

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАЛЕОЛАНДШАФТОВ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ УНИКАЛЬНЫХ ЗАБАЙКАЛЬСКИХ ДИНОЗАВРОВ

<sup>1</sup>Биксалеев А.А., <sup>1</sup>Василенко Е.А., <sup>2</sup>Новиков А.Н.

<sup>1</sup>ФГБУН Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения

Российской академии наук, Чита, e-mail: zabaikal\_coleoptera@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», Чита, e-mail: geonov77@mail.ru

Мезозойская эра является наиболее известной и вызывает большой интерес не только среди научных кругов, но и среди населения любых возрастов. В последнее время тема «динозавристики» наиболее популярна среди школьников и студентов. Этот интерес поддерживается как научно-популярными фильмами, так и компьютерными играми. Одним из значимых событий в палеонтологии стало открытие оперенного птицеподобного динозавра кулиндрадромея забайкальского (*Kulindadromeus zabaikalicus*) в Чернышевском районе Забайкальского края. Вместе с остатками динозавров была найдена сопутствующая флора и фауна лесных ландшафтов и водоемов того времени. Все это позволило выделить четыре типа ландшафтов: кора выветривания гранитного фундамента; временные селевые потоки конусов выноса; временное озеро в верной части конусов выноса; пляжные участки. Данная тема заинтересовала многих, однако ввиду удаленности территории с остатками динозавров от крупных населенных пунктов нет возможности ее наглядной демонстрации всем интересующимся. Авторы предлагают метод моделирования юрского ландшафта в виде макета, как один из наиболее подходящих вариантов обучения, для представления картины происходящего на территории Забайкалья в юрский период. Авторы также рассматривают современные методы и технологии моделирования, практическую значимость данной темы для науки и общества.

**Ключевые слова:** палеонтология, геоэкология, моделирование ландшафтов, кулиндрадромей, макетирование, юрский период, визуальные методы обучения

## MODELING OF PALEOLANDSCAPES OF THE LOCALITY OF UNIQUE TRANSBAIKALIAN DINOSAURS

<sup>1</sup>Biksaleev A.A., <sup>1</sup>Vasilenko E.A., <sup>2</sup>Novikov A.N.

<sup>1</sup>Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Chita, e-mail: zabaikal\_coleoptera@mail.ru;

<sup>2</sup>Transbaikalian State University, Chita, e-mail: geonov77@mail.ru

The Mesozoic era is the most famous and is of great interest not only among the scientific community, but also among the population of all ages. Recently, the theme of “dinosauristics” is most popular among schoolchildren and students. This interest is supported by both popular science films and computer games. One of the significant events in paleontology was the discovery of the feathered ornithischian dinosaur *Kulindadromeus zabaikalicus* in the Chernyshevsky District, Transbaikalian Territory. Together with the remains of dinosaurs, the accompanying flora and fauna of forest landscapes and reservoirs of that time was found. All this made it possible to distinguish four types of landscapes, such as: the weathering crust of the granite basement; temporary mudflows from alluvial fans; temporary lake in the fan part of alluvial fans; beach areas. This topic interested many people, however, due to the remoteness of the territory with the remains of dinosaurs from large settlements, it does not provide an opportunity for a visual demonstration to those interested. The authors propose a method of modeling the Jurassic landscape in the form of a layout, as one of the most suitable training options for presenting a picture of what is happening on the territory of Transbaikalia in the Jurassic period. The authors consider modern modeling methods and technologies, the practical significance of this topic for science and society.

**Keywords:** paleontology, geoecology, landscape modeling, *Kulindadromeus*, layout, Jurassic, visual teaching methods

Мезозойская эра на протяжении многих десятков лет является самой популярной геохронологической эпохой среди всех слоев населения. Наибольший интерес вызывают динозавры – гигантские рептилии, царившие на Земле 66–251 млн лет назад.

Интерес к области «динозавристики» поддерживают художественные фильмы, развлекательные центры по всей планете, компьютерные игры, которые по своей сути являются формой моделирования древнего мира. Всемирно известный фильм «Парк юрского периода» начиная с 1993 г пере-

снимался около шести раз. Каждый раз демонстрация древнего мира в фильмах менялась по мере получения новых открытий от палеонтологов.

