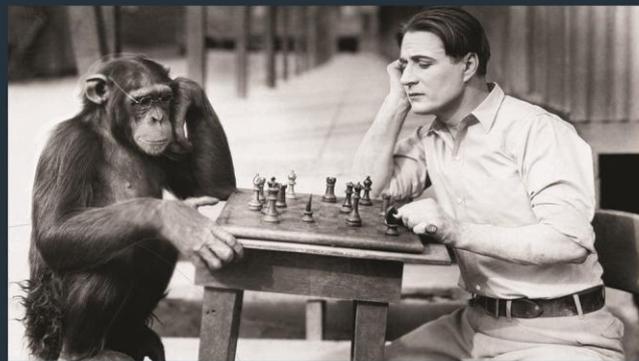




**Мыслят
ли
животные?**



№2 (№5) февраль 2021

**С к о л ь к о
л е т
З е м л е ?**

Советская

Читателю

Какой бы знакомой и понятной не казалась нам Земля, ее далекое прошлое изобилует бурными и невероятными событиями, которые подчас бывает трудно вообразить. Февральский номер журнала открывает серию выпусков, в которых пойдет речь о фазах развития нашей планеты от возникновения Солнечной системы до последующей длительной её эволюции к тому удивительному миру, в котором мы живем. А во второй части выпуска речь пойдет о умственных способностях братьев наших меньших, в частности об умении пользоваться орудиями труда.

Приглашаю к прочтению!

Главный редактор



Мальцев И. С.

*Черная бездна, звездная пыль, холодом дышит вечность
Переплетая сказку и быль, миг и бесконечность.
Кто-то когда-то задал маршрут, не объяснив секрета
И совершает неведомый путь маленькая планета.
(Игорь Тальков, «Маленькая планета»)*

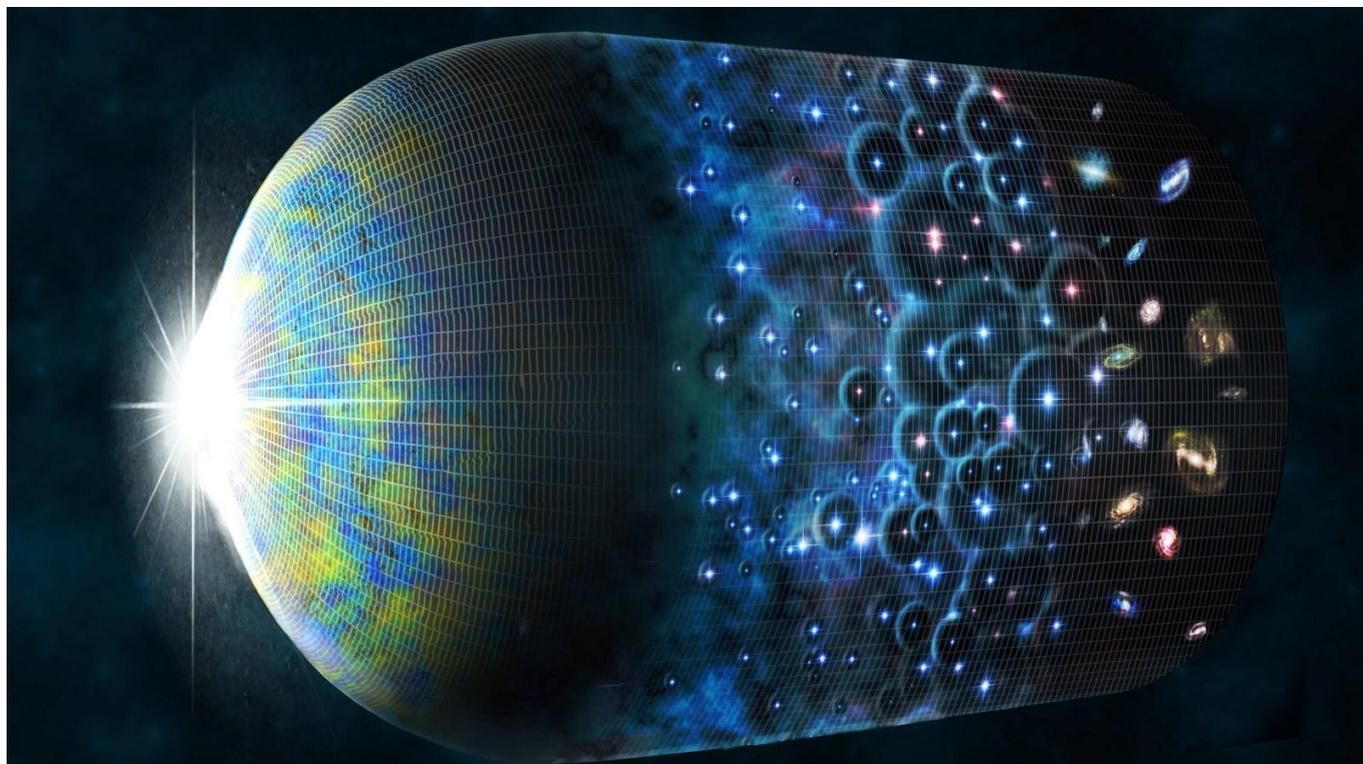
СКОЛЬКО ЛЕТ ЗЕМЛЕ?

