

ДАТИРОВАНИЕ ИЛИ ИСТОРИЯ ПРИРОДЫ И ЧЕЛОВЕЧЕСТВА ЗАПИСАНА НЕ ТОЛЬКО В ГОДИЧНЫХ КОЛЬЦАХ ДРЕВЕСИНЫ (ОБЗОР)

Ю.М. Евдокимов✉, А.А. Гапеев, В.Ю. Прохоров

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России» (АГПС МЧС России), 129366,
г. Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4

evdokur@mail.ru

Представлен обзор литературных источников, рассматривающих процессы датирования различных объектов (памятников деревянного зодчества, иконописи, античных скульптур, ископаемых животных, растений и т. п.) и событий (их даты и места прошедших землетрясений, извержений вулканов, циклов изменений климата, атмосферных процессов) не только на основе дендрохронологических данных, но с использованием всего мирового опыта научно-технологических достижений. Исследованы шадящие неразрушающие методы датирования памятников деревянного зодчества, произведений иконописи в привычных комнатных условиях с использованием клейких лент (по зарубежной терминологии скотч-метод, так как липкие и клейкие ленты объединены общим названием скотчи — scotch). Суждение о возрасте древесины проводят по показаниям прочности адгезионного соединения, которая изменяется наряду с иными характеристиками древесины (смачиваемость, плотность и т. п.) с возрастом.

Ключевые слова: древесина различного возраста, годичные кольца, клейкие ленты, современные методы датирования

Ссылка для цитирования: Евдокимов Ю.М., Гапеев А.А., Прохоров В.Ю. Датирование или история природы и человечества записана не только в годичных кольцах древесины (обзор) // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 2. С. 127–135. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-2-127-135

Датирование подлинности тех или иных объектов или событий имеет важное значение в различных областях жизни, науки и технологий: археологии, геологии, архитектуры, книгопечатания, ядерной физики. Вызывает интерес время создания исторических памятников, в частности, деревянного зодчества, иконописи, написания картин известными художниками, музыкальных произведений, музейных ценностей, античных скульптур. Важны точные данные землетрясений, извержений вулканов, особенно разрушительных, этапов изменения климата. Значимым датирование является и для установления подлинности произведений искусства, архитектурных сооружений, скульптурных комплексов, ювелирных украшений, этапов исторического развития человечества для оценки различных событий (циклических изменений климата и атмосферных процессов), возраста ископаемых животных и растений. Например, споры о подлинности плащаницы, в которую было завернуто тело Иисуса Христа, снятое с креста, на котором он был распят, коснулись всей мировой науки и имеющихся технологий, расшифровка дат изготовления (написания) тибетских деревянных дощечек («книг») из древних храмов г. Лхаса и иных с записями событий того времени.

Цель работы

Цель работы — изучение процесса датирования времени создания различных объектов или исторических событий с использованием мирового опыта научно-технологических достижений.

Результаты и обсуждение

Древесине и материалам, созданным на ее основе, уделено немало внимания, поскольку из древесины, как и из камня, начиная с глубокой древности стали изготавливать разнообразные изделия и конструкции, так как материал легко поддавался обработке. Продолжительность жизни деревьев иногда достигает более 4000 лет, поэтому датирование древесины по годичным кольцам (своего рода книге жизни дерева) несет в себе большой объем информации. Проведение датирования требует мастерства, граничащего с искусством. Прежде всего, необходимо профессионально подготовить спил дерева, провести исследования, подсчитать количество колец, измерить их ширину, в том числе с помощью компьютеров, учесть множество факторов.

Многолетняя древесина может быть темнее по цвету, иногда с синевой и изменением механических и физико-химических характеристик [1–18], в отличие от более молодых экземпляров. При 500-летнем возрасте дерево может быть насквозь

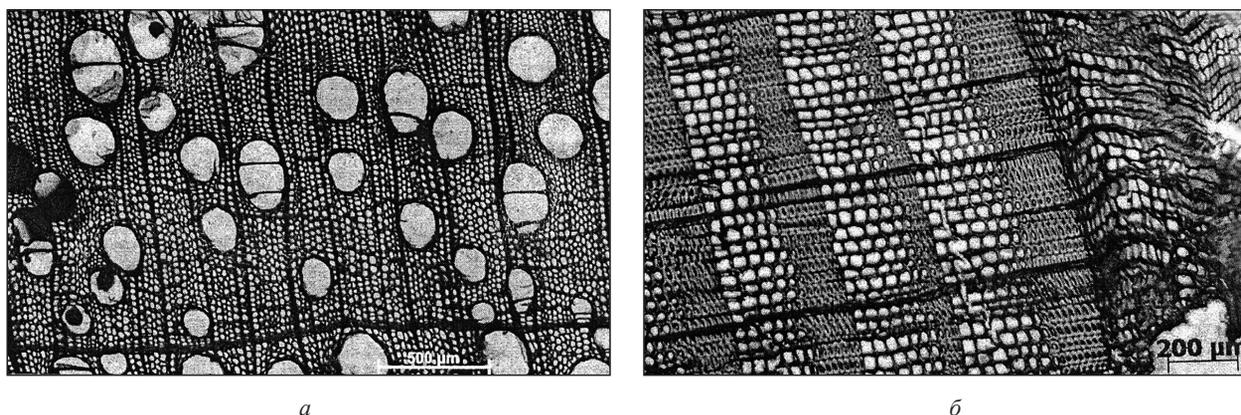


Рис. 1. Годичные кольца ореха маньчжурского (а) и сосны обыкновенной (трахеиды) (б) [17]
Fig. 1. Annual rings of Manchurian walnut (a) and Scots pine (tracheids) (b) [17]

