



Происхождение и эволюция жизни: основные темы урока

Обзор ключевых теорий и этапов
развития жизни на Земле и за её
пределами.



От мифов к науке: становление взглядов

Рассмотрим, как человечество от религиозных мифов перешло к научному осмыслению происхождения жизни, включая опыт опровержения теории самозарождения в XVII–XIX веках.



Абиогенез: происхождение жизни из неорганики

01

Современные представления основаны на гипотезе о синтезе органических молекул из неорганических компонентов в условиях ранней Земли.

02

Эксперимент Миллера и Юри 1953 года демонстрирует образование аминокислот под воздействием электрических разрядов, поддерживая теорию химической эволюции.

03

Работы Опарина и Холдейна заложили концепцию "первичного бульона" и послужили фундаментом для понимания начальных этапов жизни.

Панспермия: жизнь из космоса



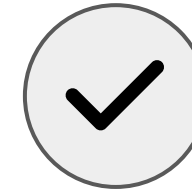
Зачатки жизни в космосе

Гипотеза утверждает, что органические молекулы могли быть доставлены на Землю с космическими телами, что поддерживается находками в метеоритах.



Органика в марсианских метеоритах

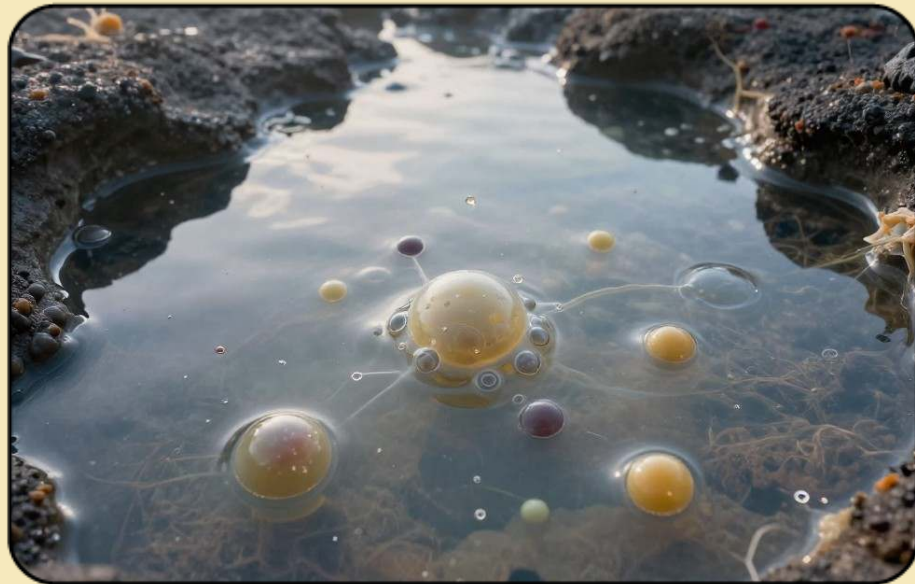
В метеорите ALH84001 обнаружены аминокислоты и сахара, что свидетельствует о возможном внеземном происхождении некоторых биомолекул.



Экстремофилы как доказательство

Микроорганизмы, способные выживать в экстремальных космических условиях, служат теоретической основой для возможности переноса жизни между планетами.

Химическая эволюция и протобионты



Первичный бульон: среда для жизни

На ранней Земле возник «первичный бульон» — насыщенный органическими веществами раствор, где могли формироваться первые биомолекулы. Эта среда стала колыбелью химической эволюции.



Синтез биомолекул из неорганики

В условиях древней планеты аминокислоты, нуклеотиды и липиды формировались из простых неорганических соединений, создавая основу для появления протоклеток.



Протобионты и гидротермальные источники

Протобионты с примитивными липидными мембранами могли возникнуть вблизи гидротермальных источников — потенциальных очагов жизни за счёт энергетических и химических градиентов.

Сравнение химического состава живого и неживого

- Содержание основных элементов в литосфере и организмах демонстрирует общность химических оснований жизни.
- Сходство химического состава подтверждает общие первичные элементы жизни и геохимических процессов.