МИЛЛИАРДЫ ЛЕТ ДО НАШЕЙ ЭРЫ, ОТТОЛОСКИ «БОЛЬШОГО ВЗРЫВА»

Миг творения нашей Вселенной – начало начал – остается самым туманным, смутным и непостижимым событием. В современной терминологии этот миг принято называть «Большим взрывом» и согласно последним подсчетам ученых на временной шкале мы отстоим от этого решающего события приблизительно на 13,7 миллиардов лет (некоторые расчеты показывают более молодой возраст нашего мира – 12,6 миллиардов лет). И как пишет Роберт Хейзен в «Истории Земли»: «...Он представляется как сингулярность – превращение из ничего в нечто и не поддается объяснению с помощью законов современной физики или логики математики. Если вы склоны искать признаки существования Бога-Творца в космосе, стоит начать поиски с Большого взрыва».

После Большого взрыва возникшая вселенная начала стремительно расширяться. Её первоначальный объем (сверхкомпактный сгусток однородной энергии) не превышал объема атомного ядра. По мере расширения первоначальная «горячая вселенная» остывала, в ней возникли первые субатомные частицы: электроны и кварки. Объединение кварков привело к возникновению более массивных частиц, включая протоны и

нейтроны – составляющие ядро атомов. Со временем вселенная из-за продолжавшегося расширения остыла до таких значений температур, при котором объединение электронов и протонов с нейтронами позволило создать атомы элементов.



Художественное представление эволюции Вселенной, начиная с Большого Взрыва, образования первых звезд и галактик. Credit: M. Weiss/CfA

В космических масштабах главной созидательной силой является – гравитация. Именно она создала из смеси первых химических элементов, которые образовались в процессе расширения вселенной, первые звезды. Первоначальный набор химических элементов был очень скуден: водород, гелий и незначительная часть лития. Происходящий в недрах первых звезд (как впрочем, и последующих поколений звезд) ядерный синтез завершался формированием первых 26 элементов периодической системы. Последующие явления разрушения звезды (которое называют вспышкой сверхновой) выбрасывает образованные ею элементы в космическое пространство. Во время вспышки сверхновой, под воздействием высвобожденной энергии, эти 26 первоначальных элементов, взаимодействуя в разных комбинациях, порождают все остальные элементы периодической таблицы.

Далее все та же могучая сила гравитации собирает рассеянные осколки взорвавшихся звезд в туманности – огромные облака газа и пыли, порождая

