

9. Воздействие космических лучей на метеориты.

Серьезные изменения, производимые космическими лучами на нашей планете, ограничены в основном областью атмосферы. Причина этого состоит в том, что поверхность земли надежно защищена атмосферой от первичных космических лучей, а продукты реакций частиц космического происхождения, все же образующиеся на поверхности, сравнительно быстро удаляются при выветривании. Было сделано несколько попыток использовать ^{36}Cl ($T=3\cdot 10^5$ лет), образующийся по реакции $^{37}\text{Cl}(n,\gamma)^{36}\text{Cl}$, для определения времени пребывания хлорсодержащих соединений на поверхности земли (например, с момента наступления оледенения); но эти методы не получили широкого распространения.

В последние годы получено много интересных результатов при исследовании реакций, вызываемых космическими лучами в метеоритах. Вследствие того, что метеорит, прежде чем попасть на землю, длительное время проводит на межпланетной орбите, где его поверхность подвергается воздействию космического излучения, исследование продуктов реакций высокоэнергетических частиц с веществом метеорита может дать некоторые сведения об истории последнего. Для интерпретации полученных данных необходимы сведения об эффективных сечениях протонов с энергиями порядка нескольких миллиардов электронвольт. К счастью, в большинстве случаев величины сечений почти не зависят от энергии, так что для интерпретации результатов не требуется знания деталей спектра космического излучения.

При анализе метеоритов было идентифицировано около 25 радиоактивных изотопов с периодами полураспада от нескольких дней до миллионов лет, а так же значительное количество стабильных продуктов реакций. В космическом пространстве любой радиоактивный продукт ядерной реакции в метеорите должен быть в состоянии насыщения (в единицу времени распадается столько же радиоактивных атомов, сколько и возникает) при условии, что интенсивность потока космических лучей сохраняется постоянной в течение времени, намного превышающего период полураспада. Удельные активности радиоизотопов в метеоритах обычно составляют 10-100 распад/мин.кг. Сравнение отношений активностей радиоизотопов с различными периодами полураспада в недавно выпавших железных метеоритах с отношением величин активности тех же изотопов в состоянии насыщения при получении их путем облучения железных мишеней на ускорителе дает информацию о постоянстве интенсивности космического излучения во времени. Такое сопоставление относительных скоростей образования пар изотопов, например ^{37}Ar (35 дней)- ^{39}Ar (270 лет), ^{37}Ar - ^{36}Cl ($3\cdot 10^5$ лет), ^{22}Na (2,6 года)- ^{26}Al ($7.4\cdot 10^5$ лет), ^{54}Mn (280 дней)- ^{53}Mn ($2\cdot 10^6$ лет), показало, что интенсивность космического излучения практически постоянна. Этот метод не дает возможности зарегистрировать такие флуктуации интенсивности, продолжительность которых мала по сравнению с наименьшим из периодов полураспада для рассматриваемой пары изотопов.

Исходя из предположения о постоянстве интенсивности космического излучения, можно оценить время, в течение которого метеорит подвергался воздействию космических частиц. Для этого следует определить активность радиоактивного продукта реакции скалывания при насыщении и рассчитать интегральный поток по данным анализа устойчивого продукта, накопившегося за время облучения. Наиболее достоверные данные можно получить для изобарных пар, например ^{36}Cl - ^{36}Ar , однако были исследованы и другие пары, например ^{39}Ar - ^{38}Ar и даже ^{36}Cl - ^{21}Ne . Времена жизни метеоритов лежат в пределах $2\cdot 10^6$ - $1.5\cdot 10^9$ лет, причем можно выделить две или три типичные группы. Возраст каменных метеоритов составляет $3\cdot 10^7$ лет, т.е. железные метеориты старше каменных.

Ранее отмечалось, что время, истекшее с момента отвердевания метеоритов, близко к $4.5\cdot 10^9$ лет. Значительно меньшие времена жизни каменных метеоритов объясняются тем, что они в течение длительного периода своего существования были защищены от космического излучения, т.е. метеориты образованы в результате столкновений небесных тел с последующим разрушением. Аналогия между составом железных и каменных метеоритов, с одной стороны, и составом внутренних областей Земли и земной коры - с другой, наводит на мысль, что по своим размерам небесные тела, из которых произошли метеориты, были ближе к планетам, чем к Луне, и некоторое время находились в расплавленном состоянии, о чем свидетельствует дифференциация фаз. Время, истекшее с момента отвердевания каменных метеоритов ($4.5\cdot 10^9$ лет), свидетельствует о том, что эти небесные тела находились в расплавленном состоянии значительно меньше времени, чем Земля, откуда следует, что по размерам они намного уступали нашей планете. По-видимому, существовало не одно, а несколько таких тел, разрушавшихся при ряде столкновений. Имеющиеся скудные данные об орбитах метеоритов показывают, что все они очень вытянуты с афелиями между орбитами Марса и Юпитера в районе астероидов. Последние, как и метеориты, являются фрагментами некогда существовавших планет.

Изучение наведенной радиоактивности метеоритов позволяет получить и некоторые другие сведения, в частности определить количество вещества, удаленного с поверхности метеорита при прохождении атмосферы, и продолжительность пребывания его на земной поверхности.

10. Надежность методов геохронологии.

Получение надежных и точных величин геологического возраста обусловлено:

Сохранностью радиоактивных элементов и продуктов их распада в минерале за время его существования
- Отсутствием первичных веществ, соответствующих продуктам распада и попавших в минерал при его образовании

Точностью аналитического определения радиоактивных элементов и продуктов их распада

Точностью определения постоянных радиоактивного распада.

Дополнительные условия являются специфическими для каждого метода определения возраста в соответствии с химическими и геохимическими свойствами исследуемых элементов. Основной причиной ошибочных данных является плохая сохранность исследуемых образцов в результате воздействия на минерал вторичных процессов, происходящих в природных условиях и приводящих к миграции элементов, в частности и тех, по которым производится определение возраста.

11. Сдвиги радиоактивных равновесий в природных средах и «событийные часы».