Элемент	Литосфера (%)	Живые организмы (%)
Углерод	0.02	18
Водород	0.14	10
Кислород	46.6	65
Азот	0.002	3



01

Строматолиты — ископаемые структуры, свидетельствующие о существовании прокариот более 3,5 млрд лет назад на Земле.

02

Прокариоты — одноклеточные организмы без оформленного ядра, включают бактерии и археи, первые жизненные формы планеты.

03

Генетические исследования показывают, что современные прокариоты генетически близки к древнейшим организмам, сохраняя первоначальные биологические черты.

04

Прокариотическое разнообразие играет важную роль в биосфере, поддерживая ключевые экологические функции и циклы веществ.

Прокариоты — первые формы жизни



Цианобактерии и фотосинтез

Около 2,5 млрд лет назад цианобактерии приобрели способность к фотосинтезу, вырабатывая кислород и меняя состав атмосферы.

Появление свободного кислорода вызвало «кислородную катастрофу», что привело к массовому вымиранию анаэробов и создало условия для нового биоразнообразия.

Эндосимбиотическая теория эукариот

2 млрд лет назад

Появление первых примитивных эукариот с ядром и мембранными структурами в результате симбиоза прокариот.

1,7 млрд лет назад

Образование пластид у фотосинтезирующих эукариот произошло от симбиоза с цианобактериями.