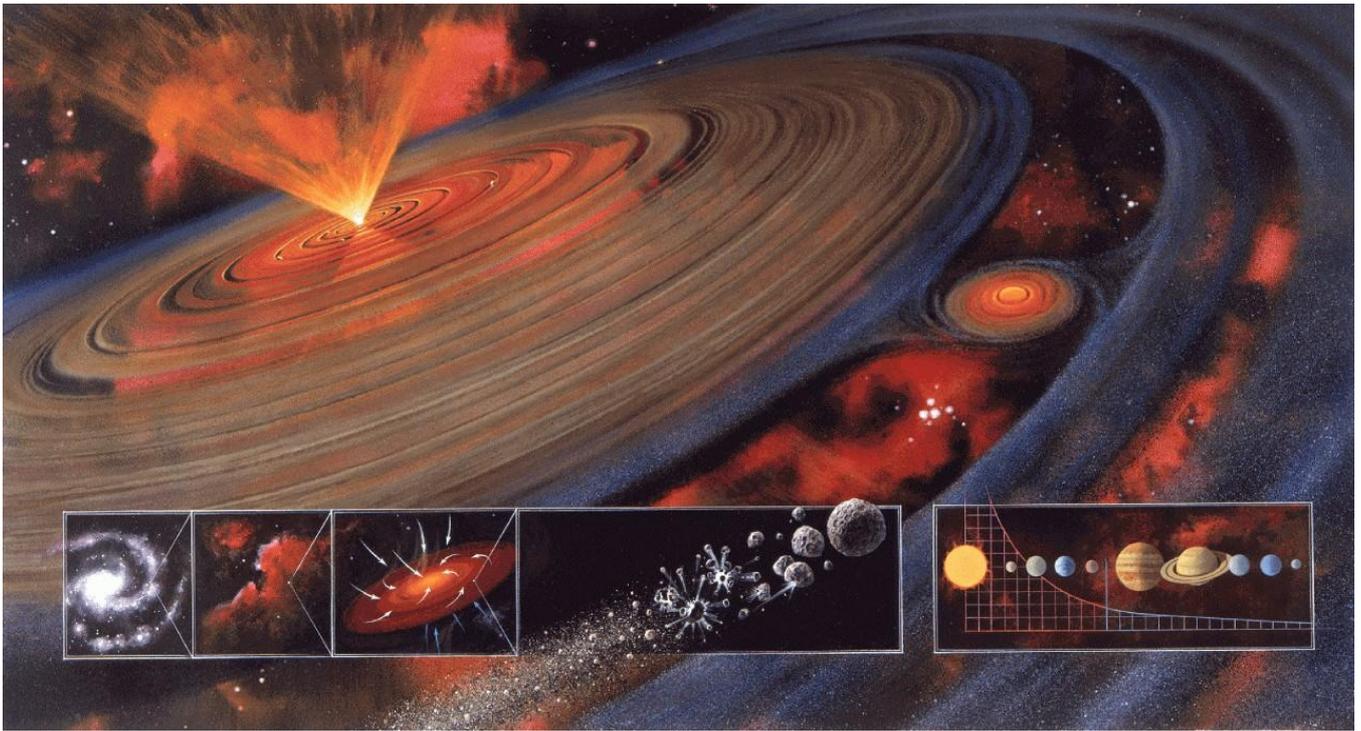
новые поколения звезд. За миллиарды лет существования мира необозримое количество звезд возникли в необозримое количество галактик.



За миллиарды лет существования мира необозримое количество звезд возникли в необозримое количество галактик

РОЖДЕНИЕ НАШЕГО МИРА

Около пяти миллиардов лет назад на окраине одной из галактик, названной впоследствии Млечный путь, в одном из её спиральных рукавов существовало крупное облако межзвездного газа и пыли. И существовать оно могло бы так бесконечно долго, да вот только примерно 4,6 миллиарда лет назад некий импульс, возможно ударная волна от взрыва сверхновой, запустила процесс образования новой звездной системы. Раскрутившись на протяжении миллионов лет, облако постепенно уплотнялось и сплющивалось в форму диска, в центре которого рождалось новое небесное светило – наше Солнце. После того, как Солнце вобрало в себя почти 99% всей массы облака, в центре его температура и давление поднялось до точки ядерного синтеза – Солнце засветилось.



Следующим этапом развития нашей Солнечной системы стал процесс образования планет. При детальном рассмотрении нашей звездной системы видна одна особенность в расположении планет. Относительно небольшие «каменистые» планеты земной группы располагаются на внутренних орбитах, крупные газовые гиганты – на внешних. Это объясняется тем, что такие легкие элементы как водород и гелий под действием солнечного ветра были вытеснены из ближайших окрестностей Солнца, где осталось не так и много вещества, в основном состоящего из твердых горных пород. Вытесненный водород и гелий образовали огромные планеты – газовые гиганты: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. А ближе к Солнцу образовались более мелкие планеты, имеющие твердую поверхность: Меркурий, Венера, Земля и Марс.

Наша планета сформировалась относительно быстро из множества частиц и звездных остатков, всего за один или полтора миллиона лет. Нам очень трудно представить такие масштабы времени, хотя в масштабах существования вселенной это всего лишь миг.

ОТКУДА МЫ ЗНАЕМ ТО, ЧТО ЗНАЕМ ИЛИ КАК ОПРЕДЕЛИТЬ ВОЗРАСТ ВСЕЛЕННОЙ?

Скептический читатель, прочитав в предыдущем разделе краткую историю возникновения нашего мира, наверняка спросит, как были

определены те или иные временные промежутки? Откуда мы знаем, что Земле 4,5 миллиарда лет, а вселенной – 13,6? Можем ли мы быть уверенными в этих цифрах? Поэтому, прежде чем перейти к описанию истории нашей планеты, попробуем разобраться, чем руководствуются и как определяют исследователи разные временные отрезки. Рассмотрим методы датировки событий.

За долгую историю исследований, насчитывающую сотни лет, было собрано большое количество разнообразных данных, указывающих на огромную древность Земли. Наиболее наглядны в этом плане геологические процессы, которые приводят к ежегодным отложениям осадков. Таким образом, сосчитав слои – получим количество лет. Впечатляющим геологическим календарем в этом плане могут выступить ледники Гренландии и Антарктиды. Пробуренные в этих местах скважины открывают отложения возрастом более 800 тысяч лет, которые сложились год за годом, слой за слоем в результате выпадения снега.