Методы определения абсолютного возраста горных пород и минералов, основанные на измерении концентраций отдельных членов природного ряда генетически связанных радионуклидов, предполагают наличие векового равновесия между дочерним и материнским нуклидами. Например, обнаружив выходы радона, обычно ожидают и наличие запасов радия в окрестностях источника. Если в речной воде присутствует радий-226, то предполагают наличие в ней и урана-238, из которого образуется радий. В реальности подобные утверждения могут не соответствовать действительности. Радиоактивное равновесие оказывается сильно сдвинутым в ту или иную сторону: в природных объектах активность материнского нуклида может быть больше (нормальный сдвиг радиоактивного равновесия) или меньше (аномальный сдвиг радиоактивного равновесия).

Причинами сдвигов радиоактивных равновесий являются:

1) Эффект отдачи при α -распаде или делении. Эффект отдачи приводит к последствиям:

- Дочерний элемент покидает приповерхностный слой твердого тела, в матрице которого находился материнский нуклид. Этот процесс не зависит от температуры, плотности и пористости материала.

- Дочерние нуклиды перераспределяются между компонентами гетерогенной среды. В частности, возможно попадание некоторых из них в капилляры, заполненные жидкостью или газом (флюидом), движение которого увлекает за собой и далеко разносит потомков друг от друга и от материнского нуклида.

- Дочерний элемент переходит в новое валентное состояние или включается в новое (иногда весьма экзотическое по своему составу) соединение. Эффекты химии "горячих атомов" приводят к возникновению легко подвижных форм радионуклидов с существенно модифицированной адсорбционной способностью.

- Возникновению серии дефектов, когда по треку пробега возникает каскад дефектов, существенным образом влияющий как на диффузию самого дочернего элемента, так и других элементов, оказавшихся в зоне трека отдачи.

2) Миграция членов радиоактивного ряда в окружающей среде. Поскольку члены ряда представляют собой различные химические элементы, то их коэффициенты растворимости, диффузии, сорбции-десорбции и т.п. значительно различаются. Поэтому не удивительно, что в ходе их миграции радиоактивное равновесие сдвигается в ту или иную сторону.

3) Активное внешнее воздействие на вещество, вмещающее радионуклид: выщелачивание или выветривание горных пород, адсорбция продуктов распада на коллоидных частицах и аэрозолях, ионный обмен с химическими группами и т.п.

В результате подобных эффектов, члены радиоактивного ряда (некоторые из которых - продукты многократных актов отдачи) покидают места локализации в кристаллической решетке (которые они никогда не могли бы покинуть, если судить по необычайно низким коэффициентам их диффузии во вмещающей матрице), и уносятся на большие расстояния грунтовыми водами или (в виде аэрозолей) порывами ветра.

Во многих случаях, исходя из ядерно-физических свойств членов ряда, между ними ожидается вековое равновесие, но на практике оказывается, что между одними членами ряда действительно существует равновесие, между другими - имеет место "нормальный" сдвиг равновесия, а между третьими - "аномальный" сдвиг равновесия. Подобная ситуация существенно затрудняет расчеты количеств материнских изотопов по измеренным значениям активностей дочерних элементов и обратные расчеты количеств дочерних по материнским. Возможно также возникновение значительных неточностей в описании ореолов рассеяния радионуклидов вокруг рудных тел или захоронений радиоактивных отходов и в оценке накопления радионуклидов в различных компонентах окружающей среды. Особенно это опасно, если один из членов ряда - короткоживущий делящийся элемент. Малая критическая масса может привести к возникновению «природного» ядерного реактора и даже к локальным ядерным взрывам.

С другой стороны, поскольку направление и величина сдвига равновесия между конкретными радионуклидами ряда зависит от структуры окружающей среды, транспортных и физико-химических ее

параметров, то сдвиги равновесия на различных участках цепи могут быть использованы для решения многих практически важных задач. К ним относятся:

- Создание новых вариантов "геологических" часов, отсчитывающих, в частности времена геологических катаклизмов, сдвигов горных пород, прорывов подземных вод, возникновений ветровой эрозии и т.п. Здесь речь идет о создании на базе сдвигов радиоактивных равновесий так называемых "событийных" часов. Такие «часы» предназначены не для определения возраста чего-либо, а для датировки некоторых важных событий, происходящих в природных средах.

- Структурный анализ геологических структур с целью выявления характера их залегания, определения их пористости, степени доступности их для грунтовых вод, оценки транспортных и сорбционных характеристик отдельных компонентов среды и выявления основных факторов, влияющих на процессы массо-переноса радионуклидов в окружающей среде (температура, увлажненность, колебание атмосферного давления, направление и интенсивность движения флюидов (вода, пар, газ) и т.п.).

- Диффузионно-структурный анализ природных объектов (образцов горных пород, минералов, почвы и т.п.), с целью определения их транспортных параметров и коррозионной устойчивости.

- Диагностика устойчивости геологической структуры. Проблема оценки такой устойчивости возникает, например, при решении проблемы оптимизации захоронения радиоактивных отходов.

- Оценка степени открытости геологической структуры, особенно предназначенной для захоронения высокотоксичных и долгоживущих радионуклидов. В последнем случае определяют коэффициенты диффузии радионуклидов во всех компонентах многобарьерной защиты.

- Анализ структуры и динамики окружающей среды.

Сдвиг равновесия в естественных рядах урана и тория используется в качестве геологических событийных часов, фиксирующих временные интервалы глобальных процессов в литосфере. Изотопные часы на базе трех природных цепочек отсчитывают время в диапазоне от 10^{-2} до 10^6 лет. При этом долгоживущие изотопы используют для фиксации древних процессов, а короткоживущие - для процессов новейшей истории. Например, на урановом ряде базируется датировка гибели ископаемых растений и животных, хронология кратковременных флуктуаций климата земли (возможно получение информации о климатических изменениях в 20-летние промежутки для эпох, отстоящих от нашей на 800-1000 тыс. лет).