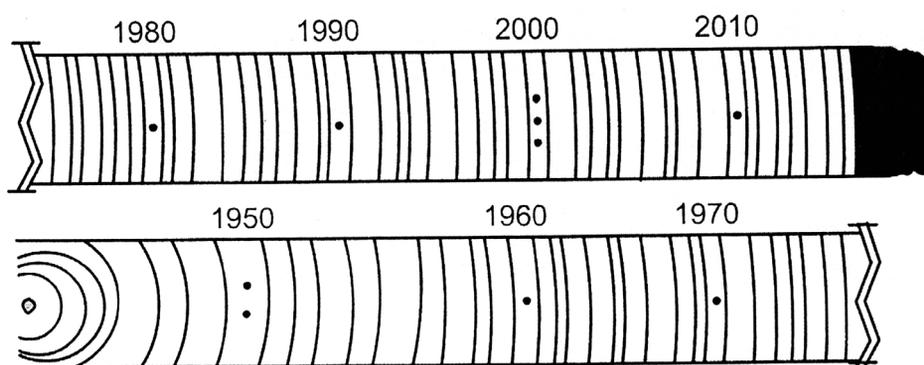


Рис. 2. Схемы маркировки годичных колец на буровом образце [17]
Fig. 2. Schemes of marking annual rings on a drill sample [17]

пропитано смолами текущего года, что потребует его тщательной очистки [18]. Исследования искусственно состаренной древесины или изделий, изготовленных из нее, вызывает определенные сложности, обусловленные термическим воздействием на материал еще до обработки или его пропиткой нефтяными смолами. Без очистки от примесей можно получить «состаренную древесину» из более «молодой».

Основным методом дендрохронологического подхода является изучение изменчивости годового прироста (ширины годичных колец) деревьев, точное датирование образования годичных колец (рис. 1, 2). При наличии достаточного объема необходимых данных можно проводить изучение, реконструкцию и прогнозирование изменений климата, влияния антропогенного воздействия на лесные экосистемы, а также датирование прошедших землетрясений, вулканических извержений, схода лавин и селей, контроль законности вырубок (судебно-биологическую экспертизу) [1–12, 14–29].

Собрано достаточно материала по изучению влияния на окружающую среду антигололедных реагентов, атмосферного и почвенного загрязнения, в том числе атмосферного и земного электри-

чества, т. е. теллурических токов, поскольку все они оставляют свои «автографы» на древесине. Некоторые из них можно «залечить», другие — нет.

Сосну и лиственницу можно отнести к деревьям-огнелюбам. Лиственница, например, способна залечить повреждения от перенесенных пожаров [16]. Деревья, выжившие после пожара, увеличивают индекс годового прироста, что также фиксируется на годичных кольцах.

В 1974 г. был создан Международный банк данных о древесных кольцах (International Tree-Ring Data Bank — ITRDB) и в различных странах имеются шкалы (tree-rings) дендрохронологии, облегчающие дендрохронологическую экспертизу. Современная лаборатория дендрохронологии имеется и в Мытищинском филиале МГТУ им. Баумана, в которой можно установить место произрастания, время рубки дерева, доказать принадлежность образцов стволу одного дерева, провести эталонное датирование по коэффициентам корреляции между рядами прироста, определить вспышки численности вредителей. Все перечисленные показатели специфически влияют на годичные кольца деревьев, отражаясь в их изменчивости.

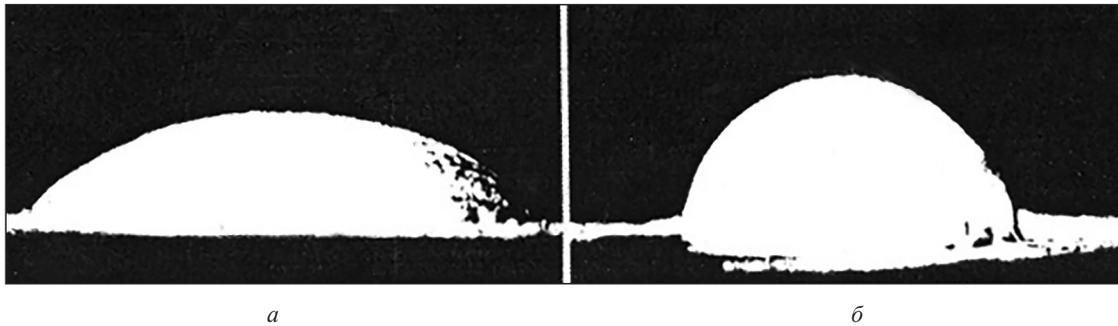


Рис. 3. Форма капель воды на образцах древесины различного возраста [2]: *a* — сосна современная; *б* — сосна 1625 года

Fig. 3. Shape of water droplets on wood samples of different ages [2]: *a* — modern pine; *b* — pine of 1625 years old

Возраст спиленной древесины не позволяет точно определить время создания памятников из нее. В частности, это касается церкви Преображения Господня на острове Кижы в Карелии, а также произведений иконописи, старинных музыкальных инструментов, изготовленных из древесины. Материал мог долго находиться на складе, десятилетиями подвергаться естественной сушке. В связи с этим необходимы некоторые дополнительные работы с привлечением специалистов широкого профиля, в том числе физиков, химиков, математиков, реставраторов, древесиноведов, приборостроителей, искусствоведов, причем последние не должны доминировать [2].

