

в теоретической физике, пер. с англ., М., 1990; 10) Physics Today (Special Issue on High-Performance Computing and Physics), 1993, March; 11) Мячев А. А., Степанов В. Н., Шербо В. К., Интерфейсы систем обработки данных, М., 1989; 12) Ги К., Введение в локальные вычислительные сети, пер. с англ., М., 1986; 13) Бойченко Е. В., Кальфа В., Овчинников В. В., Локальные вычислительные сети, М., 1985; 14) Задков В. Н., Пономарев Ю. В., Компьютер в эксперименте. Архитектура и программные средства систем автоматизации, М., 1988; 15) Шаршарма В. О., Электронная почта, М., 1986; 16) Антонова П., Сеть RELCOM и электронная почта, «Компьютер Пресс», 1991, т. 10, с. 69. В. Н. Задков.

ЭВОЛЮЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ — процесс развития биосферы от образования живых объектов до совр. её состояния. Выделяют след. этапы происхождения жизни:

1) синтез осн. биологически важных молекул: сахаров, липидов, нуклеотидов, аминокислот и их случайных полимеров; образование комплексных структур, содержащих полипептиды в липидной оболочке;

2) образование комплексов из полинуклеотидов и белков, способных к комплементарной ауторепродукции (гиперциклов); образование единого биол. кода;

3) образование многообразия живых объектов, существующих за счёт материалов, накопленных в предбиол. период (анаэробы);

4) появление организмов, способных усваивать энергию света, разлагать воду и использовать продукты разложения (кислород и восстановленные органич. вещества) для биосинтеза; образование структуры трофич. уровней, биоценозов и формирование совр. биосферы;

5) появление разумных живых существ.

Первые два этапа относят к периоду хим. (предбиол.) эволюции; собственно Э. б. начинается с 3-го этапа.

Во всём процессе Э. б. и в каждом из периодов различают конвергентные и дивергентные стадии. В результате конвергентной стадии свойства живых объектов становятся одинаковыми (стадии образования единого кода и формирования вида). В дивергентной стадии вид расщепляется, т. е. из одной популяции образуются две (или более) различающиеся по свойствам популяции (стадии образования первичных гиперциклов, появления многообразия живых объектов, зарождения новых видов при освоении новой экологич. ниши, в частности новых источников питания и энергии). В процессе дивергентной стадии численность нового вида возрастает экспоненциально, затем рост прекращается, в конвергентной стадии численность постоянна. По исчерпанию ресурсов экологич. ниши численность резко падает и часто вид исчезает; кривая зависимости численности от времени называется логистической. Переход от дивергентной фазы к конвергентной совершается быстро и сопровождается большими флуктуациями. Матем. моделирование переходных процессов в Э. б. показывает, что часто они носят характер катастрофы (см. *Катастроф теория*), что и объясняет резкие изломы логистич. кривой.

Свойства объектов популяции отличаются друг от друга, т. е. имеется распределение свойств. Свойства разных популяций также различны, в то же время их распределения могут перекрываться. Различают генотипические и фенотипические свойства. Первые связаны с информацией, заключённой в геноме организма, т. е. с последовательностью нуклеотидов в ДНК (см. *Полимеры биологические*), вторые отражают феноменологию живых существ. В значит. мере фенотипич. свойства определяются генетич. информацией (безусловные рефлексы, врождённые признаки), но часть их связана с конкретными условиями развития и существования данного организма или популяции (приобретённые признаки, условные рефлексы) и не связана с генетич. информацией.

