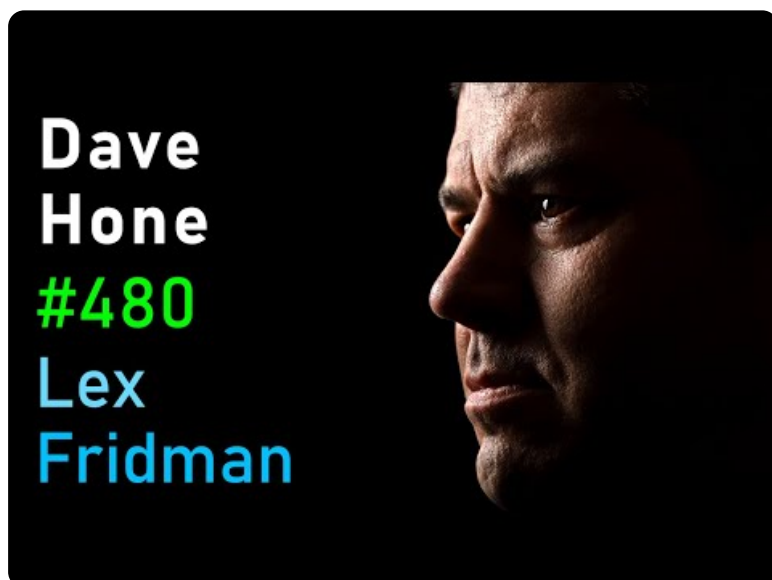


Dave Hone: T-Rex, Dinosaurs, Extinction, Evolution, and Jurassic Park | Lex Fridman Podcast #480

@lexfridman · 2025-09-04 · https://www.youtube.com/watch?v=-Qm1_On71Oo



Глубокий разговор компьютерного учёного Лекса Фридмана и Дэйва Хоуна — британского палеонтолога и зоолога (Reader in Zoology в Лондонском университете королевы Марии), специалиста по поведению и экологии динозавров, автора научно-популярных книг и соведущего подкаста Terrible Lizards. Выпуск посвящён реконструкции биологии вымерших животных на стыке палеонтологии и современной полевой зоологии.

Главная сквозная идея: динозавры не были мифическими киномонстрами — это реальные биологические виды, подчинявшиеся фундаментальным законам физики, биомеханики и экологии. Используя минимальные, но перекрёстно независимые сигналы из летописи окаменелостей (микроструктуру костей, тафономию, изотопный состав эмали, следы укусов) и сопоставляя их с моделями поведения современных животных, наука способна с поразительной точностью восстанавливать их внешний вид, охотничьи стратегии, брачные игры и причины гибели.

Анатомия, биомеханика и сенсорика T. rex

Истинные габариты и масса Ти-Рекса 02:12: Взрослый *Tyrannosaurus rex* достигал ≈ 12 м (14 ярдов) в длину, 4,5–5 м в высоту до макушки и весил от 7 метрических тонн ($\approx 8,5$ коротких тонн), что превышает массу крупного африканского саванного слона (5–6 тонн) и в 35 раз больше массы крупного льва (200 кг). По меткому выражению палеонтолога Тома Хольца, это «косатка на

суше» — колоссальный хищник на двух ногах. В музеях масштаб часто теряется из-за подиумов и ограждений, но в реальности только стопа животного заканчивается на уровне колена взрослого человека, а ширина челюстей даже не самого крупного экземпляра (например, слепка из Смитсоновского института) позволяет взрослому мужчине свободно пролезть сквозь пасть целиком.

Фактчек: 7 метрических тонн соответствуют 8,5 коротким тоннам — 📌:

Правильный пересчёт — около 7,7 американской короткой тонны. Это ошибка перевода единиц, а не опровержение общей оценки массы *T. rex*.

Строение черепа и сокрушительный укус 06:00: В отличие от других гигантских хищных теропод (таких как южноамериканские *Giganotosaurus* и *Mapusaurus* или африканский *Carcharodontosaurus*), которые могли быть длиннее на метр, но весили лишь 2/3 или 3/4 от массы Ти-Рекса, последний обладал широкой бочкообразной грудной клеткой и невероятно массивным «коробчатым» черепом. Зубы *Carcharodontosaurus* и *T. rex* схожи в профиль, но при взгляде спереди зуб кархародонтозавра составляет лишь треть толщины зуба Ти-Рекса. Огромные челюстные мышцы в сочетании с толстыми, глубоко посаженными зубами обеспечивали укус, способный дробить любые кости, а мощная короткая «бычья» шея удерживала этот тяжеловесный аппарат.

Деградировавшие передние конечности 08:43: Руки *T. rex* размером примерно с человеческие, но на семитонном теле они функционально почти бесполезны. На кисти всего два рабочих пальца (иногда встречается рудиментарная третья пястная кость без фаланг). Лучевая и локтевая кости тоньше человеческих, дельтопекторальный гребень (место крепления грудных и дельтовидных мышц) развит слабо, а когти пропорционально невелики и слабо изогнуты. Главный маркер слабости — крошечные связочные ямки (ligamentous pits) на фалангах. У хищников, активно удерживающих вырывающуюся добычу, эти полусферические углубления велики для увеличения площади крепления связок и защиты суставов от вывиха; у *T. rex* они самые маленькие среди всех тираннозавров.