Важным обстоятельством является возможность привлечения информации о процессах массопереноса радионуклидов в природных средах для предсказания поведения искусственно созданных минералов, попавших в природное окружение. Примерами могут служить прогноз поведения затвержденных (остеклованных или забетонированных) радиоактивных отходов, находящихся в контакте с грунтовыми водами, задача определения времени жизни аэрозоля и др.

С точки зрения проблемы управления захоронением радиоактивных отходов важно использование радиоактивных часов, работающих на эффекте сдвига радиоактивного равновесия, для датировки некоторых событий (начало и интенсивность подвижки горных пород, времена и частота прорыва подземных вод, дата смены направления воздушного потока и т.п.). Измерение происходящих в геологических системах нарушений радиоактивных равновесий в рядах урана и тория, применительно к разработке безопасных систем захоронения радиоактивных отходов, проводят для следующих целей:

- Характеристика системы грунт-вода-горная порода с учетом особенностей циркуляции и смешения грунтовых вод и процессов перераспределения радионуклидов между водной, коллоидной и твердой фазами.

- Определение временных масштабов и частоты геохимических событий (например, подвижки горных пород), ответственных за нарушение равновесия между дочерними и материнскими парами, такими, как $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$, $^{226}\text{Ra}/^{230}\text{Th}$, $^{231}\text{Pa}/^{235}\text{U}$, $^{228}\text{Ra}/^{232}\text{Th}$, $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ и $^{224}\text{Ra}/^{228}\text{Ra}$.

- Сбор необходимых данных для определения сорбционных характеристик системы горная порода - вода и создание основы для разработки и тестирования моделей радионуклидного транспорта, происходящего в масштабах геологических времен.

- Анализ пригодности геологических формаций для размещения хранилищ радиоактивных отходов.

Задача выбора подходящего места для размещения долговременного захоронения радионуклидов требует диагностики залегающих геологических пород с целью ответа на ряд вопросов. Происходили ли в них за интересующий период времени существенные подвижки, метаморфозы или другие катаклизмы? Если происходили, то какой интенсивности и как часто (каков период катаклизмов, например, землетрясений)? Доступны ли недра для проникновения грунтовых вод или каких-либо других флюидов? Насколько агрессивны, подземные флюиды? Способны ли они эффективно выщелачивать горные породы и экстрагировать из них тяжелые металлы?

На многие из этих вопросов анализ сдвигов радиоактивных равновесий в рядах природных генетически связанных радионуклидов позволяет дать однозначные ответы.

При создании «событийных часов» возникает проблема выбора оптимального ряда генетически связанных радионуклидов, а внутри конкретного ряда - оптимального звена (или нескольких звеньев цепи),

анализ временной эволюции которого способен обеспечить эффективное использование информации о сдвигах радиоактивных равновесий для управления захоронением отходов. Наиболее перспективными представляются ряды радионуклидов, имеющие в качестве одного из центральных членов цепи радиоактивные инертные газы. Наиболее известными из таких рядов являются природные ряды урана-238, урана-235 и тория-232, промежуточным элементом в которых являются изотопы радона (^{222}Rn - радон, ^{219}Rn - актинон и ^{220}Rn - торон, соответственно). Изотопы радона весьма подвижны в окружающей среде, селективно и с высокой точностью регистрируются, быстро приходят в равновесие со своим материнским нуклидом.

С точки зрения применения методов, основанных на участии эманаций (изотопов радона) для выявления геологических структур, пригодных для захоронения радиоактивных отходов, перспективно одновременное использование радона-222 ($T=3,8$ дня) и радона-220 ($T=1$ мин). Одновременно использование двух изотопов радона обеспечивает применение геологических часов, работающих в различных временных диапазонах. С учетом периодов полураспада своих непосредственных предшественников радоновые часы работают в диапазоне от нескольких сот лет до десяти лет, а тороновые часы - от минут до столетия (если вовлечь в отсчет времен участок ториевого ряда от радия-мезотория до торона).

На первый взгляд представляется, что с точки зрения долговременного захоронения отходов радоновые часы имеют несомненное преимущество перед тороновыми. Однако это не совсем так. Действительно, радоновый вариант может подтвердить, что выбранные геологические структуры в предшествующие тысячелетия не подвергались существенной деформации и можно ожидать, что не будут деформированы в грядущем тысячелетии. Однако помимо геологических процессов, окружающую среду деформирует и деятельность человека. Человек начал активно воздействовать на био- и геосферу в последнее столетие и его деятельность в этом направлении усиливается. Поэтому нам, во-первых, нужна информация о разрушении природных структур (например, об изменении динамики движения грунтовых вод) именно за последнее столетие, а, во-вторых, помимо исторических, нам нужны современные часы, отслеживающие текущие события. В этом контексте тороновые часы выглядят более перспективными, чем радоновые.

Кроме того, следует помнить, что намерения захоронить отходы ядерной промышленности на десятки и сотни тысяч лет, связаны исключительно с тем фактом, что составляющие отходы радионуклиды сейчас представляются вредными и опасными. Наши потомки будут иметь об этом совершенно другое представление: трансурановые радионуклиды будут рассматриваться как ценнейшее сырье, а захоронения современных нам отходов - как месторождения полезных ископаемых. Поэтому можно ожидать, что через 100-200 лет создаваемые сейчас захоронения отходов будут разработаны, а сохранившиеся в них радионуклиды - утилизированы. Поскольку нет необходимости в долговременных захоронениях, нет необходимости и в геологических часах с длинновременными шкалами. Поэтому разработка тороновых часов становится актуальной в контексте проблемы управления захоронением отходов.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Г.В.НОСОВСКИЙ, А.Т.ФОМЕНКО РЕКОНСТРУКЦИЯ ВСЕОБЩЕЙ ИСТОРИИ. (НОВАЯ ХРОНОЛОГИЯ).

4. ТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ДАТИРОВКИ.

4.1. АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДАТИРОВКА.