Первоначально следует проводить тщательное наблюдение за состоянием срезов дерева визуально на глаз и с помощью лупы:

- цветом древесины (старая древесина темнее, иногда с различными оттенками);
- запахом (к примеру, современная ель запаха не имеет, однако через 200...300 лет эксплуатации у древесины ели сначала появляется «кислый» запах, а затем запах ванилина, что позволяет грубо идентифицировать породу [2].

Имеют специфический запах кипарис и можжевельник, древесина сосны в любом возрасте пахнет скипидаром. Породы древесины, цвет, запах, вкус, поражение насекомыми, тактильные ощущения (подушечки пальцев человека улавливает шероховатость до 50 нм) — все это может помочь при экспертизе датирования, методе перекрестного датирования, дополнить другие признаки. Например, мастер по изготовлению гитар Якоб Штайнер (Германия) проводил отбор древесных стволов по их тембровым характеристикам на слух, когда спиленный ствол падал с горы на землю [2]. При наблюдении за строением крыльев ос и плодовых мушек на фоне черной подложки, а не белой бумаги, Е. Шевцовой и соавт. из Швеции и США удалось надежно различить три вида ос, ранее неизвестных мировой науке, что подробно описано [30]. Что касается

конкретных работ по датированию древесины и материалов на ее основе, то их немало [1–18, 24, 26, 28, 29].

Нет годичных колец у баобаба и определить его точный возраст не удастся. В таких случаях используются другие подходы и методы.

Как и у любого метода, у дендрохронологического метода [5] имеются определенные ограничения, связанные с необходимостью исследования крупных по массе и размерам образцов и невозможностью взятия проб из некоторых изделий, особенно из художественных произведений. Кроме того, свойства современной и старой древесины иногда существенно отличаются по адгезионному средству (прочность адгезионного соединения — ПАС) с клейкими лентами (скотчами) и иными клеями, углам смачивания жидкостями, плотностью [1–3, 11, 29, 31]. Проведены подробные исследования зависимости ПАС в системе древесина различных пород — клейкая лента марки КЛТ Кусковского химического завода (и иные) [13, 31]. Показано, что на образцах сосны и ели с увеличением возраста древесины наблюдалось снижение ПАС (оцененной методом отслаивания) с клейкой лентой в 2 раза и более при практически равной влажности [2, 3, 12, 13, 31]. Такая же тенденция обнаружена и другими авторами при испытании ПАС на отрыв и скалывание [11]. Краевые углы смачивания водой имели более высокие значения на образцах старой древесины [2] (рис. 3), что хорошо согласуется с оценкой равновесной адгезии (ее понижения) по уравнению Дюпре — Юнга (клейкие смолы-адгезивы можно условно принять за жидкие тела). Одновременно с изучением структуры древесины (современной и старой) выявлены значительные изменения (физико-механические и химические) в свойствах старой и современной древесины (рис. 4, см. рис. 3), что подробно описано [1–3, 12]. Вырывы и деформированная срединная пластинка свидетельствуют о потере прочности 300-летней ели [2].

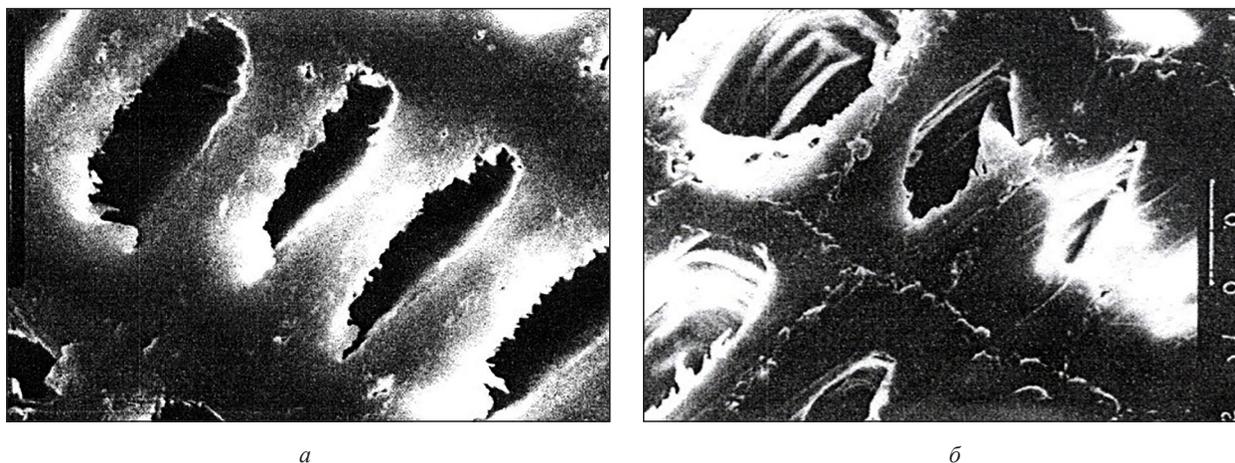


Рис. 4. Поздняя зона годичного слоя современной ели (а) и 300-летней (б) (ув.: $\times 2000$)
Fig. 4. Late zone of the annual layer of modern spruce (a) and 300-year-old spruce (b) (Eq.: $\times 2000$)

В ходе исследований разработана новая методика датирования древних артефактов из древесины с использованием «скотч-метода» наряду с оценкой других показателей: смачиваемости, плотность, модуль упругости, содержание лигнина, гемицеллюлозы, пористости [2] — без разрушения древних артефактов, в частности, икон, для исследования адгезионных характеристик которых достаточно проводить измерения ПАС на тыльной стороне, не затрагивая их лицевую сторону. При этом можно проводить исследования ПАС (адгезионного сродства) на образцах древесины различных разрезов-срезов (торцевом или поперечном, радиальном, тангенциальном) в зависимости от сохранности того или иного элемента изделия, что расширяет возможности предложенного метода датирования.

