);

• **сравнительно-анатомические** — гомологичные органы (единый план строения при различии функций: передние конечности млекопитающих), рудименты (остаточные органы, утратившие значение: аппендикс, копчик, третье веко) и атавизмы (возврат к признакам далёких предков: многососковость, хвостовой отросток);

• **эмбриологические** — биогенетический закон Ф. Мюллера и Э. Геккеля: онтогенез есть краткое повторение (рекапитуляция) важнейших этапов филогенеза; сходство зародышей разных позвоночных на ранних стадиях (жаберные дуги, хорда);

• **молекулярно-биологические и биохимические** — единый генетический код, единообразие химического состава и нуклеотидных последовательностей у родственных групп;

• **биогеографические** — сходство фауны смежных континентов и эндемизм изолированных областей;

• **сравнительно-генетические и селекционные** — скрещиваемость близких видов, получение линий и пород искусственным отбором.

Совокупность доказательств из разных областей науки образует непротиворечивую картину единства органического мира и его исторического развития.

12. Причины вымирания видов. Сохранение биологического многообразия

Виды вымирали во все периоды существования биосферы; палеонтологии известны массовые вымирания на границах геологических периодов. Основные причины вымирания — **изменение условий среды** (климатические сдвиги, колебания уровня океана, катастрофические события, в том числе падение крупного астероида на границе мелового и палеогенового периодов), **биотические причины** (конкуренция, хищничество, эпизоотии, появление новых доминантов), а также **неспособность вида к приспособлению** при узкой специализации и малой численности. В современную эпоху

темпы вымирания резко возросли вследствие деятельности человека: разрушения и фрагментации местообитаний, загрязнения среды, интродукции чужеродных видов, прямого истребления.

Биологическое разнообразие — совокупность всех форм жизни на Земле на генетическом, видовом и экосистемном уровнях — является основой устойчивости биосферы: многообразие обеспечивает надёжность и стабильность биогеоценозов, круговорот веществ, продуктивность экосистем и их способность к самовосстановлению. Сохранение биоразнообразия — необходимое условие устойчивого развития биосферы и человечества; его обеспечивают охраняемые природные территории (заповедники, национальные парки), сохранение генофондов в коллекциях, питомниках и банках семян, а также рациональное природопользование, снижающее антропогенную нагрузку на экосистемы.

13. Основные направления эволюционного прогресса. Биологический прогресс и регресс

Направления эволюционного процесса сформулированы А. Н. Северцовым и И. И. Шмальгаузеном.

Биологический прогресс — возрастание приспособленности группы организмов к среде, сопровождающееся расширением ареала, увеличением численности и числа дочерних таксонов. Биологический прогресс достигается тремя путями:

• **ароморфоз (морфофизиологический прогресс)** — крупное качественное усложнение организации, повышение общего уровня жизнедеятельности и открытие новых возможностей для освоения среды (теплокровность, четырёхкамерное сердце, развитие нервной системы, появление цветка у покрытосеменных); путь ароморфозов ведёт к возникновению новых крупных таксонов;

• **идиоадаптация (частная адаптация)** — развитие мелких частных приспособлений к определённым условиям среды без усложнения организации; путь идиоадаптаций приводит к многообразию видов внутри крупных групп (многообразие грызунов, насекомых-опылителей);

• **дегенерация (общая дегенерация, морфофизиологический регресс)** — упрощение организации в связи с переходом к паразитическому или малоподвижному (сидячему) образу жизни (ленточные черви, сапрофиты, прикрепляющиеся оболочники).

Биологический регресс — снижение приспособленности группы, сокращение её численности, ареала и уменьшение числа дочерних форм; регресс ведёт к вымиранию и смене группы другими (динозавры в меловом периоде, современное сокращение ряда видов). Понятие биологического регресса не следует смешивать с дегенерацией как путём эволюции: отдельные дегенеративные формы (паразиты) находятся в состоянии биологического прогресса при упрощённой организации.

Итог лекции: жизнь на Земле прошла длительный путь развития от простейших форм к современному многообразию, а эволюционное учение, пройдя этапы от умозрительных концепций Линнея и Ламарка через дарвинизм к синтетической теории, превратилось в строго обоснованную науку. Понимание механизмов эволюции позволяет не только объяснять прошлое органического мира, но и предвидеть его судьбу в условиях антропогенного пресса, а также целенаправленно использовать законы изменчивости и наследственности в селекции и охране биосферы.