

От первых клеток до людей: ключевые этапы истории жизни на Земле.

# Вехи палеонтологической летописи: краткий обзор



# Палеонтология — наука, изучающая прошлое жизни

Палеонтология исследует ископаемые остатки организмов и процессы их образования. Она помогает понять, как менялась жизнь на Земле и как связаны между собой биология и геология.

# Первые живые существа на планете



## Появление прокариот

Первые простейшие организмы, прокариоты, возникли около 3,5 млрд лет назад в древних океанах. Они были одноклеточными и не имели ядра, что сделало их основой для будущей жизни.



## Строматолиты — следы древней жизни

Строматолиты представляют собой слоистые образования, созданные колониями микробов. Эти ископаемые считаются одними из самых ранних признаков жизни в архейскую эру.



## Основа эволюции — одноклеточные

Одноклеточные организмы развивались и усложнялись, закладывая основу для появления многоклеточных форм. Это стало началом грандиозного разнообразия живых организмов на Земле.

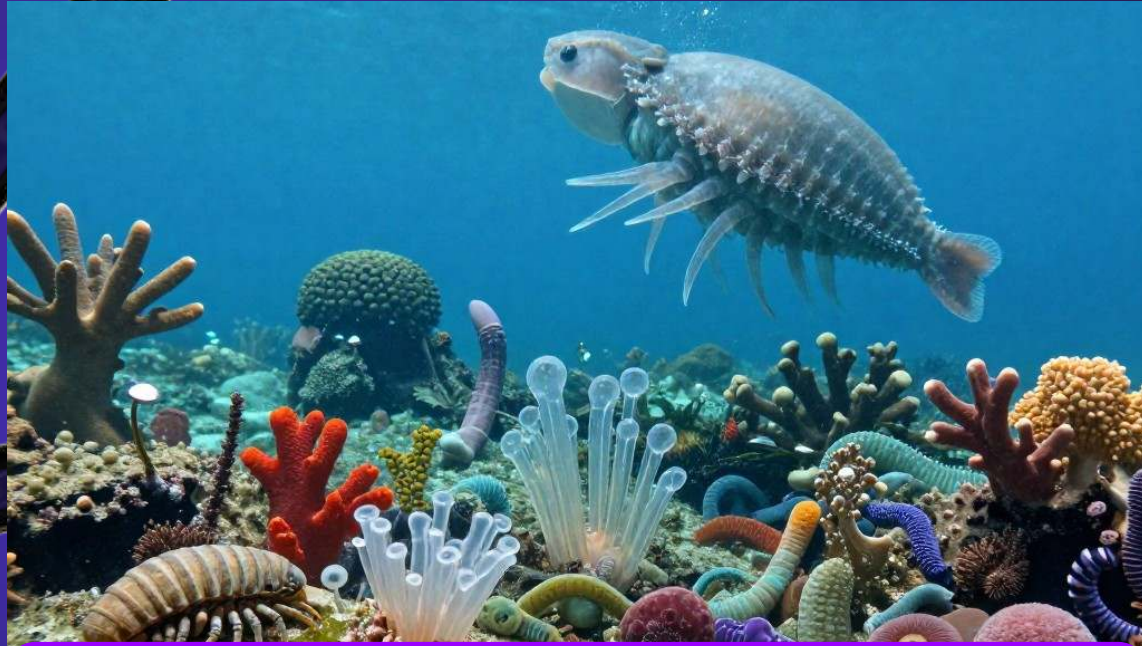
# Кислородная катастрофа и эволюция эукариот

**01** Около 2,4 млрд лет назад цианобактерии начали активно выделять кислород через фотосинтез. Это привело к резкому увеличению кислородного уровня в атмосфере и массовому исчезновению анаэробных организмов.

**02** Рост кислорода стимулировал формирование озонового слоя, который защитил Землю от ультрафиолета. Появились эукариотические клетки с ядром и органеллами, что дало новый толчок развитию сложной жизни.