Начнем с археологии. Современные археологи с болью говорят о "невежественных копателях" прежних веков, искавших лишь материальные ценности (золото и т.п.) и безнадежно изуродовавших многочисленные памятники. "При поступлении вещей в Румянцевский музей (из раскопок 1851-1854 годов - Авт.) они представляли в полном смысле беспорядочную грудку материала, так как при них не было описи с отметками, из какого кургана каждая вещь происходит... Грандиозные раскопки 1851-1854 годов... будут долго оплакиваться наукой". Конечно, в настоящее время методика раскопок усовершенствована, но, к сожалению, применить ее к "античным" раскопкам удастся редко; почти все они уже "обработаны" предшествующими "копателями".

Вот вкратце основы археологической датировки. Например, в Египте XVIII-XIX династий в могилах обнаружены греческие сосуды микенской культуры. Тогда эти династии и эта культура считаются археологами одновременными. Затем, такие же сосуды (или "похожие") найдены вместе с застежками специального вида в Микенах, а похожие булавки - в Германии, рядом с урнами. Похожая урна найдена близ Фангера, а в этой урне - булавка нового вида. Похожая булавка найдена в Швеции, в так называемом "кургане короля Бьёрна". Так этот курган был датирован временем XVIII-XIX династий Египта. При этом обнаружилось, что курган Бьёрна "никак не мог относиться к королю викингов Бьёрну, а был воздвигнут на добрых две тысячи лет раньше". Здесь много неясностей. Например, что понимать под "похожестью" находок, под их "одновременностью" и т.д. А потому эта и аналогичные методики покоятся на субъективизме и опять-таки на ПРЕДПОЛАГАЮЩЕЙСЯ УЖЕ ЗАРАНЕЕ ИЗВЕСТНОЙ СКАЛИГЕРОВСКОЙ ХРОНОЛОГИИ. Дело в том, что вновь находимые предметы сравниваются с "похожими" находками, датированными ранее на основе "традиции". Изменение хронологической шкалы автоматически меняет и хронологию новых археологических находок. В XX веке археологи и историки обратили внимание на странный процесс: подавляющее большинство "древних" памятников за последние 200-300 лет, то есть начиная с того момента, когда за ними стали вестись непрерывные наблюдения, "почему-то" стали разрушаться сильнее и быстрее, чем за предыдущие столетия и даже якобы тысячелетия. Обычно при этом ссылаются на "современную промышленность" и т.п. Однако, насколько нам известно, никто не проводил широкого статистического и физического исследования и оценки влияния современной цивилизации на каменные строения. Возникает естественное предположение: все эти

постройки вовсе не такие древние, как это утверждает скалигеровская хронология, и разрушаются они естественным порядком и с естественной скоростью. То есть довольно быстро. Современные методы археологического датирования существенно опираются на скалигеровскую хронологию и часто могут приводить к огромным ошибкам. В отдельных случаях эти ошибки просто очевидны. Приведем некоторые примеры, сообщенные нам сотрудником Института Археологии РАН А.А.Бычковым. Уже в наше время был раскопан курган, "уверенно" датированный согласно "археологической методике" эпохой Киевской Руси, то есть якобы IX-XII веками. Но среди костей захоронения этого кургана были найдены монеты НАЧАЛА ДЕВЯТНАДЦАТОГО ВЕКА. Случайное попадание этих монет в захоронение, находящееся под толщей кургана, явно исключено. В чем дело? Ответ прост. Дело в том, что это "древнее" захоронение было сделано в XIX веке. И в этом нет ничего особенно удивительного. Языческая церковь, так называемая "ромская", и языческие обряды захоронения существовали в романовской России, в том числе и в Белоруссии, вплоть до XX века. Центр "ромской" церкви находился в белорусском селении Ромы. В XIX веке она имела своего архиепископа, около сотни приходов, особый жреческий язык священников. Как нам сообщил московский археолог А.А.Бычков, существует объемистая книга с описанием этой языческой "древне"-русской церкви XIX века. Книга была издана в XIX веке. Другой пример. Раскапывается "древнейший" курган, "очень уверенно" датруемый археологами эпохой БРОНЗОВОГО ВЕКА. Под этим курганом есть "материковая яма", то есть яма, выкопанная в нетронутых пластах земли перед тем, как насыпать курган. Так вот, именно в этой яме была найдена керамика ВОСЕМНАДЦАТОГО ВЕКА. Попастъ туда она могла только при захоронении. Здесь мы сталкиваемся со случаем, когда курган XVIII века на основе "научной методики" археологи датировали ЭПОХОЙ БРОНЗЫ. То есть, временем, когда неопытное человечество еще не додумалось до железа. Напрасно. Поскольку в XVIII веке, когда, - как мы теперь понимаем, был насыпан этот "древнейший" курган - уже давно знали не только железо, но и сталь. Просто по каким-то причинам железные предметы не попали именно в это захоронение. Но это не повод "датировать" его бронзовым веком. В описанных случаях в "древнейших" курганах оказались предметы, наглядно свидетельствующие, что "датировка" курганов грубо неверна. А если таких предметов нет, то получается, что археологи без тени сомнения, на основе "научных соображений" могут отнести курган в древние эпохи. По-видимому порочна сама "методика археологического датирования", целиком и полностью опирающаяся на предполагаемую уже заранее известной все ту же СКАЛИГЕРОВСКУЮ ХРОНОЛОГИЮ.

4.2. ДЕНДРОХРОНОЛОГИЯ.