Все эти виртуальные произведения, так или иначе, требуют от их создателей моделирования. При съемках фильмов создаются ростовые модели динозавров,двигающиеся на механизмах, при помощи виртуального 3D моделирования воссоздается облик мезозойского леса и т.д.

Именно моделирование, рассчитанное на визуальные эффекты восприятия, вы-

зывает интерес у широких слоев общест-венности и позволяет популяризировать палеонтологические исследования. В нашей стране в ряде городов работают развлекательные парки «Динозаврия», однако используемые в них модели служат декорациями и не всегда сопровождаются научной справкой для детей в виде табличек.

Большую волну интереса в мире вызвало открытие 2010 г. остатков самого древнего на планете оперенного птицеподобного динозавра *Kulindadromeus zabaikalicus* [1, 2] и сопутствующих палеоэкосистем в пади Кулинда (Чернышевский район, Забайкальский край), сделанное экспедицией под руководством докт. геол.-минерал. наук Софии Михайловны Синицы [3].

Это было одним из самых значимых открытий в области палеонтологии, которое вызвало отклик в обществе на всех уровнях. Известный научный журнал «Science» присудил данному открытию второе по значимости место в мире среди всех в 2014 г. [1]. На герб Чернышевского района Забайкальского края было помещено изображение кулиндадромея (рис. 1). В 2020 г. территория пади Кулинда была официально признана особо охраняемой природной территорией регионального значения площадью 86,72 га (учебно-научный стационар «Кулинда») [4].



Рис. 1. Герб Чернышевского района с изображением кулиндадромея (фото Е.А. Василенко)

Научное творчество С.М. Синицы порождает параллельные направления исследований в Забайкальском крае, давая ученым из других областей вектор для приложения усилий в динозавриктике. Эти ученые не изучают собственно динозавров, они находятся за рамками палеонтологии – в других областях науки: палеогеографии (изучение палеоландшафтов пади Кулинда); экономической географии (изучение вопро-

сов территориальной организации туристических потоков в падь Кулинда), геральдике (разработка герба Чернышевского района). Представленное исследование по моделированию палеоландшафтов относится к одному из таких параллельных (сопутствующих). Безусловно, научное творчество С.М. Синицы – это ядро Забайкальской динозавриктики, которое вдохновляет все смежные исследования.

Территория пади Кулинда к настоящему времени является официально признанным научно-полевым стационаром и представляет интерес не только для научной, но и научно-просветительской работы. Однако, находясь на достаточно удаленном расстоянии от крупных населенных пунктов и являясь труднодоступным местом, падь Кулинда не может регулярно посещаться посетителями. Возникает резонный вопрос, как показать происходящие события на данной территории как можно большему кругу заинтересованных лиц. Ведь визуальное наблюдение является наиболее эффективным и запоминающимся, особенно среди школьников и студентов. Одним из наиболее подходящих для этого методов можно назвать объемное моделирование, или макетирование.

#### Материалы и методы исследования

Главным в представленной статье является метод моделирования (макетирования).

Создание уменьшенных копий каких-либо событий (диорам, макетов) пользуется большой популярностью в разных направлениях искусства и науки. Наиболее популярен данный вид моделирования в архитектуре: изготавливаются макеты будущих зданий, жилых кварталов и т.д. [5].

Большим спросом данный вид моделирования пользуется среди историков и любителей военной тематики: создаются уменьшенные модели техники или реконструируются какие-либо военные события [6].

Также макетирование находит отклик и в естественнонаучной среде. Такие диорамы в уменьшенном масштабе очень хорошо подходят для того, чтобы показать разнообразие природных сообществ или каких-либо процессов, происходящих на планете [7]. Существует даже музей, отображающий нашу страну в уменьшенном виде (Гранд Макет Россия, г. Санкт-Петербург). В этом музее собраны все передовые технологии, которые могут применяться при создании макетов. Многие элементы музея не просто статичны, они издают звуки, имитирующие реальные, некоторые из них подвижны (ав-

томобили, поезда, люди, животные и т.д.), могут управляться при помощи визитеров, что положительно влияет на человеческое восприятие и желание узнавать новое [8].