Закономерности изменения ПАС сохраняются на всех видах срезов. При адгезионном расслаивании на паре сосна обыкновенная — клейкая лента КЛТ максимальная ПАС оказалась характерной для торцевого среза, минимальная — для тангенциального с разницей почти в 3 раза. Сравнительные испытания проводились на современной древесине при отслаивании под углом 180° , давлении прижима $0,02$ МПа на воздухе в интервале скоростей отслаивания $0,02 \dots 0,12$ см/с. Использование клейких лент при датировании имеет и другие преимущества: не требуется наличия больших масс образцов для проведения анализов, как при дендрохронологическом методе. Кроме того, метод прост, может быть использован в полевых условиях. Исходя из оценки адгезионных свойств древесины, прошедшей длительные сроки эксплуатации и иных показателей, повысилась достоверность определения даты рубки древесины с высокой точностью ± 15 лет [2]. При этом учитывались важные особенности, в частности возникновение ложных колец. К примеру, они

могли возникнуть, если вследствие неблагоприятного (засушливого или холодного) лета вегетация дерева начиналась осенью, однако лишь в тех случаях, когда образцы крупных размеров.

Современные методы позволяют определять возраст дерева, не причиняя ему вреда, высверливая буравчиком столбики толщиной с грифель (около 1 мм), а затем проводя исследования с использованием микроскопов и иных приборов. Определять возраст деревьев по годичным кольцам впервые предложил еще Леонардо да Винчи, предположивший, что ширина годичного кольца зависит от климата [7].

В настоящее время по годичным кольцам можно узнать об извержении вулканов, датах землетрясений, их силе, даже извлечь информацию о взрывах сверхновых звезд в галактике. Годичные кольца деревьев несут в себе информацию о степени загрязнения атмосферы в различные годы, о последствиях ядерных испытаний и т. п. [18]. Анализ химического состава годичных колец позволяет изучить распределение рассеянных элементов в разные временные периоды.

Для надежности и достоверности получаемых данных, для более точного датирования разнообразных объектов применяются современные технологии, в частности рентгеновский флуоресцентный анализ, лазерная (РЕМР) масс-спектрометрия, X-лучевая радиография, сканирующая и электронная оптическая микроскопия, люминесцентный анализ, хроматография, метод ядерной геохронологии с использованием синхротронного излучения, рамановская спектроскопия, анализ углов смачивания и адгезионной способности [1–10, 12, 14–25, 27–29, 31, 32, 34, 35]. Методы датирования постоянно совершенствуются, используются щадящие неразрушающие методики, которые можно применять в привычных «комнатных» условиях [1–3, 10, 12, 17, 18, 19, 25, 26, 28, 32, 34, 35].



Рис. 5. К. Хокусай. Большая волна в Канагаве (1823–1831). Бумага, чернила, водяные краски. Гравюра 25,4×38,1 см. Метрополитен-музей, Нью-Йорк
Fig. 5. K. Hokusai. The Great Wave in Kanagawa (1823-1831). Paper, ink, water colours. Engraving 25,4×38,1 cm. Metropolitan Museum of Art, New York

Новый метод радиоуглеродного датирования (по оценке содержания радиоактивного изотопа углерода ¹⁴C в древних находках) охватывает временной отрезок в 53 тыс. лет (по некоторым данным до 70 тыс. лет вместо прежних 40 тыс. лет) [2, 7, 18]. Ранее для исследований требовалось несколько десятков граммов датируемого материала, в настоящее время для единственного в России ускорительного масс-спектрометра (УМС), разработанного новосибирскими учеными (В. Пархомчук и соавт.), для выполнения датирования необходимо лишь 1–3 мг углерода, тем не менее будет обеспечен практически поштучный подсчет изотопов [18]. С помощью УМС можно проводить датирование древних артефактов, в частности, находки археологов возрастом до 70 тыс. лет, и не отправлять их в зарубежные лаборатории. Что касается дендрохронологии, российские ученые занимают одно из лидирующих мест в мире.

Датирование осуществляется не только на образцах древесины или изделий из нее, но и на других объектах. Так, датируются картины известных художников, что позволяет подтвердить их подлинность путем установления даты написания. При этом есть случаи, не требующие датирования, поскольку, например, написание картин «фрактальным стилем» практически невозможно подделать, их идентифицируют по манере письма. К таким относятся картины американского художника Джексона Поллока и японского художника К. Хокусай (рис. 5). То же самое можно сказать о картинах с искаженной перспективой голландского