Для датировки применяются некоторые физические методы, например, дендрохронология и радиоуглеродный метод. Идея дендрохронологического метода довольно проста. Она основана на том, что древесные кольца нарастают не равномерно по годам. Считается, что график толщины годовых колец примерно одинаков у деревьев одной породы, растущих в одних и тех же местах и условиях. Чтобы такой метод можно было применить для датировки, необходимо сначала построить эталонный график толщины годовых колец данной породы деревьев на протяжении достаточно длительного исторического периода. Такой график назовем дендрохронологической шкалой. Если эта шкала построена, то с ее помощью можно датировать некоторые археологические находки, содержащие куски бревен. Надо определить породу дерева, сделать спил, замерить толщину колец, построить график и постараться найти на дендрохронологической эталонной шкале отрезок с таким же графиком. При этом должен быть исследован вопрос, какими отклонениями сравниваемых графиков можно пренебречь. Однако дендрохронологические шкалы в Европе протянуты вниз только на несколько столетий, что не позволяет датировать сооружения, считающиеся античными. "Ученые многих стран Европы стали пытаться применить дендрохронологический метод. Но выяснилось, что дело обстоит далеко не так просто. Древние деревья в европейских лесах насчитают всего 300-400 лет от роду. Древесину лиственных пород изучать трудно. Крайне неохотно рассказывают ее расплывчатые кольца о прошлом. Доброкачественного археологического материала, вопреки ожиданиям, оказалось недостаточно". В лучшем положении американская дендрохронология (пихта Дугласа, высокогорная и желтая сосна), но этот регион удален от зон "классической античности". Кроме того, сам метод в большой степени условен, так как всегда остается много существенных неучитываемых факторов: местные климатические условия данного периода лет, состав почв, колебания местной увлажненности, рельеф местности и т. п. Все эти эффекты сильно влияют на графики толщины колец. Приведем диаграмму ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ДАТИРОВОЧНЫХ ШКАЛ для Италии, Балкан, Греции и Турции, показывающую состояние этого вопроса на весну 1994 года. См. рис.В.2. Ее любезно предоставил в наше распоряжение профессор математики Ю.М.Кабанов (Москва). В 1994 году он участвовал в научной конференции, на которой американский профессор Питер Ян Кунихолм (Peter Ian Kuniholm) делал доклад о современном состоянии дендрохронологии и, в частности, демонстрировал эту диаграмму. Она составлена в лаборатории Malcolm and Carolyn Wiener Laboratory for Aegean and Near Eastern Dendrochronology, Cornell University, Ithaca, New York, USA. На рис.В.2 по горизонтали наглядно изображены фрагменты дендрохронологических шкал, восстановленных по разным породам деревьев. Отчетливо видно, что все шесть шкал ИМЕЮТ РАЗРЫВ около 1000 года н.э. Таким образом, ни одна из них не может быть НЕПРЕРЫВНО ПРОДОЛЖЕНА ОТ НАШЕГО ВРЕМЕНИ ВНИЗ ДАЛЕЕ ДЕСЯТОГО ВЕКА Н.Э. Все якобы "более ранние" отрезки дендрохронологических шкал, показанные на диаграмме, НЕ МОГУТ СЛУЖИТЬ ДЛЯ НЕЗАВИСИМЫХ ДАТИРОВОК, поскольку сами привязаны к оси времени ЛИШЬ НА ОСНОВАНИИ СКАЛИГЕРОВСКОЙ ХРОНОЛОГИИ. Происходило это так. Опираясь на хронологию Скалигера-Петавиуса, сначала были "датированы" какие-то отдельные "древние" бревна тех или иных археологических памятников. Например, бревно из гробницы фараона, ясное дело, было датировано каким-нибудь тысячелетием ДО НАШЕЙ ЭРЫ на основании "исторических соображений". После этого, находя другие "древние" бревна, пытались хронологически привязать их к этому "уже датированному" бревну. Иногда это удавалось. В результате вокруг первоначальной "датировки" возникал отрезок дендрохронологической шкалы. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ датировка различных "древних" находок внутри этого отрезка, возможно, правильна. Однако их абсолютная датировка, то есть привязка всего этого

отрезка к оси времени, НЕВЕРНА, потому что неверна была ПЕРВАЯ датировка, сделанная по скалигеровской хронологии.

4.3. ДАТИРОВКА ПО ОСАДОЧНОМУ СЛОЮ, РАДИЙ-УРАНОВЫЙ И РАДИЙ-АКТИНИЕВЫЙ МЕТОДЫ.

Скалигеровская историческая хронология проникла и в градуировки шкал даже грубых физических методов оценки абсолютного возраста предметов. А.Олейников сообщает: "За восемнадцать столетий, минувших со времени римского нашествия (речь идет о территории нынешней Савойи - Авт.), стены у входа в каменоломни успели покрыться слоем выветривания, толщина которого, как показали измерения, достигла 3 мм. Сравнив толщину этой корочки, образовавшейся за 1800 лет (как предполагает скалигеровская хронология - Авт.), с 35-сантиметровой корой выветривания, покрывающей поверхность отполированных ледником холмов, можно было предположить, что оледенение покинуло здешние края около 216 тысяч лет назад... Но сторонники этого метода хорошо отдавали себе отчет в том, насколько сложно получить эталоны скорости разрушения. В различных климатических условиях выветривание происходит с разной скоростью. Быстрота выветривания зависит от температуры, влажности воздуха, количества осадков и солнечных дней. Значит, для каждой природной зоны нужно вычислять особые графики, составлять специальные шкалы. А можно ли быть уверенным, что климатические условия оставались неизменными с того момента, когда обнажился интересующий нас слой?". Были многократные попытки определить абсолютный возраст по скорости осадконакопления. Они оказались безуспешными. А.Олейников продолжает: "Исследования в этом направлении велись одновременно во многих странах, но результаты, вопреки ожиданиям, оказались неутешительными. Стало очевидным, что даже одинаковые породы в сходных природных условиях могут накапливаться и выветриваться с самой различной скоростью и установить какие-либо точные закономерности этих процессов почти невозможно. Например, из древних письменных источников известно (и опять - ссылка на скалигеровскую хронологию - Авт.), что египетский фараон Рамзес II царствовал 3000 лет назад. Здания, которые были при нем возведены, сейчас погребены под трехметровой толщей песка. Значит, за тысячелетие здесь отлагался приблизительно метровой слой песчаных наносов. В то же время в некоторых областях Европы ЗА ТЫСЯЧУ ЛЕТ накапливается всего 3 сантиметра осадков. Зато в устьях лиманов на юге Украины такое же количество осадков отлагается ЕЖЕГОДНО".