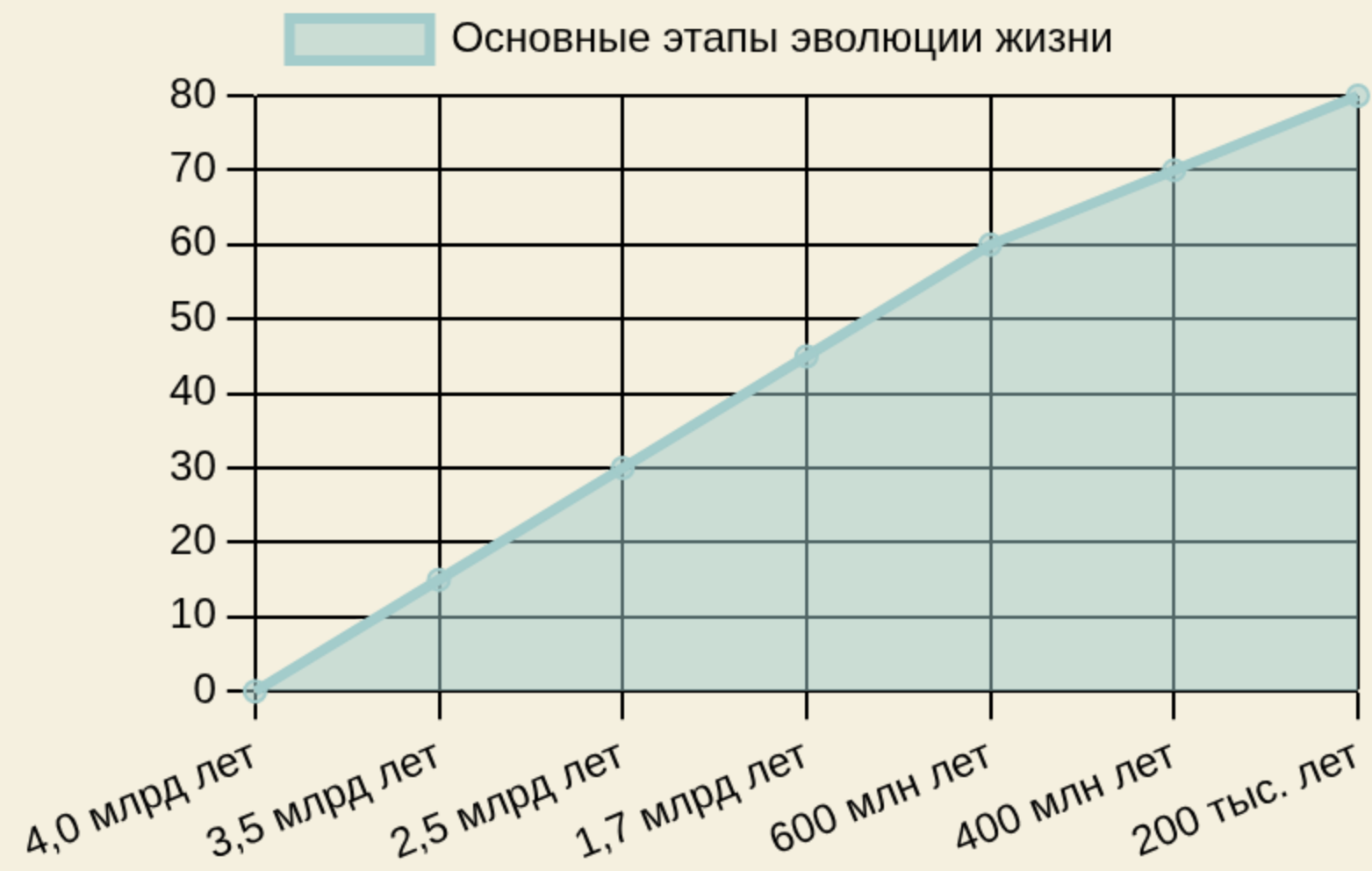
1,8 млрд лет назад

Внедрение дыхательных прокариот сформировало митохондрии — основные энергетические органеллы клетки.

Подтверждение теории

Органеллы сохранили собственную ДНК, что подтверждает их происхождение как самостоятельных организмов в симбиозе.