Другие геологические процессы показывают еще более древние времена. Так, оценка времени образования Гавайских остров по интенсивности современных извержений показывает, что наслоение лавы, необходимое для их появления из океанских глубин должно было продолжаться в течение не менее десятка миллионов лет.



При определении возраста горных пород используется анализ содержания в них радиоактивных изотопов. В зависимости от типа пород и временных промежутков используются различные пары изотопов.

Однако прежде чем возраст Земли стали определять с помощью методов геологии, физики, химии и других делались попытки выяснить его, например, по религиозным текстам. Именно так и поступил в семнадцатом веке английский теолог Джеймс Ашер. Он на основании текстов Библии вычислил, что мир, а следовательно и Земля, были сотворены в 4004 году до нашей эры. И можно сказать, что это убеждение продержалось вплоть до девятнадцатого века, когда по накопившимся геологическим данным не стало ясно, что реальный возраст Земли намного больше. А принятый ныне возраст нашей планеты в 4,5 миллиарда лет был определен лишь в середине 1950-х годов.



Метеориты могут содержать важную информацию о происхождении других планет. Одни из самых распространенных из них хондриты, возраст которых 4,656 миллиардов лет. Их возникновение относится ко времени, когда вспыхнувшие Солнце высвободило огромное количество энергии, воспламенив окружающее его облако. В результате межзвездная пыль спеклась в маленькие вязкие капли – хондры. Сплавляясь, эти древние хондры образовывали хондриты, осевшие на поверхности образованных планет. Хондриты свидетельствуют о коротком промежутке времени между возникновением нашей звезды и образованию планет.

Точное определение возраста Земли является совсем не тривиальной задачей и в своей сущности оно сводится к тому факту, что радиоактивные изотопы веществ, которые встречаются в природе, распадаются с постоянной скоростью. Из элементов с радиоактивными изотопами наиболее известен уран и торий. В процессе радиоактивного распада они превращаются в изотопы свинца. То есть часть свинца, который существует сейчас на Земле, да и в целом в Солнечной системе, изначально не было при формировании. Она возникла в течение геологического времени в результате распада урана и тория.

В 1953 году американский геохимик Клер Паттерсон из Калифорнийского технологического института выяснила, что, как и метеориты, так и образцы горных пород Земли имеют одинаковое соотношение содержания изотопов свинца. Используя отобранные образцы, соответствующие среднему содержанию изотопов свинца в Земле, и серию образцов из хондритовых метеоритов, Паттерсон открыла, что все эти тела (и Земля и хондриты) должны были образоваться из общего изначального материала в промежутке от 4,5 до 4,6 миллиардов лет.

Постоянные и уже установленные скорости распада радиоактивных изотопов ряда элементов являются надежными маркерами для установления возраста геологических процессов. Чаще всего при датировке, в зависимости от временных промежутков, используют изотопы углерода, калия, радия, урана, рубидия и некоторых других. Этот метод применим ко всему, до чего мы можем «дотянуться» в Солнечной системе. Анализ образцов лунных камней, привезенных на Землю, показал, что их возраст равен 4,47 миллиардам лет.

Хорошо, скажет читатель, а как быть с возрастом других космических объектов, да даже нашего родного Солнца? С другими объектами космоса, все теми же звездами, дела обстоят иначе. Ведь невозможно взять кусочек звезды и определить его возраст. По сути, мы не можем получить от далеких звезд ничего, кроме света. Но и этого бывает достаточно. Исследователям здесь приходит на помощь метод спектрального анализа. С помощью спектрального анализа можно определить химический состав далекого светила. А знание того, из чего состоит звезда, и необходимо для определения ее возраста. В течение своей жизни звезды эволюционируют, проходя этапы от протозвезд до белых карликов. В результате происходящих в звезде термоядерных реакций состав элементов в ней постоянно меняется.



Изменение в спектре, которое возникает в зависимости от движения галактики по отношению к наблюдателю на Земле.

Сразу после рождения звезды состоят в основном из водорода и гелия. В дальнейшем, в ходе термоядерных реакций выгорания водорода в ядре звезды растет содержание гелия. В этой стадии звезды находятся около 90% своей жизни. Стадия горения водорода – самый продолжительный период в жизни звезды. Таким образом, чем старше звезда, находящаяся на главной последовательности, тем больше в ней гелия и меньше водорода.