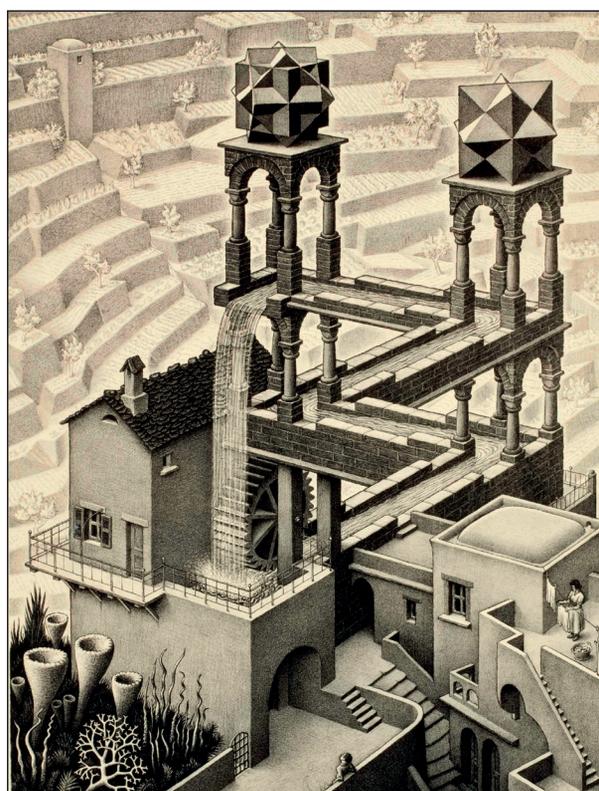


Рис. 6. М.К. Эшер. Водопад (1961). Литография 38×30 см. Музей Израиля, Иерусалим
Fig. 6. M.C. Escher. Waterfall (1961). Lithograph 38×30 cm. Israel Museum, Jerusalem

художника М.К. Эшера (рис. 6). А вот с наследием голландца Винсента Ван Гога «потеют» до сих пор специалисты самого широкого профиля.

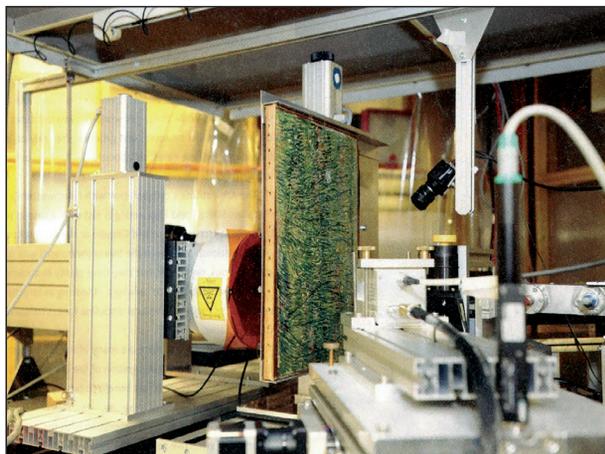


Рис. 7. Общий вид установки синхротронного излучения (исследовательский центр по физике частиц DESY в Гамбурге, Германия), используемая для датирования произведений искусства и иных объектов с новым уровнем детализации

Fig. 7. General view of the synchrotron radiation facility (DESY particle physics research centre in Hamburg, Germany) used to date works of art and other objects with a new level of detail

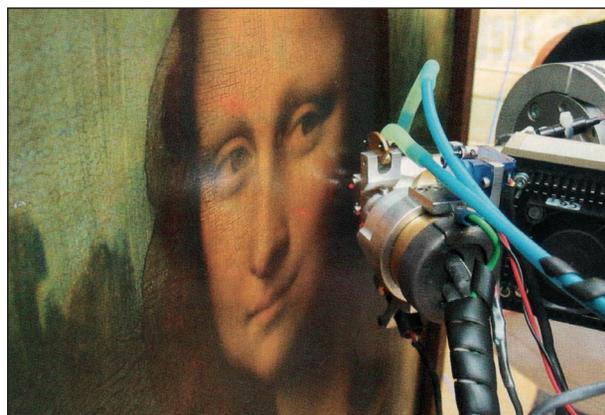


Рис. 8. Общий вид установки X-лучевой флуоресцентной спектроскопии, которая осуществляет сканирование слоев краски по толщине слой за слоем (по 1–2 мкм) [36]

Fig. 8. General view of the X-beam fluorescence spectroscopy facility, which scans paint layers layer by layer (1–2 μm) [36]

Для того чтобы отличить полотна художника от подделок, в 2007 г. были разработаны методы анализа комплементарных сочетаний цветов (синего и желтого), которые Винсент Ван Гог использовал для контуров объектов или отдельных фрагментов [32, 33]. Американский астроном Д.У. Олсон разгадал дату — 12 июля 1889 г. — написания картины «Вечерний пейзаж с восходящей Луной» на основе того, что Ван Гог никогда не искажал реальность — он видел событие с астрономической точностью [33].

Другая картина Ван Гога «Звездная ночь» с взвихрившимися звездами продемонстрировала его пристрастие к желтому цвету, используемому не только на этом, но и на других полотнах.