# Кембрийский взрыв: новое разнообразие жизни



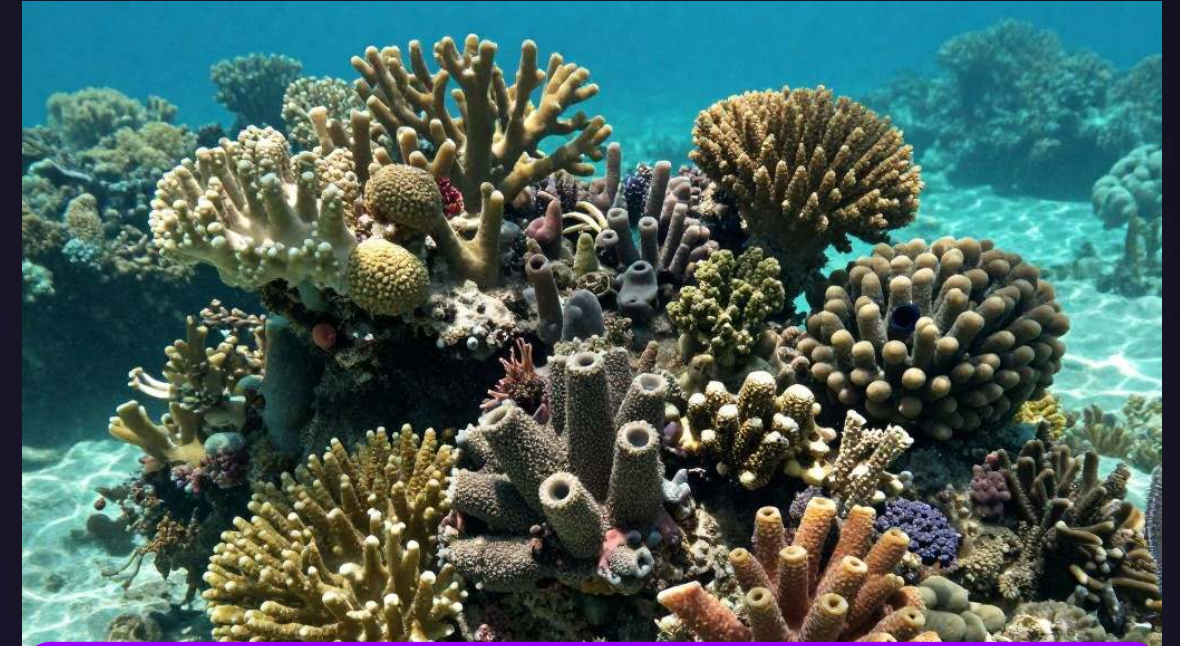
## Стремительный рост видов

Около 530 млн лет назад произошёл быстрый рост разнообразия животных в океанах. Многие группы появились впервые, открывая новые пути эволюции.



## Появление трилобитов и хордовых

Трилобиты стали одними из первых морских членистоногих, а первые хордовые заложили основу для будущих позвоночных животных в океанах.



## Развитие кораллов и губок

Специализация и разнообразие строения кораллов и губок способствовали формированию сложных морских экосистем и заселению новых экологических ниш.

# Изменения климата в мезозое



Колебания температуры и уровня моря сопровождались значительными изменениями биоразнообразия. Эти климатические сдвиги влияли на эволюцию и вымирания видов. Климаты мезозоя были нестабильными, это спровоцировало ряд массовых вымираний и смену фауны на планете.

Данные по климатологии Мезозоя, 2023

# Основные группы ископаемых организмов по эпохам

| Группа    | Эпоха    | Основные особенности           | Среда обитания |
|-----------|----------|--------------------------------|----------------|
| Трилобиты | Палеозой | Сегментированное тело, панцирь | Морская        |
| Аммониты  | Мезозой  | Спиральные раковины            | Морская        |
| Динозавры | Мезозой  | Разнообразные размеры и формы  | Наземная       |

Сравнение ключевых ископаемых групп по времени обитания и особенностям строения.

Каждая группа занимает уникальную экологическую нишу и эпоху на Земле.

Палеонтологические архивы

# Выход жизни на сушу

Около 400 млн лет назад первые растения начали осваивать сушу, изменяя состав атмосферы и создавая условия для наземных животных.

Затем появились членистоногие и амфибии, что стало важным этапом в эволюции, открыв новые возможности для жизни вне воды.



# Пермское вымирание — крупнейший биокризис



## Массовое исчезновение видов

251 млн лет назад произошло самое масштабное в истории вымирание: исчезло до 96% морских и 70% наземных видов. Это радикально изменило облик жизни на планете.



## Причины катастрофы

К ключевым факторам относятся мощные вулканические извержения, резкие изменения климата и падение уровня кислорода. Эти процессы нарушили биосферный баланс.

# Возникновение и эволюция динозавров

01

Динозавры появились около 230 млн лет назад в триасовом периоде, быстро заняв разнообразные экологические ниши по всей Земле.