Спектральный анализ нашего Солнца показал, что оно на 73,5% состоит из водорода и на 24,9% - из гелия. Содержание остальных элементов незначительное. Следует отметить, что среди этих элементов есть металлы, а это говорит не так о возрасте, сколько о происхождении нашего светила. Солнце – это относительно молодая звезда третьего поколения, то есть оно образовалось из остатков звезд первого и второго поколения, тех звезд, в ядрах которых эти металлы и были синтезированы. Состав Солнца позволяет сказать, что ему около 4,57 миллиардов лет.

Поскольку основные объекты в Галактиках – это звезды, то и возраст их определяют по самым старым из них, которые удалось обнаружить. Ныне самыми старыми звездами в нашей Галактике являются красный гигант HE 1523-0901 и HD 140283 («Звезда Мафусаила»). Их возраст оценен примерно в 13,2 миллиардов лет.

А как быть с возрастом самой Вселенной? По аналогии с галактиками, возраст Вселенной можно примерно определить по ее самым старым объектам. Ныне таким объектом считается галактика GN-z11, которая расположена в направлении созвездия Большая Медведица. Свет от этой галактики шел к нам на протяжении примерно 13,4 миллиардов лет. А раз

свет совершил такой долгий путь, то Вселенная не может иметь меньший возраст. Но, а как же был определен этот срок?

Посмотрим на название галактики. Число 11 в нем говорит нам о том, что она имеет красное смещение $z=11,1$. Чем больше этот показатель, тем дальше объект находится от нас и тем дольше шел свет от него и, следовательно, объект старше. Что представляет собой красное смещение?

Красное смещение это физическое явление, при котором происходит изменение длины волны электромагнитного излучения для наблюдателя относительно её же источника (также так называют величину z , которая характеризует изменение длины волны при данном явлении). В спектрах тех звезд или галактик, которые удаляются от нас, происходит сдвиг спектральных линий химических элементов в красную сторону и чем дальше от нас объект, тем больше его красное смещение. Эти астрофизические измерения перемещений отдаленных галактик указывает, что Вселенная имеет очень большой возраст. Перемотка этой космической ленты переместит нас к первоначальной точке в пространстве, откуда и началось расширение вселенной, момент большого взрыва, 13,7 миллиардов лет назад.

*Чтобы быть мозговитым, не обязательно иметь мозги.
(М. Боден)*

Мыслят ли животные?



ПЕРВЫЕ ПОПЫТКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНТЕЛЕКТА ЖИВОТНЫХ

Первые систематические исследования когнитивных способностей животных были проведены английским ученым, учеником Чарльза Дарвина, Джорджем-Джоном Роменсом. В 1883 году вышла его книга «Интеллект животных». И не смотря на то, что выводы Роменсона не отличались научной строгостью и по большей мере носили умозрительный характер, эту дату считают условной датой рождения сравнительной

психологии. А первым, кто выдвинул обоснованную версию наличия мышления у животных, был немецкий психолог Вольфганг Кёлер. В своих экспериментах он показал, что шимпанзе способны решать задачи не только методом «проб и ошибок», но и благодаря когнитивным способностям, которые он назвал термином «инсайт» (то есть озарение). Этот термин используется и в современной психологии. Результаты своих исследований Кёлер опубликовал в 1924 году, в книге «Исследование интеллекта человекообразных обезьян».

Еще одним известным ученым в области сравнительной психологии был американский ученый Роберт Йеркс. Он изучал не только шимпанзе, но и других человекообразных обезьян: горилл, бонобо, орангутангов (его считают основателем науки приматологии). В своей работе «Почти человек», изданной в 1925 году, Йеркс акцентирует на принципиальной близости мышления человека и человекообразных обезьян.

Последователем Роберта Йеркса был другой американский ученый Карл Лешли. Именно последнему принадлежит высказывание по поводу мышления животных: «Разница между крысой и человеком заключается лишь в степени, но не в типе».

ЖИВОТНЫЕ И ОРУДИЯ ТРУДА

До 1963 года, когда была опубликована работа Джейн Гудолл о диких шимпанзе и использовании ими орудий труда, большинство ученых считали, что использование инструментов – черта, присущая исключительно людям. Ныне же известны десятки видов животных способных пользоваться подручными средствами для достижения поставленной цели.

Использование и изготовление орудий считается одним из самых сложных проявлений «разумной» деятельности животных. По сложности способа изготовления орудия их можно разделить на 4 типа.

Примером первого типа может служить простая сорванная ветка. Второй тип – та же ветка, очищенная от листьев. Третий тип – это комбинация предметов, например одна ветка, вставленная в другую. Четвертый тип – это преобразованные предметы (например, смятые обезьянами листья для того, чтобы увеличить их адсорбирующие свойства и использовать как губку для добывания воды из пустот в дереве).

