The Clean Paper

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Летопись окаменелостей Нью-Мексико усложняет последнюю главу истории динозавров

Исследование Science передатировало член Naashoibito в Нью-Мексико к последним нескольким сотням тысяч лет перед ударом астероида. Это важно, потому что большая часть лучших свидетельств о динозаврах конца мелового периода происходит из районов дальше на север. Новая южная летопись указывает, что в конце мела запад Северной Америки всё ещё имел регионально различающиеся фауны динозавров, а не одно однородное угасающее сообщество. Это не доказывает, что все экосистемы динозавров мира процветали до самого удара; оно показывает, как региональная палеонтологическая летопись может слишком сгладить глобальную историю.

Written by Cinzia Vaglio · Cross-checked by Lucio Vaglio and Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Lucio Vaglio and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Late-surviving New Mexican dinosaurs illuminate high end-Cretaceous diversity and provinciality*, Andrew G. Flynn, Stephen L. Brusatte, Alfio Alessandro Chiarenza, Jorge Garcia-Giron, Adam J. Davis, C. Will Fenley IV, Caitlin E. Leslie, Ross Secord, Sarah Shelley, Anne Weil, Matthew T. Heizler, Thomas E. Williamson, and Daniel J. Peppe, Science 390, 400-404 (2025) · DOI: 10.1126/science.adw3282

Южный свидетель у самого конца

Историю последних динозавров часто рассказывают через северные Великие равнины: Монтану, Дакоты, мир формации Хелл-Крик. Эта летопись достаточно хороша, чтобы стать привычной, а привычное имеет неприятную склонность притворяться полной картиной. Окаменелости распределены неравномерно, потому что история не была настолько любезна, чтобы аккуратно разложить себя для нас по папкам.

Новая статья в Science добавляет южного свидетеля. Авторы исследовали член Naashoibito в бассейне Сан-Хуан в Нью-Мексико — богатую окаменелостями толщу пород, о возрасте которой спорят десятилетиями. Если бы эти окаменелости были старше, они мало сказали бы о последних мгновениях перед ударом астероида. Если же они относятся к самому концу мелового периода, их значение гораздо больше.

Ответ статьи — второй вариант. С помощью новой геохронологии и магнитостратиграфии команда утверждает, что основные горизонты члена Naashoibito с остатками динозавров лежат в пределах примерно **340 000 лет** от мел-палеогеновой границы. Это помещает динозавров Нью-Мексико достаточно близко к концу, чтобы они могли кое-что сказать о старом вопросе: динозавры уже переживали длительный упадок или многие экосистемы всё ещё сохраняли региональное разнообразие, когда произошёл удар?

Осторожный ответ — не «у всех динозавров всё было прекрасно, а потом — бах». У этой фразы хороший ритм и плохие манеры. Более точный и полезный ответ уже: на западе Северной Америки хорошо датированная южная летопись поддерживает картину поздних фаун динозавров, которые всё ещё заметно различались между регионами, а не представляли собой одно бедное видами сообщество, повсюду угасавшее одновременно.

Этого достаточно. Результату не нужна более громкая шляпа.

Пустынная местность Bisti/De-Na-Zin в Нью-Мексико, ландшафт бедлендов в более широком регионе бассейна Сан-Хуан. Изображение даёт контекст, но не является доказательством из статьи Science: аргумент исследования опирается на датированные слои с окаменелостями, а не на пейзаж.

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

Что здесь означает «в пределах 340 000 лет»?

Удар астероида и мел-палеогеновую границу датируют примерно **66,052 миллиона лет назад**. Вопрос в том, где относительно этой линии лежат породы с окаменелостями.

Авторы не датировали кости динозавров напрямую и не объявили вопрос закрытым. Они датировали зёрна вулканических минералов, прежде всего санидина, из песчаников разреза Naashoibito с помощью **$^{40}Ar/^{39}Ar$-геохронологии** и объединили эти даты с **магнитостратиграфией** — записью изменений полярности магнитного поля Земли, сохранившейся в породах.

Коротко: один образец даёт максимальный возраст осадконакопления **66,87 ± 0,04 миллиона лет**, другой образец из горизонта с динозаврами — **66,38 ± 0,08 миллиона лет**, а магнитный паттерн помещает верхнюю часть разреза в последний интервал обратной полярности мелового периода. Вместе эти ограничения ставят основные горизонты с динозаврами очень близко к границе. Это геологические часы, а не секундомер, но их точности достаточно, чтобы изменить аргумент.