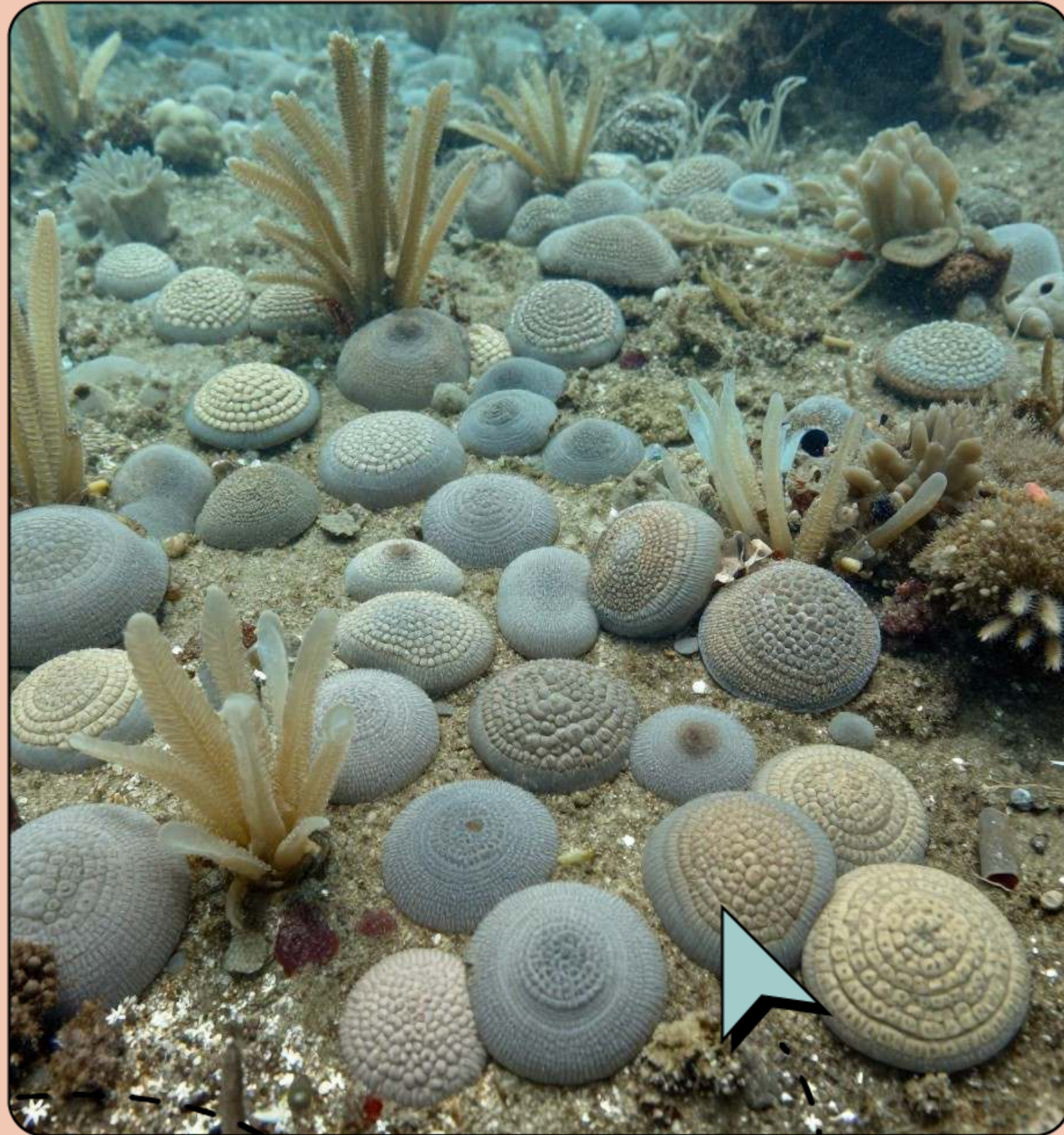
Хронология эволюции жизни



- Темпы изменений в биосфере неравномерны, с ключевыми переходными моментами, ускоряющими биологическое разнообразие.
- Хронология отражает эволюционные сдвиги от примитивных форм к сложным организмам, включая появление человека.

Синтез научных исследований, 2024

Появление многоклеточных организмов и эдиакарская биота



Возникновение первых многоклеточных форм

Около 600 миллионов лет назад на Земле появились первые многоклеточные организмы. Эдиакарская биота представляет собой группу мягкотелых форм, которые демонстрируют ранние этапы эволюции сложных живых систем.

Развитие клеточной специализации

С появлением специализированных клеток и тканей началось усложнение организмов, что привело к разнообразию биологических функций и форм жизни, заложив основу для дальнейшей эволюции.

Кембрийский взрыв знаменует собой резкое увеличение числа и сложности организмов, что стало ключевым этапом в формировании современных фил животных.

**около 540
млн лет
назад**

именно в этот период произошёл резкий рост разнообразия животных видов на Земле.