В макетостроении как применяются наиболее распространенные технологии и материалы для отображения элементов макета, например, использование пенопласта, пеноплекса, штукатурки и др. [9], так и внедряются более современные методы построения композиций, одной из таких является 3D-моделирование и печать при помощи разнообразных 3D-принтеров. Наиболее распространенные среди доступных моделей – филиamentные и фотополимерные принтеры [10].

### Результаты исследования и их обсуждение

Экспедиционные исследования на местонахождении динозавров Кулинда, которое находится в границах одноименного учебно-научного стационара, ведутся с 2010 г. Среди найденных остатков *K. Zabaikalicus* преобладают позвонки (шейные, туловищные, хвостовые) и кости конечностей [11]. Однако наибольший интерес вызывают отпечатки перьеобразных структур, кожных покровов и чешуйчатых хвостов – благодаря которым стало возможным описание *K. zabaikalicus*, самого древнего ныне известного оперенного птицеподобного динозавра [1, 2].

Именно палеоландшафты того времени позволили сохранить до наших дней перьеобразные структуры, кожные покровы и отпечатки чешуйчатых хвостов.

На местонахождении выделяют четыре типа ландшафтов [12]:

- 1) кора выветривания гранитного фундамента;
- 2) временные селевые потоки конусов выноса;
- 3) временное озеро в верной части конусов выноса;
- 4) пляжные участки.

Предположительно кулиндадромей жили в окрестностях древнего Кулиндинского озера, умирали, после их трупы временными селевыми потоками «растаскивало» в различные прибрежные части озера, где их остатки «консервировались» пепловым материалом из работающего рядом вулкана [13].

Кроме отпечатков *K. Zabaikalicus* в местонахождении найдены остатки мезозойской флоры, среди которых: водоросли *Algites*, печеночные мхи *Hepaticites*, стебли

хвощей *Equisetites*, папоротники *Coniopteris*, *Pterophillum*, чекановские *Czekanowskia*. Также обнаружена сопутствующая фауна: щитни *Prolepidurus*, домики ручейников *Folindusia* и *Terrindusia*, следы илоедов *Falsania*, надкрылья жуков и единственный зуб хищного динозавра [11].

В настоящее время продолжается работа по уточнению палеоландшафтов пади Кулинда с использованием геохимических методов, которые позволяют через химический и минеральный состав горных пород реконструировать древние геологические процессы, а следовательно – палеоландшафт [13, 14]. В 2022 г. состоялась очередная экспедиция, которой во второй раз руководил один из авторов данной статьи (Е.А. Василенко). Участвуя в полевых исследованиях с 2016 г., Е.А. Василенко изучает геохимическую специализацию отложений местонахождения динозавров Кулинда, все глубже погружаясь в нюансы реконструкции палеоландшафтов.

К настоящему времени существует несколько плоскостных реконструкций внешнего облика ландшафта Оловской впадины (А.А. Атучин, рис. 2), а также видеореконструкция, которая была показана в документальном фильме «Ancient Earth» 2017 (режиссер Рикардо Андриаде, США). Однако известных объемных реконструкций по данной территории не изготавливалось.



Рис. 2. Облик кулиндадромей  
и мезозойского ландшафта  
(реконструкция палеохудожника А.А. Атучина)

В рамках нашего интереса было макетное моделирование природных условий позднеюрского периода в пади Кулинда Забайкальского края.

Макет был изготовлен А.А. Биксальевым к юбилейной конференции, посвященной 40-летию Института природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук

(ИПРЭК СО РАН), при научном консультировании Е.А. Василенко.

Описанное в первой части статьи разнообразие ландшафтов не представляется возможным в полной мере воспроизвести на макете ввиду габаритов изделия при заданных условиях. Однако нами было решено сделать уменьшенную копию (собираемый образ) разнообразия юрских ландшафтов, где бы в той или иной мере отражались основные типы земной поверхности, представители флоры и фауны, а также процессы захоронения ископаемых остатков.