В свете последних исследований стало ясно, что орудийная деятельность широко распространена у млекопитающих, и не только у обезьян, но и у других видов. Однако именно изучение орудийной деятельности

человекообразных обезьян положило начало проблеме мышления у животных.

С развитием науки этологии список видов, которые так или иначе используют орудия постоянно расширялся. Среди млекопитающих основные наблюдения касались индийских и африканских слонов, каланов, различных медведей. Наибольших успехов в орудийной деятельности бесспорно достигли приматы. Однако даже рыбы и насекомые стали объектом изучения этологов с целью познания истоков орудийной деятельности.

Долго считалось, что орудийная деятельность у многих животных имеет инстинктивную природу. Например, каланы разбивающие при помощи камней ракушки, некоторые птицы использующие веточки или колючки для выуживания насекомых. На инстинктивном поведении в основном базируется использование камней стервятниками для разбивания яиц страуса.



Стервятник использует камень, чтобы разбить толстую скорлупу страусиного яйца.

Довольно разнообразные примеры использования орудий показывают птицы, подчас даже более многочисленные, чем млекопитающие. Среди наиболее ярких примеров можно назвать постройки «беседок» для привлечения самок шалашниками, использование камней, палочек, колючек и других предметов врановыми птицами.

Однако в последнее время все больше исследователей ставят под сомнение полностью инстинктивный характер орудийной деятельности птиц. Есть задокументированные наблюдения, которые нельзя отнести только к проявлению инстинкта. Так, было выяснено, что в способности использовать орудий лежит сложная взаимосвязь наследственности и научения. Важную роль в этой деятельности играет научение путем подражания, хотя оно также генетически детерминировано.

Эту генетическую запрограммированность к использованию орудий у того или иного вида однозначно определить весьма трудно. Можно только говорить о предрасположенности к возможности использования орудий. Такая возможность возрастает при наличии природной склонности к манипулированию предметами, которая имеется у некоторых птиц и млекопитающих. Важную роль играет ранний опыт. Давно было показано, что даже виды, не использовавшие орудия в природе, способны к научению в раннем возрасте. Такие исследования проведены на игрунковых обезьянах и тамаринах. Возможно, у общего предка всех приматов уже была генетическая предрасположенность к орудийной деятельности. Но по достижении определенного возраста обезьяны почти всех видов утрачивают способность усваивать многие навыки.

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРУДИЙ ТРУДА ЖИВОТНЫМИ

Африканские и индийские слоны часто используют ветки для того чтобы отгонять мух или чтобы почесать труднодоступные части тела. При этом ветки часто обрабатываются, прежде чем будут пущены в дело. Так индийские слоны, сорвав большую ветку, придерживают ее на земле передней ногой и с помощью хобота отламывают или откручивают часть нужного размера.

В научной литературе можно встретить несколько примеров использования орудий грызунами. Среди них указана самка гофера которая использовала камешки и затвердевшие кусочки пищи для выкапывания норы. Интересно наблюдение, при котором самка мыши-малютки использовала стебель овсяга, для того чтобы выбраться из своего аквариума. Позже она научилась прислонять стебель к стенке аквариума, так что он служил ей устойчивой лестницей.

Сложные и разнообразные приемы в использовании орудий демонстрируют каланы или морские выдры. У Д. Фишера есть описание того, как калифорнийские каланы с помощью камней поднятых со дна откалывали от скал прикрепленных к ним моллюсков. Так же он указывал

на использование каланами морских водорослей в качестве якорей. Животные обматывали их вокруг туловища, что позволяло им, не затрачивая усилий оставаться на одном месте среди морских волн. Калифорнийские каланы не имеют себе равных среди животных по использованию камней в повседневной жизни. Чтобы расколоть раковину, каланы держат её передними лапами и стучат ею о камень, который лежит на груди. Один и тот же камень используется до 12 раз подряд, калан плавает с ним, держа под мышкой или в складках кожи. Наковальня чаще всего нужна для раскалывания двустворчатых раковин, но иногда ее используют и для того, чтобы вскрыть панцири крабов, лобстеров и оболочку крупных морских ежей.