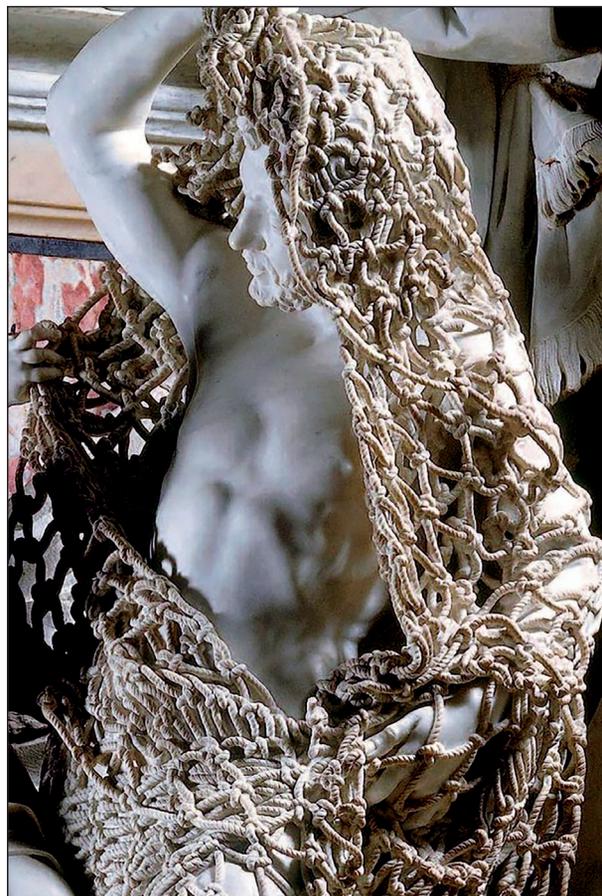


Рис. 9. Ф. Квиоло. Избавление от чар. Фрагмент (1757). Мрамор. Капелла Сан-Северо, Неаполь, Италия

Fig. 9. Quirolo. Dissingano. Fragment (1757). Marble. Chapel of San Severo, Naples, Italy

По мнению ученых-медиков, желтая палитра Ван Гога обязана его эпилепсии. Художник принимал лекарство — дигиталис [33], способствующий усилению желтых оттенков в цветовой гамме окружающего мира, видению желтых кругов вокруг звезд. В настоящее время доказано, что лечить эпилепсию этим препаратом бессмысленно.

В настоящее время многие шедевры живописи изучают на предмет их подлинности с помощью современных технологий (рис. 7, 8).

Однако высококлассные подделки до сих пор распространены. Так, художник Т. Китинг выполнил и продал сотни полотен за огромные деньги. Талантливыми мошенниками XX в. также были Э. Мругалла и Т. Тетро, насытившие рынок тысячами лжеполотен Рембрандта, Ван Гога, Гогена, Рубенса и других известных мастеров, которыми, тем не менее, по сей день восхищаются искусствоведы всего мира. Правда, есть еще шедевры, в частности в области скульптурного творчества, которые в принципе невозможно подделать, хотя пытались многие. Это, прежде всего, относится к творению итальянского скульптора Франческо Квиоло «Избавление от чар» (Disinganno, 1757).

Сеть из мрамора, накинута на тело мужчины вызывает удивление и восхищение у всех посетителей (рис. 9).

Мексиканские физики нашли новый способ датировки наскальной живописи. Выяснилось, что красная краска, использованная индейцами для фресок, содержала частицы минералов гематита и магнетита. Благодаря им, в рисунках оказалось зафиксировано направление магнитного поля при их нанесении на основу. Поскольку летопись изменений магнитного поля сохранилась и в окружающих горных породах, то по магнетизму рисунков был определен их возраст (800...1000 лет) (Наука и жизнь, раздел новости науки, 2015. № 3. С. 11–12).

Скотчи (клеякие ленты) использовались не только для датирования памятников из древесины, но и при рассмотрении особенностей поверхности скульптур (отпечатков или слепков поверхности) [34] после отслаивания от них клейкой ленты со следами прилипших частичек минералов — кальция и оксидов железа. По времени преобразования одних минералов в другие установили подлинность некоторых мраморных скульптур. Для установления возраста горных пород наибольшую ценность имеет биотит (слюда) из-за содержания в нем радиоактивного изотопа калия-40 (0,00117%), атомные ядра которого распадаются, превращаясь в аргон-49. Измеряя соотношение изотопов калия и аргона, ученые оценивают возраст породы (калий-аргоновое датирование). Наши исследования [29] по слепкам частичек сажи, оставленных на липком слое скотчей после пожара, облегчили проведение дознания по пожарам.

Выводы

Приведен обзор по способам датирования самых различных объектов и событий не только на основе дендрохронологических методов, но с использованием мирового опыта научно-технологических достижений.

Авторами [2, 13, 31] разработан новый щадящий метод (способ) датирования памятников деревянного зодчества, иконописи с использованием клейких лент, который позволил проводить оценку датирования при комнатных условиях. При этом не требуется частичного разрушения образцов, повышается достоверность определения ряда показателей (к примеру, дату рубки древесины удалось измерить с точностью ± 15 лет).