Арктометатарзальная стопа и возврат энергии 11:02: Стопа *T. rex* устроена по птичьему принципу: он опирался на три пальца, а плюсневые кости (metatarsals) стояли почти вертикально, удлиняя шаг. При этом центральная (третья) плюсневая кость сужена посередине и имеет клиновидную форму в виде сплюснутого ромба, зажатого между боковыми костями. Эта адаптация (арктометатарзус), независимо возникшая у поздних тираннозавров, орнитомимид (например, *Gallimimus*) и овираторозавров, намертво блокирует кости стопы при нагрузке. Вместо того чтобы кости разъезжались в стороны и гасили импульс, жёсткая конструкция сжимает мягкие ткани, связки и

сухожилия, обеспечивая пружинящий возврат упругой энергии при каждом шаге и колоссальную экономию сил при ходьбе.

Биомеханика двуногого бега и роль хвоста 14:00: Двуногость

(бипедальность) присуща всем тероподам (40–45% всех динозавров). В отличие от людей, использующих для отталкивания ягодичные мышцы, и птиц с их специфической анатомией, тероподы устроены как ящерицы или крокодилы: их главный двигатель — гигантский блок мышц (*m. caudofemoralis*) в первой трети или половине хвоста, который крепится к задней поверхности бедренной кости (*femur*). У *T. rex* эта мышца достигала 2,5–3 м в длину; её сокращение мощно тянуло ногу назад, толкая тело вперёд. Из-за колоссальных нагрузок на скелет *T. rex* не мог бегать в строгом биомеханическом смысле (с фазой полёта, когда обе ноги оторваны от земли, как это доказал для лошадей пионер фотографии Эдвард Майбридж), но за счёт трёхметровых ног и шага в 4–5 м он практиковал «спортивную ходьбу» (*power walking*), разгоняясь до 25 миль/ч (≈ 40 км/ч).

Фактчек: *T. rex* разгонялся до 40 км/ч без фазы полёта, поэтому его движение было исключительно ходьбой — $\triangle$: Скорость 40 км/ч не установлена: модель Sellers et al. (2017), учитывающая прочность скелета, даёт ограничение около 20 км/ч; оценки зависят от модели. Рецензенты расходятся в трактовке движения: Gemini считает отсутствие фазы полёта подтверждённым ограничением, GPT подчёркивает, что существует бег с постоянным контактом с землёй — одной фазы полёта недостаточно для разграничения бега и ходьбы.

Сенсорика и стратегия выживания при встрече 19:30: Замри человек перед *T. rex* (как в «Парке юрского периода»), это не спасёт от обнаружения: его глазные яблоки были размером с теннисный мяч (исследования Кента Стивенса), а острота зрения зависит от абсолютного, а не относительного размера глаза. Огромные глаза, направленные вперёд (бинокулярное зрение), и гигантские обонятельные луковицы указывают на великолепное зрение и нюх, вероятно, адаптированные к ночной охоте. Однако у человека есть шансы выжить: во-первых, животные осторожны с незнакомыми объектами (а приматов в мезозое не существовало); во-вторых, хищники обычно атакуют жертв массой в 5–20% от собственной (человек весом 80 кг для 7-тонного гиганта — на самой нижней границе рентабельности, как мышь для льва). Если *T. rex* атакует на открытом месте, единственный шанс — бросить камень точно в глаз (дистанционная атака — уникальное умение людей, непонятное животным), а в лесу — бегать вокруг толстого дерева, используя преимущество малого радиуса разворота.

Экология питания, тафономия и следы укусов

Охота на молодняк вместо схваток с гигантами 25:42: Вопреки штампам документального кино, *T. rex* почти не охотился на взрослых пятитонных трицератопсов с полутораметровыми рогами или гигантских утконосых гадрозавров (*Edmontosaurus*). Схватка с равным по массе противником чревата

смертельной травмой (перелом ноги означает голодную смерть), а тушу в 5 тонн невозможно съесть до того, как она сгниёт. Абсолютное правило природы от богомоллов и морских звёзд до львов — охота на молодняк (juveniles). Почти все найденные в желудках теропод кости и зажившие следы укусов принадлежат молодым особям. Подростки (даже весом в 1 тонну, размером с носорога) неопытны, ещё не отрастили броню и рога, хуже усваивают пищу и вытесняются взрослыми на опасные окраины пастбищ (например, к кромке леса, где прячется хищник).

Тафономия и чтение следов на костях 29:59: Окаменелости нельзя воспринимать буквально без учёта тафономии — истории трупа от смерти до раскопок. Скопление скелетов теропод в одном месте часто означает не стаю, а результат паводка, смывшего туши в одну заводь (маркер — присутствие рыбьей чешуи и мелкого мусора). При изучении великолепно сохранившегося скелета гадрозавра из Монголии в японском музее выяснилось, что искусана только одна плечевая кость (humerus), причём следы зубов лежат поверх следов ветровой песочной эрозии. Это неопровержимо доказывает падальщичество: туша пролежала на песчаной отмели недели, обдуваемая песчаными бурями и частично засыпанная, прежде чем тираннозавр откопал и обглодал доступную конечность.