Итоговые размеры макета составили 80\*40\*32 см. В качестве основы земной поверхности был использован пеноплекс. Данный материал зарекомендовал себя в макетостроении и широко применяется специалистами в данном направлении при изготовлении сложных форм рельефа. Масштаб макета был выдержан в соотношении 1:100 с элементами перспективы (рис. 3). Передняя часть отображает двух кулиндадромеев, выполненных в масштабе 1:10, на скальном уступе, смотрящих на окрестности долины. Модель одного из динозавров (кулиндадромей) выполнена М.Ю. Кулешовым, а модель второго (аллозавр сибирский) выполнена А.А. Биксалеевым. Второй план макета представлен более мелким масштабом и отражает долину с редколесьем из беннеттитовых, временным озером и дымящимся вулканом в качестве центрального ядра композиции. Отметим, что идея создания макета палеоландшафтов появилась у авторов после обретения ИПРЭК СО РАН, как сувенира, фигурки динозавра М.Ю. Кулешова.



*Рис. 3. Общий вид экспозиции  
(фото А.А. Биксалева)*

Задняя плоскостная часть стенки макета изображает перспективу на долину с силуэтами динозавров и древовидных растений (автор А.В. Днепровская).

Для изображения рельефа мы изготовили четверть части вулкана, который является центральной фигурой в ландшафте, идущие от него конусы выноса; скальные уступы и небольшое временное озеро. В качестве вулканического облака поднимающегося из жерла, мы использовали синтепонавое волокно, затонированное краской для придания реалистичности, а также красные светодиоды для подсветки лавовых потоков, стекающих к подножию и движущихся по конусам выноса.

Пеноплексовая основа покрывалась строительной шпаклевкой с использованием водно-клеевой (ПВА) смеси для придания большей натуралистичности и большей плавности деталям рельефа. Затем при помощи художественного аэрографа совершалась покраска.

Для отображения водных обитателей были изготовлены щитки из полимерной глины. Водная растительность имитировалась из стабилизированных растений и макетных травяных пучков фирмы «Noch» (Германия).

Для изображения процесса захоронения костных остатков динозавров были использованы 3D модели, отсканированные с берцовых костей динозавров и в последующем распечатанные на фотополимерном SLA принтере фирмы «Anycubic Photon». Уменьшенные копии костей были помещены как на дно озера, так и в углубления конусов выноса.

Далее, для придания эффекта водной толщи, была использована ювелирная эпоксидная смола «Ерохітахх» (Россия). Прибрежные мхи были сделаны из макетной флок-травы разных оттенков. В качестве изображения папоротников был использован специальный макетный набор пластиковых папоротников «Bush» (Германия).

Для имитации древовидных растений, символизирующих чекановские, были взяты макетные деревья фирмы «Morrison» (Россия).

Поскольку в настоящее время точно не известно, какому именно хищнику принадлежали остатки, найденные в Оловской впадине, мы предположили, что это мог быть аллозавр сибирский, ранее обнаруженный в Забайкальском крае. Чтобы показать присутствие хищных рептилий на территории, при помощи фотополимерного SLA принтера была изготовлена фигурка аллозавра.

Открытие экспозиции, посвященной открытию динозавра кулиндадромей забайкальский, состоялось 30 августа 2021 г. в рамках юбилейной конференции ИПРЭК

СО РАН. Выполненная модель вызвала большой интерес у участников конференции и гостей.

В настоящее время модель, как и вся экспозиция, используется в просветительских целях при посещении института группами школьников, студентов и гостей. Руководители школьных музеев Читы интересуются вопросом копирования макета для школ. Опыт по изготовлению данного макета, демонстрирующего мезозойский ландшафт, был применен А.А. Биксалеевым для создания аналогичного макета для Нерчинского краеведческого музея (рис. 4).



Рис. 4. Макет, изготовленный для Нерчинского краеведческого музея (автор А.А. Биксалеев, фото А.Ю. Литвинцева)

### Заключение

Активно развивающиеся технологии виртуальной реальности не вытесняют физические модели. Более того, физические модели, дополняемые VR-технологиями в играх и фильмах, благодаря новым материалам создания моделей, выходят на качественно новый уровень.