Здесь будут рассмотрены молекулярные (физ.) и информац. аспекты Э. б. В основе этого рассмотрения лежат след. процессы, изучение к-рых — одна из задач *биофизики*: а) комплементарная ауторепродукция (самовоспроизведение) гена; б) изменение гена за счёт точечных мутаций, вызванных либо тепловыми флуктуациями, либо мутагенными факторами (облучение УЗ и рентг. излучением, протонами и электронами высоких энергий, хим. мутагены

и т. д.). В результате в ДНК происходят замены нуклеотидов, их удаление и вставки; в) блочные мутации, т. е. удаления из генома и вставки в него целой последовательности нуклеотидов за счёт спец. аппарата клетки, позволяющего встраивать в её геном участки ДНК (т. н. плазмиды), попадающие в клетку извне.

Во всех упомянутых случаях происходит изменение свойств синтезируемых белков и (или) появление новых белков, что влияет на фенотипич. признаки. Существуют механизмы регуляции на эпигенетич. уровне. Регуляция транскрипции на уровне инициации является результатом экспрессии генома, его репрессии и блокировки. При блокировке (спец. белками) соответствующий ген не участвует в биосинтезе белка, не влияет на фенотипич. признаки, но участвует при редупликации ДНК и передаётся по наследству при делении клетки. Кол-во такой нейтральной генетич. информации (т. е. «молчащих» генов) достаточно велико. При определ. условиях может происходить их деблокировка: «молчащие» гены экспрессируются и перестают быть «нейтральными».

Регуляция транскрипции на уровне последовательности РНК, уже скопированной с генома, происходит за счёт белков рестриктаз и лигаз, к-рые «разделяют» РНК на блоки; нек-рые из них отбрасываются (интроны), а другие (экзоны) сшиваются лигазами и поступают в аппарат биосинтеза белков. Интроны можно рассматривать как нейтральную информацию, к-рая при изменении условий (т. е. состава рестриктаз и лигаз) может превратиться в активную.

Эти процессы играют разную роль в конвергентных и дивергентных стадиях Э. б. В конвергентных стадиях гл. факторы — естеств. отбор (принцип Дарвина) и выбор. Отбор происходит по фенотипич. признакам, и в результате него в живых остаются наиб. приспособленные к данной экологич. нише особи. Отбор влияет на геном, именно на экспрессированную его часть, при этом вымирают те особи, в к-рых совокупность белков (синтезированных на основании генетич. информации) не обеспечивает наиб. приспособленного фенотипа. В результате распределения по фенотипич. и генетич. свойствам сужаются.

Отбор протекает на фоне точечных мутаций. Те из них, к-рые снижают эволюц. преимущества, элиминируются (вымирают). Малая часть мутаций, дающих эволюц. преимущества, сохраняется и закрепляется. Блочные мутации, ведущие к сильному изменению фенотипич. признаков, в конвергентной стадии не участвуют (или элиминируются как негативные).

Выбор означает вытеснение одного вида другим, даже если они фенотипически равноправны, но взаимодействие между ними антагонистично (межвидовая борьба сильнее, чем внутривидовая, и перекрестное оплодотворение исключено). В результате выбора выживает более многочисл. вид, не всегда наиб. приспособленный. Выбор играет важную роль на ранних этапах эволюции — при образовании генетич. кода и возникновении биол. асимметрии, а также при освоении одной экологич. ниши двумя видами. При этом один вид вытесняется другим, так что одну нишу может заселять лишь один вид. Мутации в процессе выбора существ. роли не играют.

Гл. фактор дивергентных стадий — возникновение новых фенотипич. свойств, позволяющих начать освоение новой ниши. Они могут появляться в результате либо блочных мутаций, либо перераспределения экзонов и интронов, либо деблокировки «молчащего» генома.

1. Возникновение жизни

Молекулярный аспект. Накопление биологически важных молекул (липиды, сахара, аминокислоты, нуклеотиды) в необходимых для Э. б. кол-вах в термодинамически равновесных условиях невозможно. В открытой системе оно возможно благодаря воздействию УФ и космич. излучения, электрич. разрядам и перепадам темп-ры. Наиб. вероятно образование и накопление упомянутых молекул в горячих водоёмах в результате вулканич. деятельности.