Дифференциация зубов и метод «Орео» 33:15: На плечевой кости монгольского гадрозавра обнаружены два типа следов: глубокие круглые проколы на концах кости и параллельные неглубокие борозды на дельтопекторальном гребне. Это раскрывает механику питания тираннозавров: огромными боковыми зубами хищник убивал жертву и отрывал конечности, а для объедания мяса использовал передние резцеобразные зубы (incisiform teeth). Эти зубы на кончике морды в разы меньше боковых и имеют плоскую заднюю стенку; ими *T. rex* соскребал самую крупную мышечную массу с гребней костей, словно человек, счищающий зубами крем с печенья Oreo.

Ночной преследователь, а не чистый падальщик 34:54: Дискуссия «охотник или падальщик» закрыта: *T. rex* совмещал обе стратегии (есть и посмертные погрызы, и зажившие прижизненные раны с обломками зубов *T. rex* внутри костей жертв). Быть чистым падальщиком сухопутному гиганту энергетически невозможно — эта ниша доступна лишь парящим в восходящих потоках птицам вроде кондоров и грифов, почти не тратящим энергию на поиск падали. За счёт энергоэффективных стоп *T. rex* действовал как волк или гиена, беря добычу измором на длинной дистанции. Поскольку спрятать четырёхметрового хищника на открытых равнинах невозможно, он, вероятно, подкрадывался к однотонным подросткам-трицератопсам под покровом ночи, сокращая дистанцию до пары сотен метров, а затем загонял их.

Палеонтология на практике: раскопки, препарация и рынок

География находок и темпы открытия видов 38:45: *T. rex* обитал на западе Северной Америки от Альберты (Канада) до Нью-Мексико и севера Мексики (Коауила), тогда как в Азии жил его ближайший родственник — *Tarbosaurus*. В целом динозавры населяли всю планету вплоть до Антарктиды. На сегодня описано ≈1500–1600 валидных видов динозавров, но последние 10–12 лет учёные стабильно открывают по 40–50 новых видов ежегодно. Огромные территории в Индии, Эквадоре, Аргентине и Австралии всё ещё мало изучены и хранят колоссальный потенциал.

Два способа поиска окаменелостей 41:05: Технология поиска почти не изменилась с 1750-х годов. Первый путь — коммерческие карьеры с тонкослойными известняками (литографский сланцевый известняк, как в Баварии, где нашли археоптерикса) или вулканическими отложениями (Китай), где сохраняются даже отпечатки перьев, кожи и когтей. Там палеонтологи полагаются на сотни рабочих, ежедневно раскалывающих сотни тонн породы. Второй путь — пешая разведка в геологически картированных пустынях нужного возраста. Полные скелеты никогда не лежат на поверхности: из-за пористости костей любая влага при замерзании зимой разрывает их в крошево, а песок стачивает за месяцы. Идеальная находка — торчащий из склона кончик кости: так в Северном Китае по 5 мм торчащего когтя удалось выкопать 90%-ный скелет нового вида дромеозаврид, названного *Linheraptor*.

Инженерия раскопок и логистические компромиссы 46:18: В мягких песчаниках Китая и Монголии кость прочнее породы, поэтому её пропитывают специальным полимерным клеем Paraloid (он глубоко впитывается в поры, укрепляет кость, а в лаборатории легко и без следа вымывается ацетоном). Породу вокруг скелета вскрывают отбойными молотками или экскаваторами, заливают блок гипсом с мешковиной (*plaster of Paris jacket*), укрепляют деревянными балками и вывозят ковшем трактора. В США раскопки часто идут на федеральных охраняемых землях, где колёсная техника строго запрещена. Чтобы вывезти многотонный блок вертолётом с лимитом грузоподъёмности в пару тонн, палеонтологам приходится прямо в поле вручную скалывать каждый лишний грамм породы вокруг костей, как это показано в начальной сцене «Парка юрского периода».

Тафономическое картирование и феномен *Borealopelta* 54:35: На раскопках положение каждой кости тщательно картируют по сетке или с помощью фотограмметрии с дронов. Если длинные кости (рёбра, конечности) развёрнуты вдоль одной оси, значит, тушу несло течением реки, а мелкие кости нужно искать ниже по склону. Вершина препараторского искусства — найденный в морских отложениях Альберты панцирный нодозавр *Borealopelta markmitchelli* возрастом 112 млн лет. Препаратор Марк Митчелл потратил около двух лет

ежедневной работы (по 9–5 часов в день), счищая иглами твердейший камень с мягкой кости, благодаря чему удалось сохранить броню, кератиновые чехлы шипов, кожу, содержимое желудка и даже прижизненный камуфляжный окрас (тёмный верх, светлый низ).

Фактчек: Препарация Borealopelta заняла около двух лет — □: Марк Митчелл потратил около 7000 часов на протяжении более пяти лет, с 2011 по 2017 год. Формулировка «по 9–5 часов в день», вероятно, искажает рабочий график «с 9 до 5»; сохранность кожи, кератиновых чехлов и содержимого желудка подтверждается, контртеневая окраска реконструирована по сохранившимся свидетельствам.