Предпринимались попытки разработать другие методы. "В пределах 300 тысяч лет действуют радий-урановый и радий-актиниевый методы. Они удобны для датировки геологических образований в тех случаях, когда требуемая точность не превышает 4-10 тысяч лет". Для целей исторической хронологии эти методы, к сожалению, практически ничего дать не могут.

4.4. РАДИОУГЛЕРОДНЫЙ МЕТОД И СВЯЗАННЫЕ С НИМ ТРУДНОСТИ.

Наиболее популярным является радиоуглеродный метод, претендовавший на независимое датирование "античных" памятников. Однако по мере накопления радиоуглеродных дат вскрылись серьезнейшие трудности применения этого метода. В частности, как пишут специалисты, "пришлось задуматься еще над одной проблемой. Интенсивность излучений, пронизывающих атмосферу, изменяется в зависимости от многих космических причин. Стало быть, количество образовавшегося радиоактивного изотопа углерода должно колебаться во времени. Необходимо найти способ, который позволял бы их учитывать. Кроме того, в атмосферу непрерывно выбрасывается огромное количество углерода, образовавшегося за счет сжигания древесного топлива, каменного угля, нефти, торфа, горючих сланцев и продуктов их переработки. Какое влияние оказывает этот источник атмосферного углерода на повышение содержания радиоактивного изотопа? Для того, чтобы добиться определения истинного возраста, придется рассчитывать сложные поправки, отражающие изменение состава атмосферы на протяжении последнего тысячелетия. Эти неясности наряду с некоторыми затруднениями технического характера породили сомнения в точности многих определений, выполненных углеродным методом". Автор методики - У.Ф.Либби был уверен в правильности скалигеровских датировок событий древности. Он писал: "У нас не было расхождения с историками относительно Древнего Рима и Древнего Египта. МЫ НЕ ПРОВОДИЛИ МНОГОЧИСЛЕННЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ по этой эпохе, так как в общем ее хронология известна археологии лучше (как ошибочно думал Либби - Авт.), чем могли установить ее мы, и, предоставляя в наше распоряжение образцы, археологи скорее оказывали нам услугу". Образцы, кстати, уничтожаются, сжигаются в процессе радиоуглеродного измерения. Это признание Либби многозначительно, поскольку трудности скалигеровской хронологии обнаруживаются в первую очередь для тех регионов и эпох, по которым, как нам сообщил Либби, "МНОГОЧИСЛЕННЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ НЕ ПРОВОДИЛОСЬ". С тем же небольшим числом контрольных замеров (по "античности"), которые все-таки были проведены, ситуация оказалась очень любопытной. При радиоуглеродном датировании, например, египетской коллекции Дж.Х.Брэстеда (Египет), "вдруг обнаружилось, - как растерянно говорит Либби, - что ТРЕТИЙ объект, который мы подвергли анализу, ОКАЗАЛСЯ СОВРЕМЕННЫМ! Это была одна из находок, которая считалась принадлежащей V династии". То есть скалигеровская хронология отодвигает эту находку в период 2563-2423 годы до н.э.. Таким образом, между скалигеровской историей и радиоуглеродным датированием обнаружилось ПРОТИВОРЕЧИЕ размером ни много ни мало в ЧЕТЫРЕ С ПОЛОВИНОЙ ТЫСЯЧИ ЛЕТ. Либби продолжает: "Да, это был тяжелый удар". Спрашивается, а почему "тяжелый удар"? Казалось бы, физики восстановили истину, обнаружили, что предложенная до них историческая датировка египетского образца неверна. Что в этом плохого? Плохо было то, что под угрозой оказалась скалигеровская хронология. Ясно, что Либби не мог продолжать "в том же духе" и "порочить историю Древнего Египта". А с образцом, оказавшимся позднесредневековым (Либби назвал его "современным"), который Либби так опрометчиво датировал, пришлось расстаться. ОБЪЕКТ БЫЛ ОБЪЯВЛЕН ПОДЛОГОМ. Не могли же археологи допустить мысль, что "древне"-египетская находка действительно относится в периоду не ранее XVI-XVII веков НАШЕЙ ЭРЫ (с учетом точности метода). Сегодня критики радиоуглеродного метода отмечают следующие серьезные проблемы. "В поддержку своего коренного допущения они (сторонники метода - Авт.) приводят ряд косвенных доказательств, соображений и подсчетов, точность которых невысока, а трактовка

неоднозначна, а главным доказательством служат контрольные радиоуглеродные определения образцов заранее известного возраста. Но как только заходит речь о контрольных датировках исторических предметов, все ссылаются на первые эксперименты, то есть на НЕБОЛЬШУЮ серию образцов". ОТСУТСТВИЕ, - как признает и Либби, - обширной контрольной статистики, да еще при наличии многотысячелетних расхождений в датировках, о которых мы расскажем ниже, ставит под вопрос возможность применения метода в интересующем нас интервале времени. Это не относится к применениям метода для целей геологии, где ошибки в несколько тысяч лет несущественны. У.Ф.Либби писал: "Однако мы не ощущали недостатка в материалах эпохи, отстоящей от нас на 3700 лет, на которых можно было бы проверить точность и надежность метода". Однако здесь (то есть для этих отдаленных эпох) НЕ С ЧЕМ СРАВНИТЬ радиоуглеродные датировки, поскольку нет датированных письменных источников этого времени. Либби продолжает: "Знакомые мне историки ГОТОВЫ ПОРУЧИТЬСЯ за точность (датировок - Авт.) в пределах последних 3750 лет, однако, когда речь заходит о более древних событиях, их уверенность пропадает". Другими словами, радиоуглеродный метод широко был применен там, где (со вздохом облегчения?) даваемые им датировки трудно, - а практически невозможно, - проверить другими независимыми методами. "Некоторые археологи, не сомневаясь в научности принципов радиоуглеродного метода, высказали предположение, что в самом методе таится возможность значительных ошибок, вызываемых еще неизвестными эффектами". Но может быть, эти ошибки все-таки невелики и не препятствуют хотя бы грубой датировке в интервале 2-3 тысяч лет "вниз" от нашего времени? Однако оказывается, что ОШИБКИ СЛИШКОМ ВЕЛИКИ И ХАОТИЧНЫ; ОНИ МОГУТ ДОСТИГАТЬ ВЕЛИЧИНЫ В 1-2 ТЫСЯЧИ ЛЕТ ПРИ ДАТИРОВКЕ ПРЕДМЕТОВ НАШЕГО ВРЕМЕНИ И СРЕДНИХ ВЕКОВ. Журнал "Техника и наука" (1984, No 3, 9) сообщил о результатах дискуссии, развернувшейся вокруг радиоуглеродного метода на двух симпозиумах в Эдинбурге и Стокгольме: "В Эдинбурге были приведены примеры СОТЕН (!) АНАЛИЗОВ, в которых ошибки датировок простирались в диапазоне от 600 до 1800 лет... Специалисты в один голос заявили, что радиоуглеродный метод до сих пор сомнителен потому, что он лишен калибровки. Без этого он неприемлем, ибо не дает истинных дат в календарной шкале". Итак, радиоуглеродный метод датирования, применим для очень грубой датировки лишь тех предметов, возраст которых составляет несколько десятков тысяч лет. Его ошибки при датировании образцов возраста в одну или две тысячи лет СРАВНИМЫ С САМИМ ЭТИМ ВОЗРАСТОМ. То есть иногда достигают ТЫСЯЧИ и более лет. Вот еще несколько ярких примеров.