Палеонтологические исследования

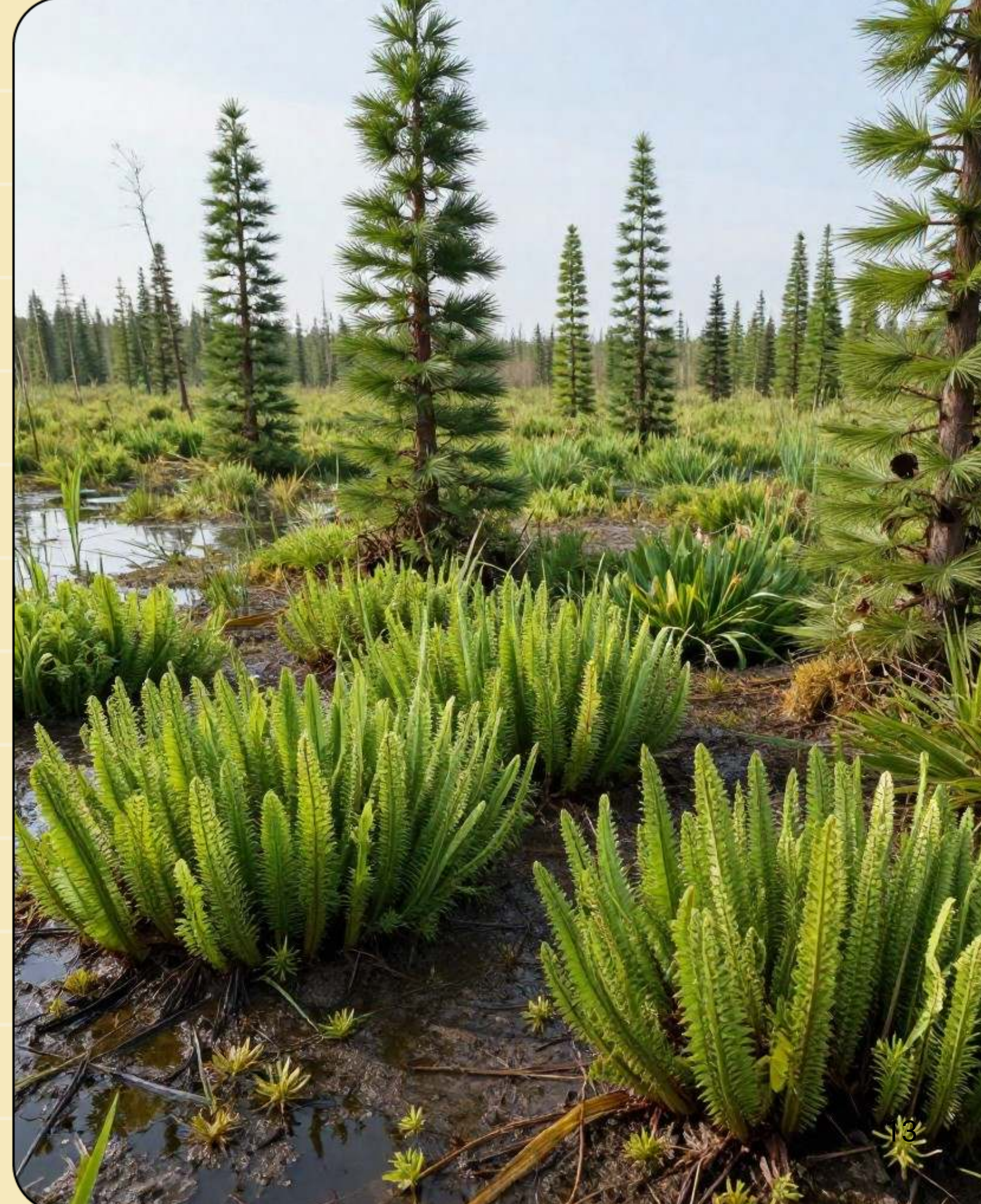
Освоение суши растениями и животными

01

1. Первые сосудистые растения вышли на сушу около 400 миллионов лет назад, обеспечив основу для колонизации новых экосистем и развития различных групп флоры.

02

2. За растениями последовали древние палоротники, голосеменные, а также первые наземные беспозвоночные и четвероногие с приспособлениями к жизни вне воды.



Эволюция позвоночных: основные этапы



Группа	Время появления (млн лет)	Основные особенности
Рыбы	500	Формирование костей и челюстей
Земноводные	360	Появление легких
Рептилии	320	Развитие кожных покровов и амниотических яиц
Птицы	150	Образование перьев
Млекопитающие	200	Выкармливание потомства молоком

В таблице представлены важные эволюционные события для

- разных классов позвоночных с указанием временных рамок и ключевых адаптаций.

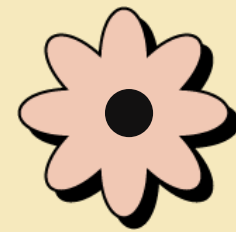
Эволюция позвоночных отражает

- постепенное усложнение строения и адаптации к различным средам обитания.

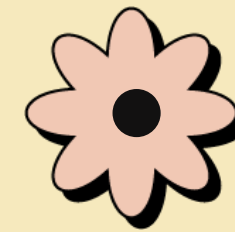
Генетические мутации и естественный отбор



Генетические мутации создают наследственное разнообразие, которое является сырьем для эволюционных процессов и формирует потенциал адаптации организмов.



Естественный отбор способствует закреплению благоприятных признаков, повышая шансы выживания и воспроизводства в изменяющейся среде.



Пример промышленного меланизма бабочек демонстрирует, как изменение среды приводит к доминированию адаптивных форм и способствует поддержанию биологического разнообразия.

Палеонтологические доказательства эволюции



Археоптерикс — переходное звено между рептилиями и птицами

Археоптерикс обладает признаками как птиц, так и рептилий, что подтверждает эволюционный переход между этими группами. Его находки дают ключ к пониманию возникновения полёта у позвоночных.