Аукционный бум: скелеты Стэна и Апекса 59:15: Очистка сложного и хрупкого черепа T. rex по имени Стэн (найден в 1987 году в Южной Дакоте, полнота 70% по объёму и 63% по числу костей) заняла у института Блэк-Хиллс более 30 000 человеко-часов. В 2020 году Стэн был неожиданно продан на аукционе за 31,8 млн Департаменту культуры и туризма Абу-Даби, хотя до этого тираннозавры уходили за 5–10 млн. Позже этот рекорд побил скелет стегозабра по кличке Апекс (продан более чем за 40 млн), что выглядит рыночной аномалией: десятью годами ранее лондонский Музей естественной истории купил самого полного в мире (хоть и более мелкого, 5–6 м) молодого стегозабра Софи всего за £250 000 (≈400 000). Цены на полные скелеты динозавров взлетели в 100 раз и ведут себя как спекулятивный рынок современного искусства.

Фактчек: Стэн продан за 31,8 млн, Апекс — более чем за 40 млн; рынок скелетов вырос в 100 раз — △: Аукционные результаты подтверждаются: Стэн — 31,8 млн в 2020 году, Апекс — 44,6 млн в 2024-м. Однако сравнение нескольких уникальных экземпляров не доказывает стократного роста всего рынка, а указанная цена Софи в ревью отдельно не подтверждена.

Куда потратить 10 млрд и почему технологии пасуют 1:04:00: Будь у палеонтологии бюджет в 10 млрд, Дэйв Хоун направил бы \$500 млн на создание идеального музея с огромными климатическими хранилищами, а остальное — на выкуп частных земель и коммерческих карьеров (в Баварии, Бразилии и США) с выплатой премий рабочим за каждую находку, чтобы образцы гарантированно попадали в науку, а не в особняки миллиардеров. В отличие от физики чёрных дыр или генетики панд, предмет изучения палеонтологии буквально исчезает каждую секунду из-за эрозии. При этом современные технологии (георадары, сейсморазведка, МРТ, дроны и счётчики Гейгера, реагирующие на накопленный в пористых костях уран) почти бесполезны при поиске: окаменевшая кость впитывает минералы вмещающей породы и приобретает точно такую же физическую плотность, становясь невидимой для сканеров.

Эволюция тираннозавров и концепция архихищника

От мелких пернатых предков до гигантов 1:12:22: Череп *T. rex* радикально отличается от черепа гигантозавра: у последнего огромные предглазничные окна (antorbital fenestra) и тонкие кости, тогда как у *T. rex* морда почти сплошь состоит из массивной кости, а носовые кости (nasals) намертво срослись в единый жёсткий свод для гашения нагрузок при укусе. Сросшиеся носовые кости и резцеобразные передние зубы возникли ещё у первых тираннозавров в средней юре (≈165 млн лет назад). Тогда это были мелкие двуногие хищники длиной 2–3 м, ростом по грудь человеку, с длинными руками, маленькими головами и густым перьевым покровом. В раннем мелу они начали расти (например, полностью оперённый китайский *Yutyrannus* длиной 7–8 м и весом до тонны), а в позднем мелу разделились на изящных длинномордых алиорамин (*Alioramus*), охотившихся на мелкую дичь, и массивных тираннозаврин (*Albertosaurus*, *Gorgosaurus*, *Daspletosaurus*, *Zhuchengtyrannus*, *Tarbosaurus* и *T. rex*).

Правило Копа и уязвимость гигантов 1:17:15: Тенденция эволюционных линий к увеличению размеров со временем (правило Копа) объясняется как статистической диффузией (стартуя с малого размера, эволюционировать можно только в сторону увеличения), так и прямыми преимуществами: крупные животные энергоэффективнее при движении, побеждают в внутривидовых схватках за территорию и самок и могут добывать более крупную пищу. Однако гигантизм — это эволюционная ловушка при кризисах: крупных животных мало из-за лимита биомассы экосистемы, они требуют огромного количества пищи, имеют низкое генетическое разнообразие и медленный цикл размножения (годы против недель у грызунов), поэтому любые резкие климатические сдвиги или засухи в первую очередь выкашивают крупную фауну.

Архихищник (Arch Predator) и вакуум конкурентов 1:21:49: Называть *T. rex* или льва «апекс-хищником» (apex predator) экологически неверно: в строгой экологии апекс-хищник — это тот, кто питается другими хищниками (например, большая белая акула, поедающая тунцов и морских львов). *T. rex* и львы едят травоядных, поэтому для них точнее термин Даррена Нэйша — «архихищник» (arch predator). Уникальность экосистемы *T. rex* в том, что в ней вообще не было среднеразмерных плотоядных (споры вокруг отдельного вида *Nanotyrannus* большинство учёных считают ошибкой определения подростков самого *T. rex*): следующим по размеру хищником после семитонного *T. rex* были мелкие дромеозавриды размером с велоцираптора. Это всё равно что в современной Африке после львов самым крупным хищником была бы ласка; подростки самого *T. rex* полностью монополизировали все промежуточные экологические ниши.

Фактчек: Апекс-хищник обязан питаться другими хищниками, поэтому льву и T. rex нужен термин «архихищник» — □: Апекс-хищник занимает вершину пищевой сети и обычно не имеет регулярных естественных врагов во взрослом состоянии; питание травоядными этому не препятствует. «Архихищник» — предложенная терминология, а не обязательная научная замена понятия apex predator.