Список литературы

- [1] Покровская Е.Н. Увеличение прочности частично разрушенной древесины памятников деревянного зодчества // Вестник МГСУ, 2018. Т. 13. Вып. 11. С. 1305–1314.
- [2] Пищик И.И. Датирование памятников из древесины. М.: МГУЛ, 2014. 164 с.
- [3] Пищик И.И. Новые возможности методов датирования древесины // Вестник МГУЛ – Лесной Вестник, 2012. № 4. С. 75–77.
- [4] Ваганов Е.А., Шиятов С.Г. Дендроклиматические и дендрозоологические исследования в Северной Евразии // Лесоведение, 2005. № 4. С. 18–27.
- [5] Матвеев С.М., Румянцев Д.Е. Дендрохронология. Воронеж: Изд-во ВГЛТА, 2013. 140 с.
- [6] Fritts H.C. Tree rings and climate. London–New York–San Francisco: Academic Press, 1976. 566 p.
- [7] Петришин В. Самые старые // Химия и жизнь, 1983. № 1. С. 83–85.
- [8] Strakova D., Kozik M. Drevo v historikych pamiatkakh a jevo ochrona // Museum, 1982, no. 4, pp. 64–68
- [9] Dendrochronology in Europa Res. Laboratory for Archeology and History of Art., Oxford University Publ., 1978, no. 2.
- [10] Станко Я.Н., Горбачева Г.А. Древесные породы и основные пороки древесины. Иллюстрированное справочное пособие для работников таможенной службы / под ред. Н.М. Шматкова, А.В. Беляковой. М.: Изд-во Всемирного фонда дикой природы (WWF), 2010. 155 с.
- [11] Пинджоян М.Л. Влияние старения поверхностных слоев древесины на прочность клеевых соединений // Деревообрабатывающая пром-сть, 1970. № 10. С. 11–12.
- [12] Окамото К. Исследование старения древесины. содержание кристаллической целлюлозы в старых древесных материалах // Нихон рингаккайси, 1955. Т. 37. № 9.
- [13] Евдокимов Ю.М., Арутюнян Р.Е. Клеящие свойства липких лент // Целлюлоза, бумага и картон. М.: Изд-во ВНИПИЭМ, 1970. № 1. С. 9–10.
- [14] Михайлов А. Консервация сухой и влажной археологической древесины. София, 1984. 142 с.
- [15] Алуве К. О дендрохронологической основе памятников архитектуры западной Эстонии // Известия АН Эстонской ССР, Общественные науки, 1980. № 29. С. 343–353.
- [16] Харук В.И., Пономарев В.И. Пожары и гари сибирской тайги // Наука из первых рук, 2020. 2(87). С. 56–71
- [17] Тишин Д.В., Чижикова Н.А. Дендрохронология. Казань: Изд-во Казанского университета, 2018. 34 с.
- [18] Parkhomchuk V.V., Rastigeev S.A. Accelerator mass spectrometer of the center for collective use of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences // J. of Surface Investigation X-ray, Synchrotron and Neutron techniques, 2011, v. 5, issue 6, pp. 1068–1072.
- [19] Вагнер Г.А. Научные методы датирования в геологии, археологии и истории // Ноосфера, 2006. 575 с.
- [20] Jonson S.S., Hebsgard M.B. Ancient bacteria show evidence OFDNT repair // PNAS, 2007, v. 1, no. 04 (36), pp. 14401–14405. <https://doi.org/10.1073/pnas>
- [21] Neumann F.H. Palynology, Sedimentology and palaeology of the late Holocene Dead Sea // Quaternary Science Reviews, 2007, v. 26, no. 11–12 (2007/6/1), pp. 1476–1498.
- [22] Aitken M.J. An introduction to Optical Dating. Oxford: Oxford University Press, 1988, 267 p.
- [23] Бадаш Л. Долгие дебаты о возрасте Земли // В мире науки, 1989. 10. С. 70–78.
- [24] May E., Jones M. Conservation Science — Heritage Materials. RSC Publishing, 2006, 300 p.
- [25] Alvares L.W. Selected works with Commentary by His Students and Colleagues / Ed. W.P. Trower // The University of Chicago Press, 1988, no. 9, pp. 91–92.
- [26] Кузьмин Я.В. Радиоуглеродный метод и его применение в современной науке // Вестник РАН, 2011. Т. 81. № 2. С. 127–133.
- [27] Bell N., McPhail D. Managing change: preserving history // Materials Today, 2007, v. 10, no. 4, pp. 50–56.

- [28] Вихров В.Е. Колчин Б.А. Основы и метод дендрохронологии // Советская археология, 1962. № 1. С. 2–37.
- [29] Евдокимов Ю.М., Сулименко В.А., Сулименко С.В. Аутогезия и адгезия углеродных частиц // Клеи. Герметики. Технологии, 2015. № 12. С. 39–41.
- [30] Shevtsova E. Stable structural color patterns displayed on transparent insect wings // PNAS, 2011, v. 108(2), pp. 668–673.
- [31] Евдокимов Ю.М. Адгезия. От микро- и макроуровня к наносистемам. М.: МГУЛ, 2011. 208 с.
- [32] Sealy C. Looking over the artists Shoulder // Mat. Today, 2008, v. 11, no 11, pp. 40–44.
- [33] Покровский В. Астрономы снова вспоминают Ван Гога // Независимая газета (Приложение НГ-наука). 25 июня 2003 года. С. 16.
- [34] Марголис С.В. Установление подлинности античных мраморных скульптур с помощью геохимических методов // В мире науки, 1989. № 8. С. 66–73.
- [35] Elen S. Humphreys. How to spot a fake // Mat. Today, 2002, pp. 32–37.
- [36] de Viguerie L., Walter P., Laval E., Mottin B. Revealing the stumato Technique of Leonardo da Vinci by X-ray fluorescence Spectroscopy // Angewandte Chemie, 2010, v. 122, no. 35, pp. 6261–6264. <https://doi.org/10.1002/ange.201001116>

Сведения об авторах

Евдокимов Юрий Михайлович — канд. хим. наук, профессор кафедры процессов горения, ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России» (АГПС МЧС России), evdokur@mail.ru

Гапеев Артем Александрович — канд. техн. наук, доцент кафедры процессов горения, ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России» (АГПС МЧС России), kratos_1987@mail.ru

Прохоров Виктор Юрьевич — канд. техн. наук, профессор кафедры механики и графики, ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России» (АГПС МЧС России), prohorovv@yandex.ru

Поступила в редакцию 16.05.2023.