Тиктаалик — промежуточная форма между рыбами и земноводными

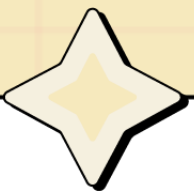
Тиктаалик сочетает черты рыб и земноводных, с костными плавниками и черепом, подходящим для жизни в воде и на суше. Эта находка документирует шаги освоения суши.



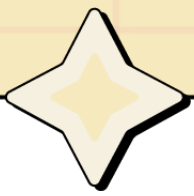
Молекулярная эволюция и сопоставление геномов



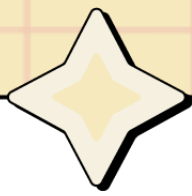
Анализ ДНК и белков помогает установить родственные связи между видами, выявляя общие генные маркеры и различия.



Метод молекулярных часов используется для оценки временных рамок расхождения видов и эволюционных процессов.



Геномика позволяет исследовать численность и структуру генов, что раскрывает эволюционные адаптации и механизмы наследования.



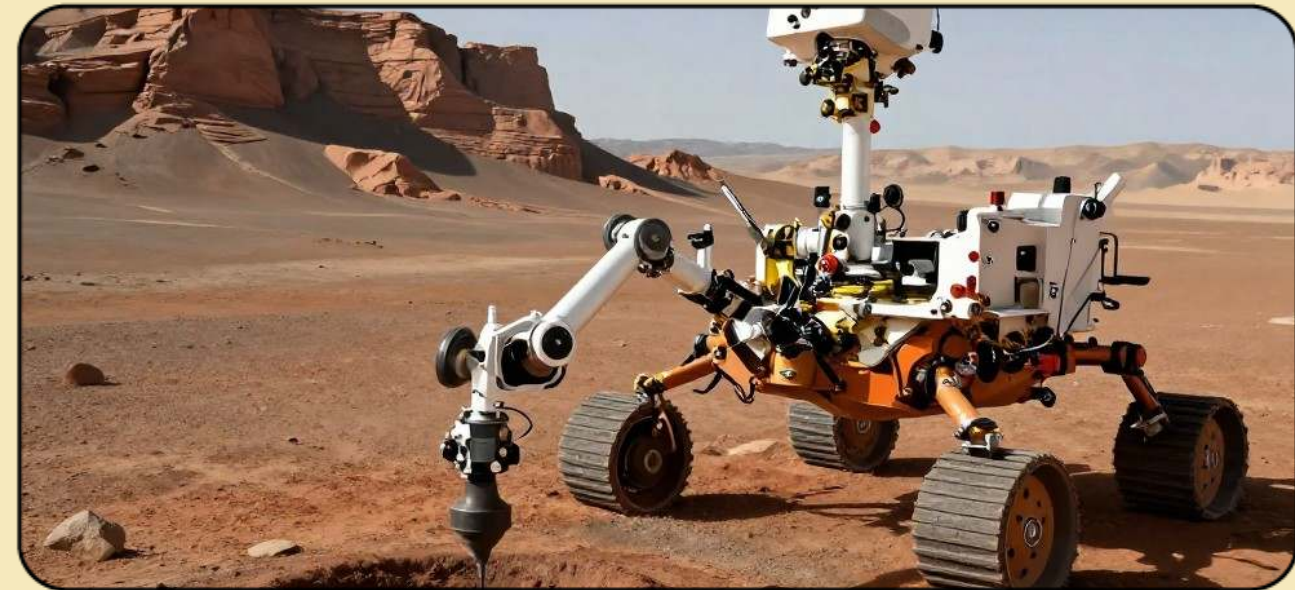
Современные технологии дают возможность изучать эволюцию на молекулярном уровне, расширяя знания о происхождении видов.