Фактчек: Nanotyrannus — лишь подросток T. rex, а среднеразмерные хищники в этой экосистеме отсутствовали — △: Представлять это как закрытый вопрос нельзя: приведённые в ревью новые исследования поддерживают самостоятельность Nanotyrannus и ослабляют тезис о полностью свободной среднеразмерной нише. Расхождение существенное: Gemini считает самостоятельность рода окончательно установленной, Claude — всё ещё спорной; без отдельной проверки первичных работ формулировка «окончательно доказано» неоправданна.

Сравнение боевых стилей: T. rex против всех 1:27:15: На суше у T. rex не было равных соперников за всю историю Земли (в океане крупнее были лишь гигантские мозазавры длиной 15–20 м с черепом размером с тираннозавровый). Если столкнуть T. rex с равным по длине южноамериканским кархародонтозавридом, победит T. rex за счёт большей массы и дробящего укуса. Кархародонтозавры обладали длинными узкими челюстями (быстрый, но слабый на кончике укус по законам рычага) и мускулистыми руками с когтями: они захватывали добычу и наносили режущие раны, вызывая кровопотерю. Что касается идеи схватки стаи велоцирапторов с T. rex — это абсурд, эквивалентный нападению сурикатов на взрослого льва: реальный Velociraptor был размером с индюшку или койота (высота в бедре до 1 м, длина с хвостом 2 м, узкая лисья морда для ловли крыс и ящериц) и доставал тираннозавру лишь до лодыжки.

Фактчек: Велоцираптор достигал метра в бедре, а крупнейшие мозазавры — 20 м в длину — △: Для Velociraptor характерны примерно 0,5 м в бедре, длина 1,5–2 м и масса около 15–20 кг. Размеры крупнейших мозазавров зависят от реконструкции; диапазон около 12–17 м для Mosasaurus hoffmannii надёжнее, чем подача 20 м как установленного размера.

Мифы о групповой охоте и «Парк юрского периода»

Крах мифа о стайной охоте динозавров 1:35:09: В палеонтологии практически нет достоверных доказательств кооперативной стайной охоты у каких-либо динозавров. Классический аргумент — находка в Монтане скелета травоядного Tenontosaurus в окружении нескольких хищных Deinonychus (крупный родственник велоцираптора, послуживший прототипом для фильма). Но если прайд львов убивает антилопу гну, львы съедают её, а не умирают штабелями вокруг туши. Скопления хищников вокруг одной жертвы — это обычно «ловушки хищников» (predator traps), как битумные ямы Ла-Бреа (где на трёх мамонтов и одного ленивца приходится 100 ужасных волков и 40

смилодонов, увязших при попытке съесть приманку) или водоёмы, отравленные токсичным цветением водорослей, либо результат посмертного сноса туш рекой.

Критика следовых дорожек и аналогии с гиенами 1:39:05: Параллельные следовые дорожки (trackways) нескольких тираннозавров в одном направлении не доказывают стайную охоту. Во-первых, одиночные животные регулярно ходят по одним и тем же звериным тропам (game trails) или берегам рек с разницей в часы, а самцы могут по очереди идти по следу самки в течке. Во-вторых, жизнь в группе не равна совместной охоте: пятнистые гиены (*Crocuta crocuta*) живут в сложнейших социальных кланах с жёсткой иерархией, но по данным научной литературы подавляющее большинство охот проводят в одиночку (тогда как их ближайшие родственники — бурая и полосатая гиены — вообще одиночки, а у гепардов самки одиночки, но братья-самцы сбиваются в коалиции). Единственным золотым стандартом доказательства стаи на следах было бы перекрытие отпечатков, где сначала особь А наступает на след особи Б, а через несколько шагов особь Б наступает на след особи А.

Ошибки и успехи франшизы «Парк юрского периода» 2:18:20: В фильмах немало точных деталей: пропорции и походка *T. rex* (в сцене погони за джипом он именно быстро шагает, никогда не отрывая обе ноги от земли), отличный дизайн птеранодонов и вполне достойный для 2001 года образ спинозавра в «Парке юрского периода 3» (хотя в реальности *Spinosaurus* с его длинными тонкими челюстями и слабой на скручивание шеей никогда бы не смог свернуть мощнейшую шею *T. rex*). Однако в «Мире юрского периода» произошёл необъяснимый регресс: отличную модель птеранодона заменили на анатомически безграмотную, а беззубому клювастому галлимимусу (*Gallimimus*) дизайнеры зачем-то вручную пририсовали зубы, которые даже не видны в кадре. Как подтверждают сами голливудские 3D-моделлеры, сделать модель научно точной ничуть не сложнее и не дороже, чем выдумывать отсебятину по капризу режиссёра. При этом сам Стивен Спилберг после успеха первого фильма основал благотворительный фонд Jurassic Foundation, который уже 30 лет финансирует реальные палеонтологические исследования молодых учёных.

Фактчек: Jurassic Foundation лично основал Стивен Спилберг — ⚠: Фонд создан в 1997 году при участии Дона Лессема и других организаторов, с поддержкой Universal/Amblin. Связь с франшизой и финансирование палеонтологических исследований реальны, но персональное приписывание основания Спилбергу — чрезмерное упрощение.