02

От мелких хищников до гигантских травоядных — эти рептилии доминировали на суше почти 170 млн лет, влияя на экосистемы мезозоя.

# Меловое вымирание и исчезновение крупных позвоночных



## Катастрофическое столкновение, изменившее Землю

66 миллионов лет назад событие астероидного удара вызвало резкое экологическое потрясение. Пыль и дым затмили солнце, нарушив фотосинтез и повлекши массовое вымирание многих видов. Это событие окончательно положило конец эпохе динозавров.



## Новая эпоха для млекопитающих и птиц

После исчезновения крупных пресмыкающихся млекопитающие быстро заняли освободившиеся экологические ниши. Птицы, происходящие от тероподов, также расширили ареалы и виды, что позволило им занять разнообразные экосистемы.

# Эволюция млекопитающих и птиц

В послемеловой период млекопитающие быстро диверсифицировались, появляясь в различных формах, включая приматов, хищников и китообразных. Это событие расширило биологическое разнообразие планеты.

Птицы, развившиеся от тероподовых динозавров, успешно адаптировались к климатическим и географическим условиям — от жарких тропиков до холодных арктических зон, занимая разнообразные экологические ниши.



# Появление цветковых растений и новых экосистем



## Проникновение покрытосеменных в среду

В середине мелового периода цветковые растения стали доминирующей флорой, сформировав новые биотопы. Они создали уникальные связи с насекомыми, что стимулировало развитие опыления и расширение растительного разнообразия.



## Разнообразие насекомых-опылителей

Параллельно с появлением цветковых произошла эволюция разнообразных опылителей — пчёл, бабочек и других насекомых. Эти взаимные отношения ускорили формирование сложных экосистем с богатой фауной.



## Ускорение эволюционной гонки

Возникновение новых экосистем вызвало интенсивную конкуренцию и адаптацию среди растений и животных, что способствовало быстрому появлению новых видов и взаимодействий в природе.

# Ледниковые эпохи: исследование влияния на биоту

Последние 2,6 миллиона лет характеризуются чередованием ледников и межледниковых периодов, что оказало существенное влияние на распространение видов и климатические условия на планете.

В этот период появились крупные млекопитающие, такие как мамонты и шерстистые носороги, однако их исчезновение связано с резкими климатическими изменениями и влиянием *Homo sapiens*.



# Появление и развитие человека



## Появление первых Homo в Африке

Около 2,5 миллионов лет назад в Африке возникли первые представители рода Homo. Они использовали примитивные орудия труда, что отражено в находках Олдувайского ущелья, ставшем важным археологическим памятником.



## Формирование Homo sapiens

Homo sapiens появился около 300 тысяч лет назад, обладая более развитыми когнитивными способностями и социальным поведением. Это стало фундаментом для дальнейшего культурного развития человечества.



## Палеолитические шедевры Кроманьона

Печерные рисунки и другие находки из Кроманьона во Франции демонстрируют развитие искусства и символического мышления у древних людей, что свидетельствует о высоком уровне их интеллекта.

# Преимственность древних и современных организмов



Таблица иллюстрирует связь между ключевыми ископаемыми видами и их современными потомками, подтверждённую биологическими исследованиями.

Эволюционные связи между древними ископаемыми и современными видами подтверждают непрерывность биологического развития.

| Древний организм | Современный родственник | Эпоха         | Ключевая особенность      |
|------------------|-------------------------|---------------|---------------------------|
| Аммонит          | Кальмары                | Мезозой       | Раковина спиральной формы |
| Археоптерикс     | Птицы                   | Юрский период | Перья и полёт             |
| Парамахайродус   | Тигры                   | Плиоцен       | Мощные клыки              |

Исследования палеонтологов и генетиков



# Методы исследования палеонтологической летописи



## Радиометрическое датирование и стратиграфия

Эти методы позволяют точно определять возраст горных пород и ископаемых. Анализ последовательных слоёв помогает восстановить хронологию событий в истории жизни на Земле.



## Цифровая трёхмерная реконструкция

Использование компьютерных технологий даёт возможность воссоздавать объёмные модели окаменелостей. Это облегчает изучение строения и биологии extinct видов без разрушения оригиналов.