Астробиология: поиски жизни за пределами Земли



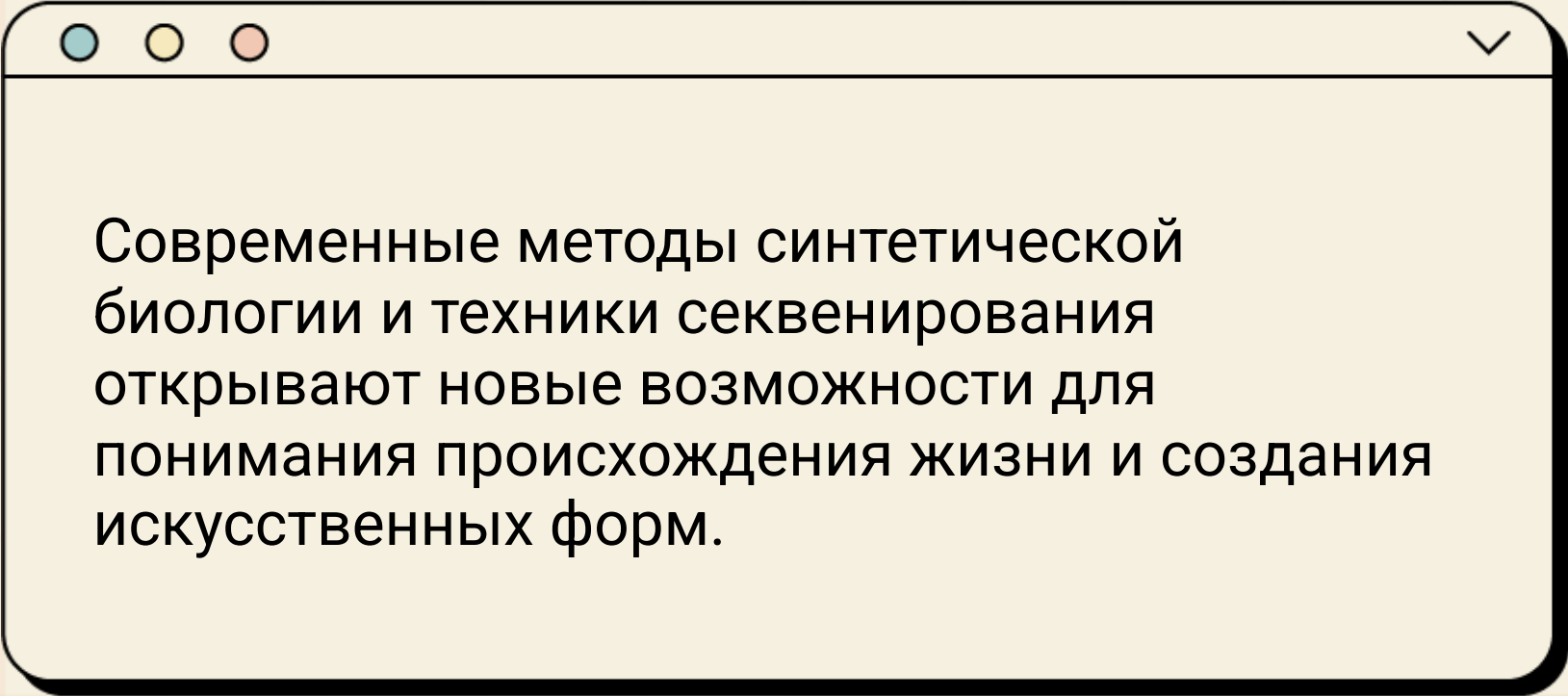
Экспедиции на спутники Европы и Энцелада

Исследования океанов подо льдами Европы и Энцелада направлены на поиск условий пригодных для жизни, включая наличие воды и органических соединений, что является ключом к пониманию потенциала внеземной биоты.