Размножение, половой отбор и социальная жизнь

Определение пола: медуллярная кость и тупик диморфизма 1:50:40:

Определить пол динозавра по скелету невероятно трудно: форма таза работает только у людей и некоторых приматов из-за рождения младенцев с огромными

головами, а рога и воротники у всех 40+ видов цератопсов есть у обеих полов (как и рога у самок северных оленей зимой). Единственный стопроцентный маркер (помимо пары находок с яйцами внутри) — медуллярная кость (medullary bone). У птиц и динозавров перед откладкой яиц внутри крупных костей (бедренной, плечевой) нарастает специфическая губчатая костная ткань, пронизанная сосудами, для быстрой мобилизации кальция на формирование скорлупы. Распилив кость и сделав тончайший шлиф под микроскопом, можно выявить беременную самку, но отсутствие медуллярной кости ничего не говорит: это может быть как самец, так и молодая самка, больная самка или самка вне сезона размножения.

Социо-сексуальный отбор и «честные сигналы» 1:54:25: Почти все хищные тероподы (кроме мелких оперённых форм) несут на черепе костные гребни, рожки или шишки (у *T. rex* — бугристые наросты на носу и над глазами, у аллозавров и цератозавров — крупные гребни). Дэйв Хоун объясняет их через концепцию «социо-сексуального отбора», объединяющую привлечение партнёров и устрашение соперников (как тёмная грива льва одновременно сексуальна для львиц и пугающа для других самцов, но ведёт к перегреву на экваторе). Для хищника яркий крупный гребень на голове — это эволюционный гандикап («честный сигнал» по Амоцу Захави): он демаскирует охотника перед жертвой, но тем самым доказывает самке, что его обладатель настолько силён и искусен, что способен прокормиться даже с яркой мишенью на лбу. У гигантских стадных травоядных вроде трицератопсов необходимости прятаться нет вообще, поэтому их сигнальные структуры разрастаются до исполинских размеров.

Гипотеза «сексуальных сыновей» и взаимный отбор 1:58:45: Помимо гандикапа, красоту в природе формирует фильтр Фишера («гипотеза сексуальных сыновей»): самки могут случайно предпочесть необычный признак (просто как маркер генетического разнообразия, защищающего от быстро мутирующих паразитов). Например, самки пресноводных рыбок моллинезий в экспериментах предпочитают самцов родственного вида — меченосцев с длинным «мечом» на хвосте, хотя у их собственных самцов меча нет; дочери наследуют тягу к украшению, сыновья — само украшение, и признак лавинообразно закрепляется. Поскольку у динозавров (тираннозавров, трицератопсов) украшения присутствуют у всех взрослых особей, это указывает на взаимный половой отбор (mutual sexual selection), как у тупиков, пингвинов, скворцов или чёрных лебедей: когда выживание потомства требует огромного вклада от обоих родителей, самцы и самки одинаково придирчиво выбирают друг друга по размеру украшений и формируют стабильные пары для совместного выхаживания детёнышей.

Спинозавр, интеллект, каннибализм и загадки поведения

Независимые линии доказательств и экология спинозавра 2:10:02:

Одинокая находка может ввести в заблуждение: четыре найденных в Китае скелета летающего динозавра *Microaptor* содержат в желудках соответственно млекопитающее, птицу, ящерицу и рыбу — по одному образцу его бы ошибочно записали в узкие специалисты, хотя он был универсалом. Истина рождается на пересечении независимых линий доказательств, как в случае со спинозавридами (*Spinosaurus*, *Baryonyx*, *Suchomimus*, *Ichthyovenator*): крокодилоподобный механический профиль черепа, уникальные для теропод круглые конические зубы (как у крокодилов и дельфинов), смещённые назад ноздри, изотопный состав эмали (совпадающий с водными черепаками и рыбами, а не сухопутными динозаврами) и рыбья чешуя в грудной клетке барионикса. При этом сам *Spinosaurus* (до 15 м в длину, с огромным парусом на спине, плоским тритоноподобным хвостом и короткими задними ногами), по расчётам Дэйва Хоуна и Тома Хольца, вовсе не был ныряющим подводным пловцом — его биомеханика соответствует гигантской околотовной «цапле» или «аисту» (*wader*), выхватывающему добычу с мелководья.

Фактчек: *Spinosaurus* не был ныряющим хищником и охотился исключительно как гигантская цапля — Δ : Охота с мелководья — аргументированная, но не единственная гипотеза. Строение хвоста и плотность костей используются в пользу более водного образа жизни, однако интерпретация этих признаков и способность к активному подводному преследованию остаются предметом дискуссии.

Мозг, слух и развенчание мифа о «приматоподобном» *T. rex* 2:28:15: Мозг рептилий и динозавров не заполняет черепную коробку (*endocranium*) целиком, а окружён толстым слоем тканей и жидкости. КТ-сканирование черепов позволяет создать слепок полости (эндокаст): у *T. rex* видны огромные обонятельные луковицы и зрительные доли, а сканирование костного лабиринта внутреннего уха позволяет вычислить даже частотный диапазон воспринимаемых звуков. Однако попытки оценить интеллект через коэффициент энцефализации (отношение массы мозга к массе тела) страдают от погрешностей в 20–30% при оценке как объёма самого мозга внутри полости, так и веса динозавра. Нашумевшая статья о том, что *T. rex* якобы имел плотность нейронов как у птиц, насчитывал 3 млрд нейронов, обладал интеллектом бабуина и мог использовать орудия труда, была жёстко опровергнута международной группой нейробиологов и палеонтологов (работа Каспера и др.): реальное число нейронов составляло от 250 млн до 1,7 млрд, а физический размер мозга семитонного *T. rex* меньше мозга шимпанзе, что ставит его на уровень сообразительности современных крокодилов.