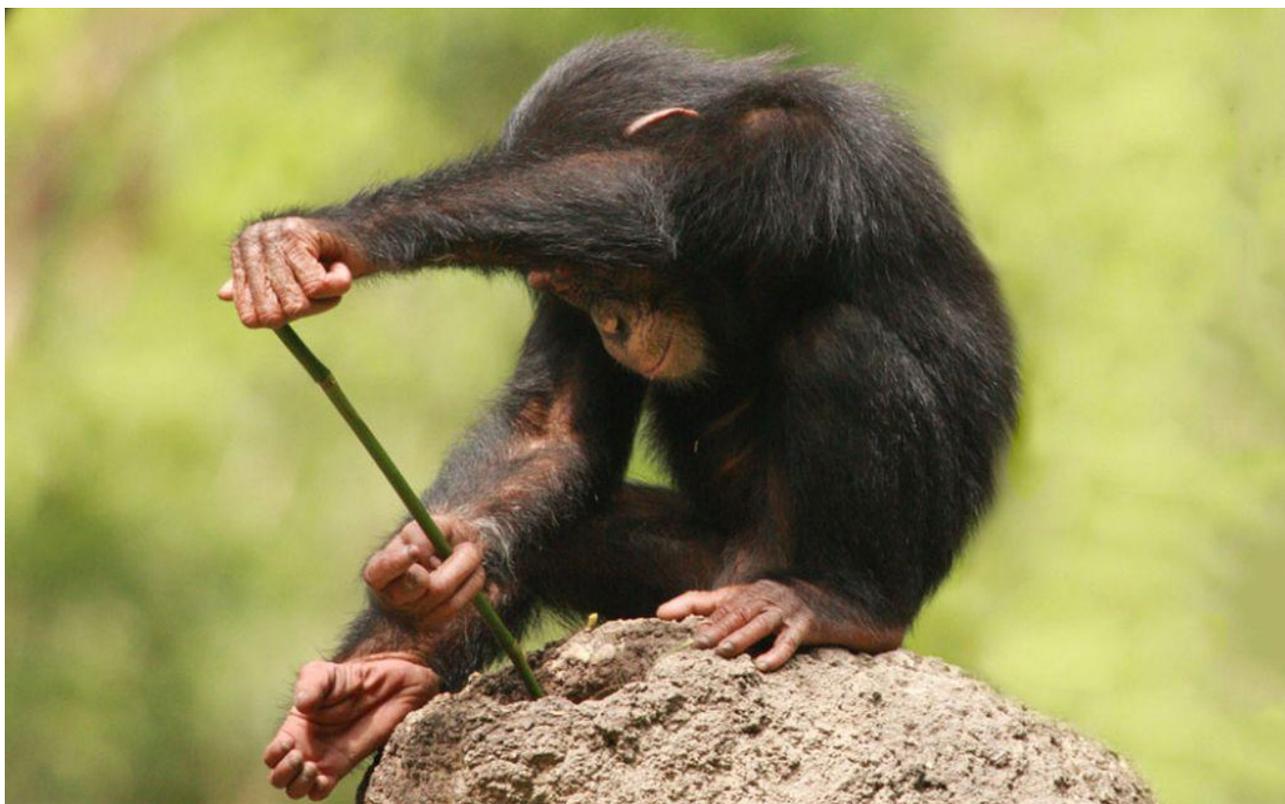


Каланы демонстрирует разнообразные приемы в использовании камней. Например, они служат для разбивания ракушек моллюсков или панцирей крабов.

И все же большая часть данных об использовании орудий животными в естественной среде относится к приматам. Есть множество наблюдений того, как капуцины, макаки-крабоеды и южно-африканские бабуины используют камни для разбивания орехов, фруктов с твердой кожурой, яиц, раковин найденных на берегу моллюсков, а также пытаются разбить орехи, стуча ими один о другой.

Наиболее сложные проявления орудийной деятельности описаны для человекообразных обезьян. В начале XX-го века наблюдения Кёлера и Н.Н. Ладыгиной-Котс за шимпанзе в неволе привлекли внимание исследователей

к тому, как часто обезьяны манипулируют предметами в самых различных целях. Например, животные использовали острые палочки и проволочки для доставания насекомых из щелей; шесты для того, чтобы достать высоко висящий предмет; палку как рычаг для открывания крышки люка; они почесывали тело палочками, камнями, черепками посуды; чистили острыми палочками и скрученной бумагой ногти и уши; использовали листья и куски ткани для оборачивания рук, если приходилось действовать шершавой палкой; употребляли листья, тряпки и бумагу для того, чтобы вытирать грязь и кровь со своего тела. Содержащиеся в вольере обезьяны употребляли предметы (палки, проволока, камни) и в качестве орудий воздействия на других животных. Они подманивали кур, швыряя куски хлеба, тыкали в них палкой или проволокой, бросали в кур камни, избивали палкой ящериц и с большим интересом наблюдали за реакциями объектов издевательства.



Шимпанзе часто используют палки для ловли муравьев и термитов.