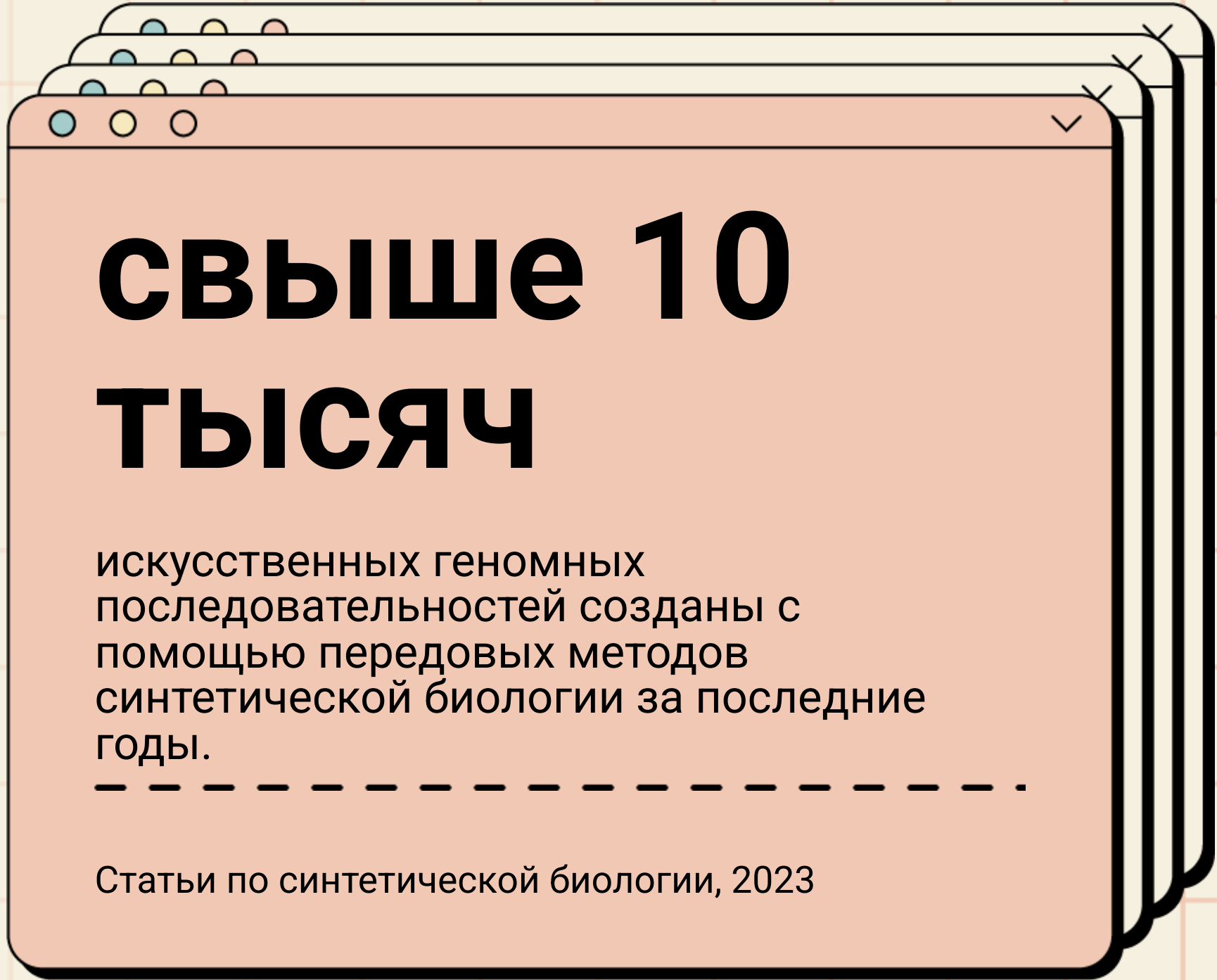


Миссия Mars 2020 и исследования Марса

Аппарат Mars 2020 проводит анализ грунта и атмосферы Марса в поисках следов древней или современной жизни, используя современные приборы и методы детального биохимического анализа.



Современные методы синтетической биологии и техники секвенирования открывают новые возможности для понимания происхождения жизни и создания искусственных форм.



свыше 10 тысяч

искусственных геномных последовательностей созданы с помощью передовых методов синтетической биологии за последние годы.

Статьи по синтетической биологии, 2023

Заключение: значение изучения происхождения и эволюции жизни

Изучение происхождения и эволюции жизни способствует пониманию единства биосферы, поддерживает развитие критического мышления и вдохновляет на поиск новых знаний в астробиологии и смежных науках.