Фактчек: Опровержение «интеллекта бабуина» доказало интеллект крокодила и установило реальное число нейронов *T. rex* — Δ : Работа Caspar et al. (2024) существенно оспорила исходные допущения и выводы о приматоподобных

способностях, но альтернативное число нейронов тоже является модельной оценкой, а не измерением. Gemini принимает «крокодилий уровень» как подтверждённый; GPT справедливо ограничивает вывод: ни размер мозга, ни расчёт числа нейронов не устанавливают конкретный уровень интеллекта.

Утраченные формы поведения и каннибализм 2:36:50: Многие поведенческие черты навсегда стерты из летописи: например, использование общественных уборных (middens), куда ежедневно ходят испражняться кролики, ленивцы, трубкозубы и антилопы импала, невозможно доказать, так как копролиты (окаменевшие фекалии) разрушаются водой и жуками-навозниками и не могут быть привязаны к конкретному виду. Зато достоверно доказан каннибализм у T. rex: найдены кости стопы тираннозавра с характерными бороздами от соскребания мяса передними зубами другого T. rex (поскольку других крупных хищников в этой экосистеме не было, виновник очевиден). В отличие от частых заживших укусов на мордах (остающихся у 50–60% взрослых тираннозавров после ритуальных драк за статус), следы на стопе не имеют признаков заживления и расположены в труднодоступном для боя месте. В природе хищники редко едят себе подобных из-за высокого риска заразиться видоспецифичными паразитами, но в условиях голода T. rex не брезговал павшими сородичами.

Вымирание, альтернативная эволюция и магия больших чисел

Астероидный удар и каскадный коллапс экосистем 2:43:47: Пять великих массовых вымираний в истории Земли всегда были связаны со стремительным изменением климата. 66 млн лет назад метеорит размером с Эверест врезался в мелководье у полуострова Юкатан на скорости в 10 раз выше скорости звука. Удар пришёлся в наихудший тип пород (богатых серой и гипсом), что выбросило в стратосферу колоссальное облако пыли и аэрозолей, вызвав мгновенную ядерную зиму. Гибель базовых звеньев пищевой цепи (например, исчезновение одного вида мотыльков-опылителей губит деревья, что лишает орехов белок, от чего вымирают мелкие хищники) обрушила экосистемы. Океаническая фауна переносит такие удары легче за счёт высокой теплоёмкости воды и свободы миграций от полюса к полюсу, тогда как гигантские сухопутные динозавры оказались в самой уязвимой категории.

Фактчек: Чиксулубский астероид летел со скоростью в десять раз выше скорости звука — □: Часто используемая оценка — около 20 км/с, то есть примерно 60 скоростей звука в приземном воздухе. Размер порядка 10–15 км и удар в богатые серой породы согласуются с современными реконструкциями.

Фактчек: Морская фауна перенесла катастрофу легче благодаря теплоёмкости воды и возможности миграции — △: Тепловая инерция океана не защищает пищевые сети от глобального падения фотосинтеза. Исчезновение аммонитов и

мозазавров и тяжёлые потери планктона не позволяют представлять океан как универсальное убежище от последствий удара.

Реликтовые популяции и почему мы не появились бы при динозаврах

2:47:40: Динозавры не деградировали перед ударом — они процветали. Вполне вероятно, что на изолированных островах (аналогах Новой Зеландии или Гавайев) небольшие популяции нептичьих динозавров смогли пережить катастрофу и просуществовать ещё от пары сотен тысяч до миллиона лет, но из-за точечности таких рефугиумов и плохой сохранности островных пород мы вряд ли когда-нибудь найдём эти кости (все найденные пока зубы динозавров выше мел-палеогеновой границы оказывались результатом биотурбации — перекапывания грунта роющими животными). Если бы астероид промахнулся, разумные люди почти наверняка не появились бы: на протяжении 130 млн лет юры и мела динозавры безраздельно монополизировали все наземные ниши крупнее енота, удерживая наших предков (таких как мелкое крысоподобное млекопитающее *Purgatorius*) в мелком размерном классе. При этом гипотеза канадского палеонтолога Дэйла Рассела о превращении большеголового динозавра троодона в прямоходящего гуманоида («динозавроида») — чистый антропоцентризм, хотя сами по себе динозавры вполне могли развить высокий интеллект, сопоставимый с современными воронами и попугаями.

Фактчек: Нептичьих динозавры, вероятно, сохранялись на островах ещё сотни тысяч лет или миллион лет — ⚠: Надёжных свидетельств таких популяций нет; это предположение, а не установленная вероятность. Остатки в более молодых слоях могут объясняться не только биотурбацией, но и эрозией с последующим переотложением.