Музеефикация кулиндадрома забайкальского (*Kulindadromeus zabaikalicus*) – это необходимый элемент популяризации научных исследований мирового уровня, который имеет место в Забайкальском крае.

Скорее всего, в будущем макет найдет свое применение не только в сферах популяризации и краеведческого образования, но и в научной сфере. Например, в качестве демонстрационного материала на защите кандидатских диссертаций.

### Список литературы

1. Godefroit P.A., Sinitsa S.M., Dhoulailly D., Bolotsky Yu. L., Sizov A., McNamara M., Benton M., Spagna P. Jurassic or-

nithsian dinosaur from Siberia with both feathers and scales. *Science*. 2014. Vol. 345. P. 451–455.

2. Cincotta A., Godefroit P., Yans J., Pestchevitskaya E.B., Sinitsa S.M., Reshetova S.A., Markevich V.S., Debaille V., Mashchuk I.M., Frolov A.O., Gerdes A. The rise of feathered dinosaurs: *kulindadromeus zabaikalicus*, the oldest dinosaur with ‘feather-like’ structures. *Peer J*. 2019. Т. 2019. № 2. С. 6239.

3. Синица С.М. Синица Софья Михайловна – член редакционного совета журнала «Вестник Забайкальского государственного университета» // Вестник Забайкальского государственного университета. 2020. Т. 26. № 3. С. 121.

4. Помазкова Н.В. Создание учебно-научного стационара «Кулинда» и перспективы вовлечения региональной ООПТ в социально-экономическое развитие района // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2019. Т. 29. № 2. С. 290–299.

5. Дубов И.А., Назаров К.Р., Мурадов И.С. Комплексный подход в создании архитектурного макета // Теоретические исследования и экспериментальные разработки студентов и аспирантов ТвГТУ: материалы научно-практической конференции, приуроченной ко Дню российской науки, (Тверь, 8–9 февраля 2017 г.). Тверь, 2017.

6. Завалий А. Искусство диорамы. М.: Экспринт, 2004. 56 с.

7. Конькова П.И. Опыт воссоздания облика крымских горных степей в музейных экспозициях на примере Карадагского природного заповедника // Степи Северной Евразии: материалы IX международного симпозиума / Под научной ред. академика РАН А.А. Чибилева. Оренбург: ОГУ, 2021. С. 389–396.

8. Гранд Макет Россия, официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: //grandmaket.ru; (дата обращения: 12.08.2022).

9. Пьянков В.Г. Практические рекомендации по созданию основы объемного макета для студентов творческих специальностей: сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции «Дизайн и архитектура: синтез теории и практики». Краснодар: Кубанский государственный университет, 2019. С. 294–298.

10. Варган А.А. Моделирование предметно-пространственной среды средствами дизайна, изобразительного и декоративного искусств. 3D-печать в создании архитектурных макетов // XV Машеровские чтения: материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2021. С. 242–243.

11. Синица С.М. Типы захоронений остатков динозавров в Оловской впадине Забайкалья // Естественные и технические науки. 2020. № 9 (147). С. 81–90.

12. Синица С.М. Юрские палеоэкосистемы местонахождения птицевозовых динозавров Кулинда (Оловская впадина, Забайкалье) // Вестник ЗабГУ. 2018.

13. Василенко Е.А., Юргенсон Г.А., Синица С.М., Решетова С.А. Первые данные о содержаниях тория и урана в отложениях, вмещающих остатки динозавров *Kulindadromeus zabaikalicus* / Аспирант. Приложение к журналу «Вестник Забайкальского государственного университета». 2018. Т. 12. № 2. С. 8–14.

14. Юргенсон Г.А., Синица С.М., Решетова С.А. Литолого-петрографические и геохимические особенности отложений укурейской свиты местонахождения динозавров *Kulindadromeus zabaikalicus* Кулинда как критерии состояния палеоландшафта // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Эволюция биосферы и техногенез», VI Всероссийского симпозиума с международным участием «Минералогия и геохимия ландшафта горно-рудных территорий» и XIII Всероссийских чтений памяти академика А.Е. Ферсмана «Рациональное природопользование», «Современное минералообразование», посвященных 35-летию ИПРЭК СО РАН, 2016. С. 274–278.