1) ЖИВЫХ моллюсков "датировали", используя радиоуглеродный метод. Результаты анализа показали их "возраст": якобы, 2300 лет. Эти данные опубликованы в журнале "Science", номер 130, 11 декабря 1959 года. Ошибка радиоуглеродного датирования - в ДВЕ ТЫСЯЧИ ТРИСТА лет.

2) В журнале "Nature", номер 225, 7 марта 1970 года сообщается, что исследование на содержание углерода-14 было проведено для органического материала из строительного раствора английского замка. Известно, что замок был построен 738 лет назад. Однако радиоуглеродное "датирование" дало "возраст" - якобы, 7370 лет. Ошибка - в ШЕСТЬ С ПОЛОВИНОЙ ТЫСЯЧ ЛЕТ. Стоило ли приводить дату с точностью до 10 лет?

3) ТОЛЬКО ЧТО отстрелянных тюленей "датировали" по содержанию углерода-14. Их "возраст" определили в 1300 лет! Ошибка в ТЫСЯЧУ ТРИСТА ЛЕТ. А мумифицированные трупы тюленей, умерших всего 30 лет тому назад, были "датированы" как имеющие возраст, якобы, 4600 лет. Ошибка радиоуглеродного датирования - в ЧЕТЫРЕ С ПОЛОВИНОЙ ТЫСЯЧ ЛЕТ. Эти результаты были опубликованы в "Antarctic Journal of the United States", номер 6, 1971 год.

В этих примерах радиоуглеродное "датирование" УВЕЛИЧИВАЕТ ВОЗРАСТ образцов на ТЫСЯЧИ ЛЕТ. Как мы видели, есть и противоположные примеры, когда радиоуглеродное "датирование" не только УМЕНЬШАЕТ возраст, но даже "переносит" образец В БУДУЩЕЕ. Что же удивительного, что во многих случаях радиоуглеродное "датирование" отодвигает средневековые предметы в глубокую древность. «Радиоуглеродные даты внесли растерянность в ряды археологов. Одни с характерным преклонением, приняли указания физиков. Эти археологи, - пишет Л. С. Клейн, - поспешили перестроить хронологические схемы (которые, следовательно, не настолько прочно установлены? - Авт.). Первым из археологов против радиоуглеродного метода выступил Владимир Милойчич, который не только обрушился на практическое применение радиоуглеродных датировок, но и подверг жестокой критике сами теоретические предпосылки физического метода. Сопоставляя индивидуальные измерения современных образцов со средней цифрой - эталоном, Милойчич обосновывает свой скепсис серией блестящих парадоксов. Раковина живущего американского моллюска с радиоактивностью 13,8, если сравнивать ее со средней цифрой как абсолютной нормой (15,3), оказывается уже сегодня (переводя на годы) в солидном возрасте - ей около 1200 лет! Цветущая дикая роза из Северной Африки (радиоактивность 14,7) для физиков "мертва" уже 360 лет, а австралийский эвкалипт, чья радиоактивность 16,31, для них еще "не существует" - он только будет существовать через 600 лет. Раковина из Флориды, у которой зафиксировано 17,4 распада в минуту на грамм углерода, "возникнет" лишь через 1080 лет. Но, - продолжает Л. С. Клейн, - так как и в прошлом радиоактивность не была распространена равномернее, чем сейчас, то аналогичные колебания и ошибки следует признать возможными и для древних объектов. И вот вам наглядные факты: радиоуглеродная датировка в Гейдельберге образца от средневекового алтаря показала, что дерево, употребленное для починки алтаря, еще вовсе не росло! В пещере Вельт (Иран) нижележащие слои датированы 6054 годом до н.э. плюс-минус 415 лет и 6595 годом до н.э. плюс-минус 500 лет, а вышележащий - 8610 годом до н.э. плюс-минус 610 лет. Таким образом, получается обратная последовательность слоев и вышележащий оказывается на 2556 лет старше нижележащего! И подобным примерам нет числа. Милойчич призывает отказаться, наконец, от "критического" редактирования результатов радиоуглеродных измерений физиками и их "заказчиками" - археологами, отменить "критическую" цензуру при издании результатов. Физиков Милойчич просит не отсеивать даты, которые почему-то кажутся невероятными археологам, публиковать все результаты, все измерения, без отбора. Археологов Милойчич уговаривает покончить с традицией предварительного ознакомления физиков с примерным возрастом находки (перед

е радиуглеродным определением) - не давать им никаких сведений о находке, пока они не опубликуют своих цифр! Иначе, - справедливо отмечает Л.С.Клейн, - невозможно установить, сколько же радиуглеродных дат совпадает с достоверными историческими, то есть невозможно определить степень достоверности метода. Кроме того, при таком "редактировании" на самих итогах датировки - на облике полученной хронологической схемы - сказываются субъективные взгляды исследователей. Так, например, в Гронингене, где археолог Беккер давно придерживался короткой хронологии [Европы], и радиуглеродные даты "почему-то" получаются низкими, тогда как в Шлезвиге и Гейдельберге, где Швабдиссен и другие издавна склонялись к длинной хронологии, и радиуглеродные даты аналогичных материалов получаются гораздо более высокими».