Фактчек: Все мезозойские млекопитающие оставались мельче енота — ☐: Такое ограничение слишком категорично: *Repenomamus giganticus* достигал приблизительно 12–14 кг. Преобладание динозавров среди крупных наземных животных не означает отсутствия исключений среди млекопитающих.

Островная эволюция, мифы о драконах и инопланетная фауна Земли

2:58:00: Самые причудливые формы динозавров навсегда скрыты от науки, так как эволюционные странности (подобные пингвинам или киви среди птиц) возникают на вулканических островах, где не формируются осадочные породы; редчайшее исключение — позднемеловой остров Хацег в современной Трансильвании, давший карликовых островных динозавров. Что касается легенд о драконах, они не связаны с находками скелетов динозавров древними людьми (если бы мифы порождались одинаковыми скелетами тираннозавров и протоцератопсов в Азии и Америке, китайские и индейские драконы выглядели бы одинаково; реальный пример фольклоризации окаменелостей — лишь «камни бизонов» у индейцев Альберты, представляющие собой обломки раковин аммонитов, похожие на фигурку бизона). При этом живая природа Земли уже содержит все мыслимые научно-фантастические сюжеты: от бархатных червей

(онихофор) и безногих земноводных червяг (caecilians), где детёныши сдирают и поедают специально отрастающую жировую кожу живой матери, до гигантской рыбы-луны (Mola mola), вымётывающей за один нерест до 300 миллионов икринок диаметром 1,3 мм.

Эволюция как компромисс, птиц-динозавры и ценность Protoceratops

3:07:35: Эволюция работает за счёт перемножения огромных популяций, тысяч потомков и миллионов лет («бросание костей, при котором все выпавшие шестёрки остаются в шляпе»), но это всегда модификация старого плана (descent with modification) и компромисс, а не идеальная инженерия. Черты редко имеют одну функцию: бивни слона или рога трицератопса изначально возникают как крошечные бугорки для внутривидовых турниров и полового отбора, а уже затем, вырастая, обретают функции защиты от хищников и выкапывания воды. Точно так же перья возникли у динозавров за 100 млн лет до вымирания (в средней юре) для теплоизоляции теплокровного тела и визуальных брачных демонстраций, а позже подарили крылья птицам — прямым потомкам мелких дромеозаврид, которые биологически являются настоящими живыми динозаврами (10 500–11 000 современных видов). Чтобы окончательно раскрыть тайны роста и полового диморфизма вымерших ящеров, науке нужно искать не столько новые виды (90% которых известны по одному фрагменту), сколько копать массовые захоронения монгольского Protoceratops andrewsi: это единственный динозавр, от которого сохранилось более 100 полных скелетов (от эмбрионов и новорождённых до взрослых особей величиной с овцу) из одной точки и одного узкого временного окна в 100 000 лет, что позволяет изучать их методами полноценной популяционной зоологии (как это показал Хоун на примере выборки из 110 черепов современных гангских гавиалов, где средние самки неотличимы от молодых самцов).

Фактчек: Птицы — прямые потомки дромеозаврид, а время возникновения и исходные функции перьев известны — $\triangle$: Птицы действительно являются живыми тероподовыми динозаврами, но дромеозавриды — близкая родственная ветвь, а не установленные прямые предки. Теплоизоляция и демонстрация — обоснованные гипотезы ранних функций перьев; точное время их возникновения не установлено, а возможное общее происхождение нитевидных покровов динозавров и птерозавров остаётся гипотезой.

ЛИЧНО ДЛЯ ТЕБЯ

Не меняй протокол здоровья по одному сигналу: улучшение нескольких биомаркеров после добавки ещё не доказывает её действие — общий фактор вроде сна, питания или времени сдачи анализа мог сдвинуть их одновременно. Ищи независимые подтверждения и учитывай альтернативные объяснения.

Отделяй показатель от нужного результата: число нейронов не равно интеллекту, AI-бенчмарк — надёжности на твоих задачах, отдельный биомаркер

— здоровью в целом. Перед решением уточняй, насколько показатель действительно связан с тем исходом, который тебе важен.

Проверяй не только согласие AI, но и независимость источников:

несколько моделей могут повторять одну публикацию или одинаковое упрощение. Для важных выводов проси первоисточник и разделение на «непосредственно обнаружено», «рассчитано моделью» и «предполагается» — особенно при словах «единственный», «неопровержимо» и «окончательно».

Не принимай аукционный рекорд за доходность класса активов: продажи Стэна и Апекса показывают готовность отдельных покупателей платить десятки миллионов, но не ликвидность и не предсказуемую доходность коллекционных вложений. Для личных финансов важнее возможность перепродажи, комиссии и риск отсутствия покупателя, чем громкий рекорд.

КОНСЕНСУС РЕЦЕНЗЕНТОВ

В пересекающихся проверках рецензенты сходятся на ошибке в сроках препарации *Borealopelta*, недостоверности установленной скорости *T. rex* в 40 км/ч и чрезмерной категоричности ряда реконструкций; также совпадают исправления определения апекс-хищника, скорости астероида и происхождения птиц. Основные расхождения — окончательность признания *Nanotyrannus* самостоятельным родом, допустимость вывода о «крокодильем интеллекте» *T. rex* и трактовка движения без фазы полёта.