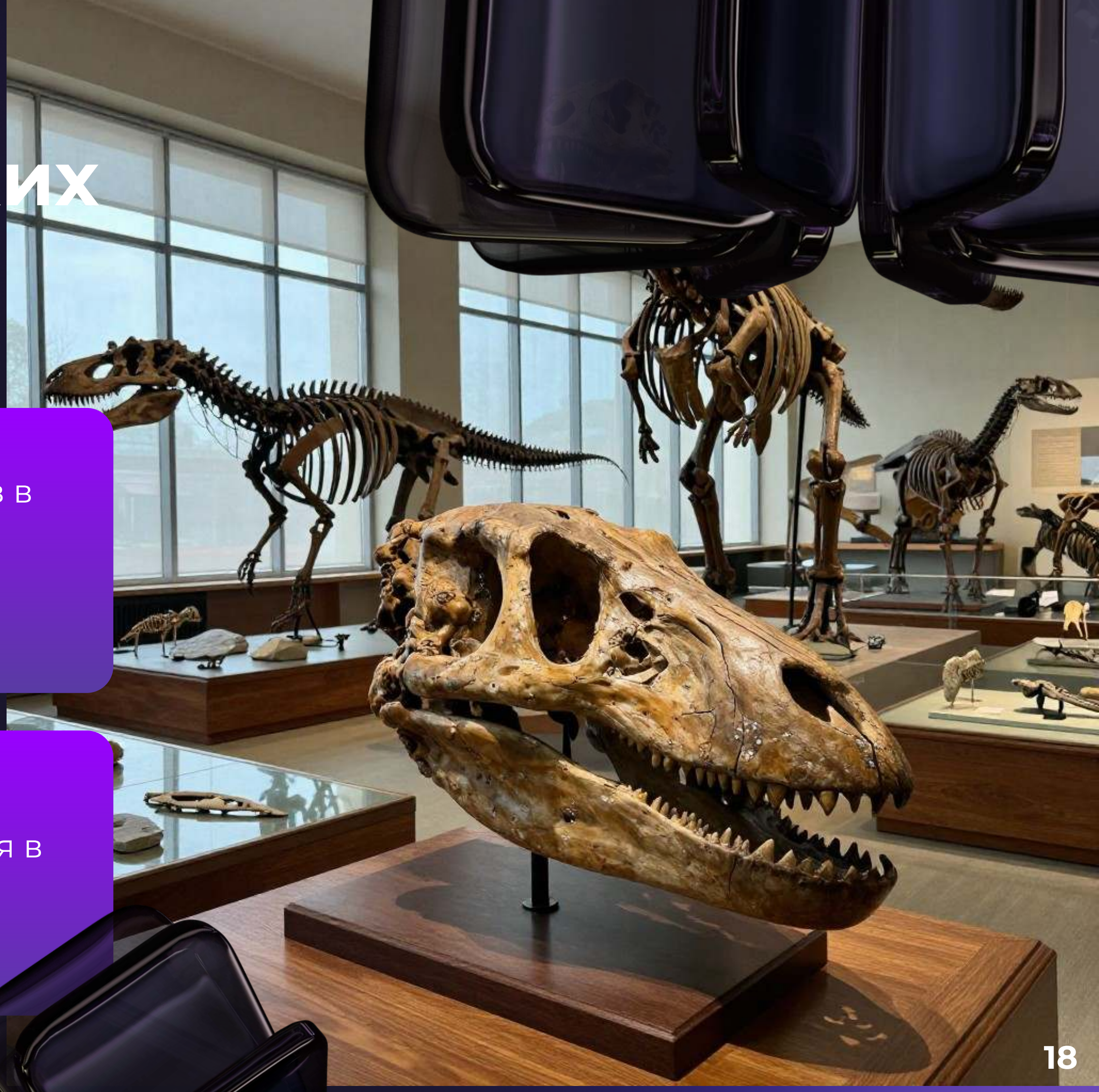
## Биохимические и генетические методы

Анализ молекулярных остатков и ДНК помогает установить родственные связи между видами. Эти подходы расширяют взгляд на эволюцию и филогенетическую классификацию.

# Значение палеонтологических открытий

Окаменелости помогают отслеживать миграции и адаптивные изменения видов в ответ на климатические сдвиги, что расширяет понимание биологической истории планеты.

Данные палеонтологии используются в промышленности при поиске полезных ископаемых, а также активно применяются в образовательных программах и научно-популярных материалах.



# Известные палеонтологические находки



**Динозавр Сью — самый полный тираннозавр**

«Сью» — один из самых хорошо сохранившихся скелетов *Tyrannosaurus rex*, найденный в США. Она дала учёным уникальное представление о строении и поведении этих хищников.