Что сделали авторы

Команда объединила два вида работы, которым нужны друг друга. Во-первых, она уточнила возраст члена Naashoibito. Эта толща лежит над более древними породами кампанского яруса и под раннепалеоценовыми, но её точный возраст был спорным: некоторые предыдущие интерпретации относили её примерно к 70–69 миллионам лет назад, другие — к самому концу мела, а отдельные утверждения даже переносили части летописи в палеоцен. Авторы измерили геологические разрезы, отобрали образцы в местах с остатками динозавров, датировали обломочные зёрна санидина методами $^{40}Ar/^{39}Ar$ и привязали разрез к известным интервалам магнитной полярности.

Во-вторых, они спросили, как эта фауна выглядела в более широком контексте. Исследователи собрали данные о находках наземных и пресноводных позвоночных на западе Северной Америки в кампане, маастрихте и раннем палеоцене, а затем использовали экологические и биогеографические методы, чтобы проверить, были ли фауны регионально различными или однородными. Ключевое слово здесь — **провинциальность**: имели ли разные регионы свои отличающиеся сообщества, а не одинаковых животных повсюду.

Это важно, потому что одна версия поздней истории динозавров утверждает, что в маастрихте запад Северной Америки становился однороднее: региональных различий было меньше, а фауна — космополитичнее. Более однородную систему с меньшим разнообразием проще представить уязвимой ещё до астероида. Регионально структурированная система рассказывает другую историю.

Что они обнаружили

Ключевым является датирование. Два образца Naashoibito из горизонтов с динозаврами дают ограничения позднего маастрихта. Один образец песчаника, H08-Sand-08, дал максимальный возраст осадконакопления **66,87 ± 0,04 миллиона лет**. Образец из «34-Bone Site», где найден частичный скелет ламбеозавринового гадрозавра, дал максимальный возраст осадконакопления **66,38 ± 0,08 миллиона лет**. Вместе с записью магнитной полярности это позволяет авторам поместить основные горизонты Naashoibito с динозаврами в пределах примерно **340 000 лет** от границы K-Pg.

Таким образом, летопись бассейна Сан-Хуан примерно одновременна с лучше известными фаунами Хелл-Крик дальше на севере. Она также отделяет динозавров Naashoibito от древнейшей палеоценовой фауны Nacimiento примерно **700 000 годами**. Это важно, потому что никому не хочется случайно поставить нептичьих динозавров не по ту сторону границы вымирания. Было бы неряшливо. И просто неправильно.

Экологический результат — вторая половина картины. В проанализированных интервалах самого конца мела авторы нашли свидетельства **двух биопровинций** на западе Северной Америки. Если анализировать только динозавров, они разделялись

на две биопровинции во всех исследованных интервалах позднего мела. Статья утверждает, что перед ударом астероида эти региональные различия не просто исчезли, превратившись в одну однородную фауну.

Причиной была не только линия, проведённая с севера на юг. Анализы указывают на **температуру** как на главный фактор формирования этих биопровинций в меловом периоде, тогда как география играла второстепенную роль. Более тёплые южные регионы могли быть благоприятнее для одних животных, например завроподов, а более прохладные северные — для других, таких как гадрозаврины. Смысл не в том, что каждая провинция была «здоровее» других. А в том, что карта позднего мела всё ещё имела структуру.

Чего это *не* доказывает

- Это **не доказывает**, что динозавры повсюду на Земле процветали до самого удара астероида. Авторы прямо подчёркивают: это всё ещё преимущественно североамериканская картина.
- Это **не стирает** свидетельства упадка в отдельных группах, регионах или анализах. Работа оспаривает слишком гладкую историю упадка всего континента, а не любую возможную версию стресса до вымирания.
- Это **не показывает**, что астероид был неважен. Удар остаётся главным событием на границе; статья спрашивает, какие именно экосистемы он поразил.
- Это **не превращает Нью-Мексико** в идеальное окно в историю всей планеты. Оно добавляет южную точку данных, которой не хватало летописи, где доминируют северные местонахождения.
- Это **не делает** «процветали до самого удара» безопасным заголовком. Это самая широкая версия утверждения, а не самое чистое формулирование результата.

Насколько сильны доказательства?

Что касается возраста горизонтов Naashoibito с динозаврами, доказательства в основном тексте достаточно сильны, чтобы иметь значение. Авторы объединяют радиоизотопные даты обломочных зёрен санидина с магнитостратиграфией, и ключевые даты согласуются с интерпретацией самого конца мелового периода. Статья также прямо разбирает старый спор о том, были ли эти окаменелости значительно старше, позднемеловыми или даже палеоценовыми.

Остаётся техническая оговорка. Подробная геохронология, интерпретация магнитной записи и таблицы данных содержатся в дополнительных материалах Science. Основная статья даёт необходимые утверждения и числа, но перед окончательной публикацией стоит сверить приложение, прежде чем считать каждую методическую деталь закрытой.