Этологи отмечают интересную особенность в различии поведения разных видов человекообразных обезьян в неволе и в диких условиях. В естественных условиях бонобо, гориллы, шимпанзе и орангутанги практически не применяют орудий. Для орангутангов пример регулярного использования орудий известен для популяции, обитающей в национальном парке Суматры. Здесь приматы используют в пищу плод с местным названием “пувин”, покрытый снаружи чем-то вроде стекловолокна, так что

его нельзя раскусить, не поранив язык и губы. Обезьяны научились преодолевать эту трудность, проделывая отверстия в плодах острыми палочками и вынимая с помощью тех же палочек кусочки сердцевины с семенами.

По ряду наблюдений не вызывает сомнений способность представителей всех четырех видов человекообразных обезьян манипулировать предметами и применять их по назначению в тех случаях, когда их обучают этому в неволе. При этом шимпанзе гораздо более “технологичны”, чем все остальные антропоиды. Означает ли это, что они и наиболее “интеллектуальны”? Ответ скорее отрицательный. Исследования когнитивных возможностей животных с помощью языков - посредников выявили практически одинаковый потенциал у шимпанзе, горилл и орангутангов, а бонобо были признаны самыми “интеллектуальными” приматами по результатам, достигнутым в целом комплексе тестов.



Новокаледонские вороны используют палочки в качестве орудий для извлечения насекомых из отверстий и трещин

Один самых интересных пример использования орудий среди птиц наблюдается среди новокаледонских ворон. Они достают насекомых из отверстий и трещин в коре деревьев с помощью преобразованных частей растений. Если орудие оказалось эффективным и сохранило свои ловчие

качества после первого использования, птицы носят его в клюве и используют повторно в течение дня.



Среди разнообразных примеров использования орудий одним из наиболее ярких можно назвать постройки «беседок» для привлечения самок шалашниками

Подобно новокаленонским воронам галапагосский дятловый вьюрок, для того чтобы доставать насекомых из-под коры и из отверстий в стволах и ветках, использует заостренную палочку. Птица не просто обламывает веточку, но и преобразует ее: укорачивает и заостряет, действуя клювом и ногами, а также обламывает мешающие отростки. Помимо веточек вьюрки используют лучинки, которые отщепляют от подходящих древесных поверхностей, а также колючки кактусов.

Известно, что вороны, грифы-бородачи и стервятники бросают с высоты на камни яйца, моллюсков и кости, чтобы расколоть их и достать содержимое. Певчий дрозд берет в клюв улитку и колотит ею по камню с той же целью.

Цапли некоторых видов бросают в воду разные предметы, привлекая тем самым внимание рыб, которых затем ловят. Впервые такое поведение было описано на примере зеленой цапли: птица использовала куски хлеба, бросая их на поверхность воды в том месте, где ею были замечены рыбы. Она приносила хлеб к месту, удобному для охоты, прогоняла других птиц,

пытающихся схватить хлеб, и заменяла приманку на другую, если кусок отплывал от удобного места или тонул. Позднее цапля того же вида в Морском аквариуме Майами была замечена за приманиванием рыб с помощью гранулированного рыбьего корма, который она воровала у сотрудников.

Гнезда птиц не рассматриваются как “орудия для выращивания птенцов”. Однако при постройке славки-портнихи используют орудия, помогающие скрепить элементы гнезда. Птички используют в качестве основы большой лист, свертывая лапками и клювом и затем закрепляя в форме кулька. Для того чтобы края листа не расходились, птица прокалывает клювом дырочки и протаскивает в них скрученные волокна паутины или стебельки трав. Пушистые кончики “нитей” сами по себе хорошо удерживаются маленькими отверстиями, но хозяйка гнезда к тому же сворачивает что-то вроде узелков.

Список источников и рекомендованной литературы

1. Алексей Левин. Возраст мироздания («Популярная механика №5, 2012 г).
2. От «Ледяного человека» до Вселенной: как ученые определяют возраст всего – naked-science.ru
3. Еськов К. Ю. История Земли и жизни на ней.
4. Хейзен Р. История Земли.
5. Курчанов К. А. Поведение: эволюционный подход.
6. Резникова Жанна. Исследование орудийной деятельности как путь к интегральной оценке когнитивных возможностей животных.
7. Вернер Фишер. Думают ли животные.

Иллюстрированный материал взят из свободных источников и адаптирован под издание.

Электронный познавательный журнал «Corax» распространяется в свободном доступе и для своего развития нуждается в вашей, читатели, помощи.

Прежде всего – в распространении. Если вам нравится то, что мы делаем, то поддержите проект лайками, репостами, комментариями!) Ссылки на группы в социальных сетях перечислены ниже:

Instagram - [creativecorax](#)

ВК – <https://vk.com/creativecorax>

Фейсбук - <https://www.facebook.com/CreativeCorax>

А поддержать проект материально можно:

PayPal – igor.maltsev8@gmail.com



Фото: [nasa.gov](https://www.nasa.gov)

**г. Днепр
2021**