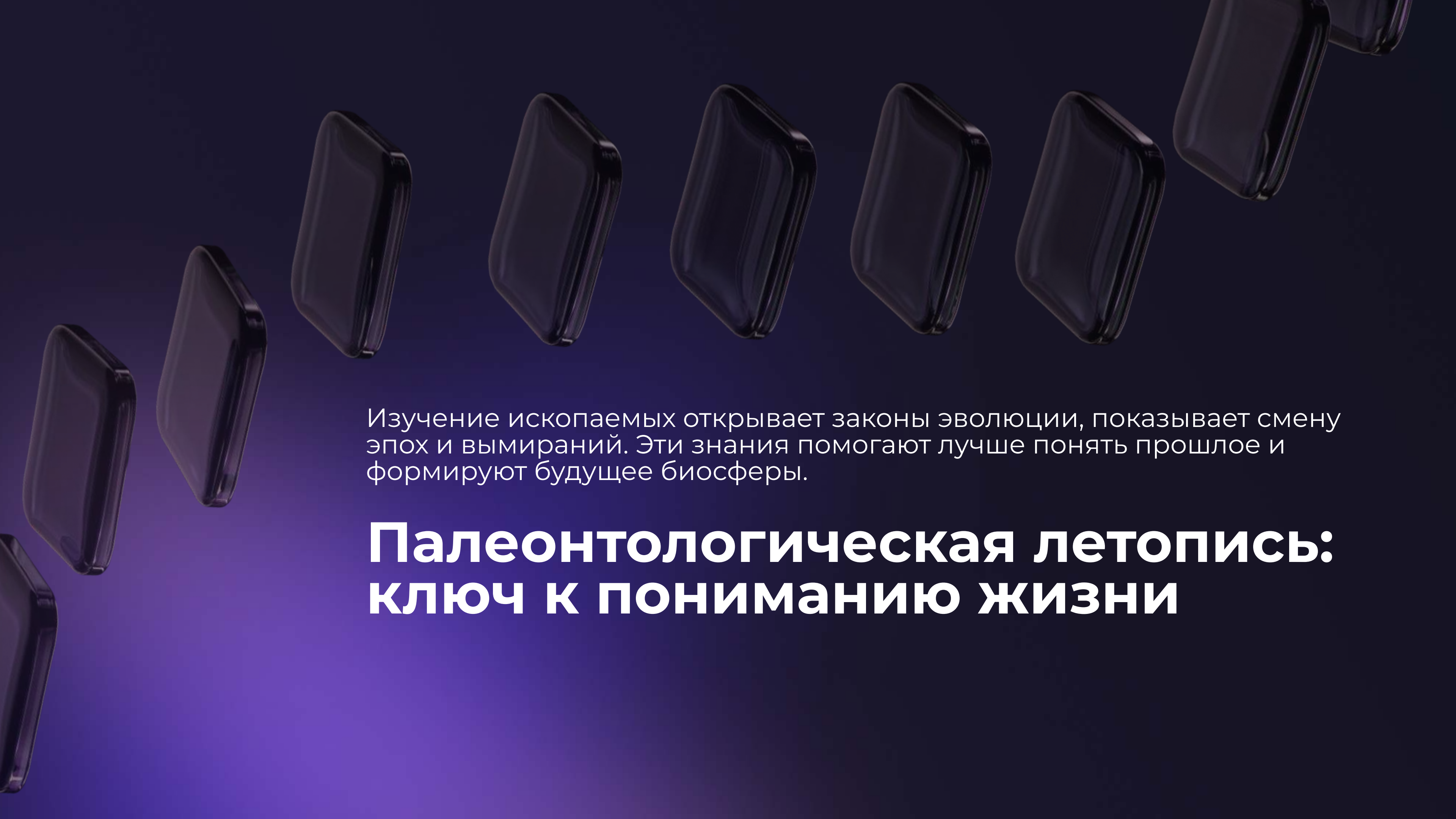
**Трилобиты Республики Коми**

Известные находки трилобитов в северных районах России демонстрируют разнообразие морских организмов палеозоя. Исследования способствуют реконструкции древних морских экосистем.



**Археоптерикс из Баварии**

Этот ископаемый птиц, сочетая черты рептилий и современных птиц, сыграл ключевую роль в понимании перехода к полёту в эволюции животных.



Изучение ископаемых открывает законы эволюции, показывает смену эпох и вымираний. Эти знания помогают лучше понять прошлое и формируют будущее биосферы.

## **Палеонтологическая летопись: ключ к пониманию жизни**