По нашему мнению, какие-либо комментарии здесь излишни.

В 1988 году большой резонанс получило сообщение о радиуглеродной датировке знаменитой христианской святыни Д Туринской плащаницы. Считается, что этот кусок ткани хранит на себе следы тела распятого Христа, то есть возраст ткани составляет, согласно скалигеровской истории, якобы около двух тысяч лет. Однако радиуглеродное датирование дало совсем другую дату: примерно XI-XIII века н.э. В чем дело? - Либо Туринская плащаница Д фальсификат. - Либо ошибки радиуглеродного датирования могут достигать многих сотен или даже тысяч лет. - Либо Туринская плащаница Д подлинник, но датируемый не I веком н.э., а XI-XIII веками н.э. Но тогда возникает вопрос - в каком веке жил Христос? Как мы видим, радиуглеродное датирование возможно является более или менее эффективным лишь при анализе чрезвычайно древних предметов, возраст которых достигает десятков или сотен тысяч лет. Здесь присущие методу ошибки в несколько тысяч лет возможно не столь существенны. Однако механическое применение метода для датировок предметов, возраст которых не превышает двух тысяч лет (а именно эта историческая эпоха наиболее интересна для восстановления подлинной хронологии письменной цивилизации!), представляется нам немыслимым без проведения предварительных развернутых статистических и калибровочных исследований на образцах достоверно известного возраста. При этом заранее совершенно неясно - возможно ли даже в принципе повысить точность метода до требуемых пределов.

Есть и другие физические методы датировки. К сожалению, сфера их применения существенно уже чем радиуглеродного метода и точность их также неудовлетворительна (для интересующих нас исторических эпох). Еще в начале века, например, предлагалось измерять возраст зданий по их усадке или деформации колонн. Эта идея не воплощена в жизнь, поскольку абсолютно неясно - как калибровать этот метод, как реально оценить скорость усадки и деформации. Для датировки керамики было предложено два метода: археомагнитный и термолюминесцентный. Однако - здесь свои трудности калибровки. По многим причинам немногочисленные археологические датировки этими методами, скажем, в Восточной Европе также ограничиваются средневековьем.

5. АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ДАТИРОВКИ.

5.1. ПРИНЦИП ДАТИРОВКИ.

В настоящее время на основе теории движения Луны составлены расчетные таблицы, каноны, например Канон Гинцеля. В них для каждого затмения Солнца и Луны, имевшего место в прошлом, вычислены его характеристики: дата, полоса прохождения тени и т.п. Пусть в древнем документе описано какое-то затмение. Если описание достаточно подробное, то, составив список его характеристик, указанных в тексте, можно попытаться найти в каноне подходящее затмение, то есть затмение примерно с теми же характеристиками. Если это удастся, мы датировем древнее описание затмения. К настоящему времени все затмения, описанные в античных и средневековых источниках, более или менее датированы указанным способом.

5.2. СТАТИСТИКА ДРЕВНИХ ЗАТМЕНИЙ.

Н.А.Морозов предложил следующую методику непредвзятого астрономического датирования. Из исследуемой хроники извлекаются все возможные характеристики описанного в ней затмения. Затем из астрономических таблиц выписываются даты всех затмений с этими характеристиками, без учета гипотезы об их "древности". Применяя такой метод, Н.А.Морозов обнаружил, что находясь под давлением уже сложившейся скалигеровской хронологии, астрономы были вынуждены рассматривать не весь набор дат, получающихся при анализе древних описаний, а лишь те, которые попадают в интервал времени, заранее отведенный историками для исследуемого затмения и для связанных с ним событий. Это приводило к тому, что в массе случаев астрономы не находили в "нужном столетии" затмение, точно отвечающее описанию документа, и прибегали к натяжкам, предлагая затмение, лишь частично удовлетворяющее требованиям документа. Проведя тщательный анализ затмений, считающихся античными, Н.А.Морозов обнаружил, что сообщения о затмениях разбиваются на две категории.

1) КРАТКИЕ, ТУМАННЫЕ сообщения без подробностей: здесь астрономическая датировка либо бессмысленна, либо дает настолько много возможных решений, что они попадают практически в любую эпоху.

2) ПОДРОБНЫЕ, ДЕТАЛЬНЫЕ сообщения. Здесь астрономическое решение часто однозначно, или же имеется 2-3 решения. Оказалось далее, что все затмения этой категории получают, при формальном датировании, не скалигеровские датировки, а значительно более поздние - иногда на много столетий. Причем эти новые решения попадают в интервал 900-1600 годы н.э. Считая, тем не менее, что скалигеровская хронология на интервале 300-1800 годы н.э. в основном верна, Н.А.Морозов фактически не проанализировал средневековые затмения 500-1600 годов н.э., предполагая, что здесь противоречий не обнаружится. А.Т.Фоменко проанализировал затмения, традиционно датируемые в интервале 400-1600 годы н.э.. Оказалось, что эффект "подъема датировок вверх" для "древних" затмений, распространяется и на интервал 400-900 годы н.э. Это означает, что здесь либо имеется много равноправных астрономических решений, - и тогда астрономическая датировка бессмысленна, - либо решений мало (одно, два) и все они попадают в интервал 900-1700 годы н.э. И только начиная приблизительно с 1000 года н.э., а отнюдь не с 400 года н.э., согласование скалигеровских дат затмений с результатами непредвзятого астрономического датирования становится удовлетворительным, и лишь с 1300 года н.э. - надежным.