Для более широкого экологического утверждения доказательства интересны и полезны, но сильнее зависят от модели. Авторы используют наборы данных о находках, кластеризацию и повторную выборку, чтобы вывести биопровинции. Это правильные инструменты для такого вопроса, но одновременно результат зависит от того, какие окаменелости попали в выборку, как определены таксоны, как время разделено на интервалы и как обработаны отсутствия. Палеонтологическая летопись — это данные с отсутствующими зубами.

Поэтому безопаснее всего читать результат в двух частях: летопись Нью-Мексико — настоящая и важная южная летопись конца мела; вывод о том, что запад Северной Америки сохранял региональную структуру фаун до самого конца, хорошо поддерживается анализами авторов; а вот скачка от этого к оценке состояния динозавров во всём мире следует избегать.

Почему это важно

Старый спор об упадке динозавров касается не только динозавров. Он касается того, какой вес способна выдержать одна палеонтологическая летопись.

Если лучшая летопись конца мела происходит с северных Великих равнин, очень соблазнительно позволить ей представлять весь континент, а затем позволить континенту представлять весь мир. Это эффективно. И именно так региональный паттерн поднимается на лифте без билета и превращается в глобальную историю.

Результат из Нью-Мексико делает историю менее гладкой. Он говорит: посмотрите на юг. Вот толща с динозаврами, близкая к границе. Вот фауны, которые не просто повторяют северные. Вот свидетельства того, что температура и региональная экология всё ещё имели значение в конце игры.

Это не делает астероид менее катастрофичным. Скорее наоборот, катастрофа становится резче. Удар пришёл не в конце существования единой упрощённой экосистемы. Он поразил совокупность региональных миров, которые всё ещё имели собственное устройство.

Есть в статье и более тихий урок. Хорошее датирование меняет повествование. Комплекс окаменелостей без надёжного возраста может стать слухом с костями. Поставьте его в правильное место на часах — и те же окаменелости становятся доказательством.

Краткий итог

Исследование в Science повторно анализирует член Naashoibito в Нью-Мексико — толщу с динозаврами, о возрасте которой давно спорят. Используя $^{40}Ar/^{39}Ar$-

датирование обломочного санидина и магнитостратиграфию, авторы ограничивают возраст основных горизонтов с динозаврами примерно последними 340 000 годами перед мел-палеогеновой границей. Это делает их одними из последних известных нептичьих динозавров Северной Америки и приблизительными современниками фаун Хелл-Крик дальше на севере. Затем авторы применяют экологический и биогеографический анализ находок позвоночных на западе Северной Америки и утверждают, что позднемеловые фауны сохраняли региональную структуру: динозавры разделялись на две биопровинции, а температура, по-видимому, была одним из главных факторов этих различий. Результат противоречит картине одной бедной видами континентальной фауны динозавров, равномерно угасавшей перед ударом астероида. Он не доказывает глобального благополучия динозавров, не закрывает все споры об упадке и не показывает, что все динозавры процветали до самого конца. Он показывает, что лучше датированная южная летопись делает последнюю главу североамериканской истории более региональной, структурированной и менее гладкой.

Проверка без преувеличений

Что показывает статья: Горизонты члена Naashoibito с динозаврами в Нью-Мексико относятся к самому концу мела, вероятно находясь в пределах примерно 340 000 лет от границы K-Pg, а летопись позвоночных запада Северной Америки поддерживает существование устойчивых региональных биопровинций до самого конца.

Что правдоподобно, но не доказано: Что многие экосистемы динозавров оставались устойчивыми непосредственно перед ударом астероида; что температура помогала поддерживать различные северные и южные фаунистические миры; что более старая идея простого общеконтинентального упадка слишком сглажена.

Чего работа не показывает: Что динозавры процветали повсюду; что никакие группы или регионы не приходили в упадок; что астероид не был главным пусковым механизмом вымирания; что одно лишь Нью-Мексико переписывает глобальную историю конца мела.

Основные ограничения: Региональная палеонтологическая летопись; модельно зависимый анализ провинциальности; смещения выборки окаменелостей; подробную геохронологию и методы работы с данными о находках ещё следует окончательно сверить с дополнительными материалами Science.

Сколько доверия стоит иметь обычному читателю? Высокое — к тому, что Нью-Мексико теперь даёт важную южную летопись динозавров самого конца мела. Хорошее — к тому, что запад Северной Америки сохранял региональную структуру фаун до самого конца. Низкое — к упрощению этого до «с динозаврами везде всё было в порядке вплоть до астероида». Настоящий результат лучше: последняя глава не была одной плоской общеконтинентальной историей.

Источники

Flynn et al., Late-surviving New Mexican dinosaurs illuminate high end-Cretaceous diversity and provinciality, Science 390, 400-404 (2025)
https://doi.org/10.1126/science.adw3282