Одобрено после рецензирования 11.09.2023.

Принята к публикации 19.12.2023.

DATING OR HISTORY OF NATURE AND HUMANITY RECORDED NOT ONLY IN ANNUAL WOOD RINGS (REVIEW)

Yu.M. Evdokimov✉, A.A. Gapeev, V.Yu. Prohorov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, 4, Boris Galushkin st., 129366, Moscow, Russia

evdokur@mail.ru

A review of literary sources is presented that examine the dating processes of various objects (monuments of wooden architecture, icon painting, ancient sculptures, fossil animals, plants, etc.) and events (their dates and places of past earthquakes, volcanic eruptions, climate change cycles, atmospheric processes) not only on the basis of dendrochronological data, but using the entire world experience of scientific and technological achievements. Gentle non-destructive methods of dating monuments of wooden architecture, works of icon painting in familiar indoor conditions using adhesive tapes (according to foreign terminology, the scotch method, since sticky and adhesive tapes are united under the common name scotch) are examined and studied in detail. Judgment about the age of wood is carried out according to the strength of the adhesive joint, which changes, along with other characteristics of wood (wettability, density, etc.).

Keywords: wood of various ages, tree rings, adhesive tapes, modern dating methods

Suggested citation: Evdokimov Yu.M., Gapeev A.A., Prokhorov V.Yu. *Datirovanie ili istoriya prirody i chelovechestva zapisana ne tol'ko v godichnykh kol'tsakh drevesiny (obzor)* [Dating or history of nature and humanity recorded not only in annual wood rings (review)]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2024, vol. 28, no. 2, pp. 127–135. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-2-127-135

References

- [1] Pokrovskaya E.N. *Uvelichenie prochnosti chastichno razrushennoy drevesiny pamyatnikov derevyannogo zodchestva* [Increasing the strength of partially destroyed wood of monuments of wooden architecture]. *Vestnik MGSU* [Bulletin of MGSU], 2018, v. 13, iss. 11, pp. 1305–1314.
- [2] Pishchik I.I. *Datirovanie pamyatnikov iz drevesiny* [Dating of wooden monuments]. Moscow: MGUL, 2014, 164 p.
- [3] Pishchik I.I. *Novye vozmozhnosti metodov datirovaniya drevesiny* [New possibilities of wood dating methods]. Moscow state forest university bulletin – *Lesnoy vestnik*, 2012, no. 4, pp. 75–77.
- [4] Vaganov E.A., Shiyatov S.G. *Dendroklimaticheskie i dendroekologicheskie issledovaniya v Severnoy Evrazii* [Dendroclimatic and dendroecological studies in Northern Eurasia]. *Lesovedenie*, 2005, no. 4, pp. 18–27.
- [5] Matveev S.M., Rumyantsev D.E. *Dendrokhnologiya* [Dendrochronology]. Voronezh: VGLTA, 2013, 140 p.

- [6] Fritts H.C. Tree rings and climate. London–New York–San Francisco: Academic Press, 1976, 566 p.
- [7] Petrishin V. *Samye starye* [The oldest]. *Khimiya i zhizn'* [Chemistry and Life], 1983, no. 1, pp. 83–85.
- [8] Strakova D., Kozik M. Drevo v historikych pamiatkah a jevo ochrona. Museum, 1982, no. 4, pp. 64–68
- [9] Dendrochronology in Europa Res. Laboratory for Archeology and History of Art. Oxford University Publ., 1978, no. 2.
- [10] Stanko, Ya.N., Gorbacheva G.A. *Drevesnye porody i osnovnye poroki drevesiny. Illyustrirovannoe spravocnoe posobie dlya rabotnikov tamozhennoy sluzhby* [Tree species and main wood defects. Illustrated reference guide for customs officers]. Ed. N.M. Shmatkova, A.V. Belyakova; World Wildlife Fund (WWF). Moscow, 2010, 155 p.
- [11] Pindzhoyan M.L. *Vliyaniye stareniya poverkhnostnykh sloev drevesiny na prochnost' kleevykh soedineniy* [The influence of aging of surface layers of wood on the strength of adhesive joints]. *Derevoobrabatyvayushchaya prom-st'* [Woodworking industry], 1970, no. 10, pp. 11–12.
- [12] Okamoto K. *Issledovanie stareniya drevesiny. sodержание kristallicheskoj tsellyulozy v starykh drevesnykh materialakh* [Study of wood aging. content of crystalline cellulose in old wood materials]. *Nikhon ringakkaysi* [Nihon Ringakkaishi], 1955, t. 37, no. 9.
- [13] Evdokimov Yu.M., Arutyunyan R.E. *Kleyashchie svoystva lipkikh lent* [Adhesive properties of adhesive tapes]. *Tsellyuloza, bumaga i karton* [Pulp, paper and cardboard]. Moscow: VNIPIEM, 1970, no. 1, pp. 9–10.
- [14] Mikhaylov A. *Konservatsiya sukhoy i vlazhnoy arkhologicheskoy drevesiny* [Conservation of dry and wet archaeological wood]. Sofia, 1984, 142 p.
- [15] Aluve K. *O dendrokronologicheskoy osnove pamyatnikov arkhitektury zapadnoy Estonii* [On the dendrochronological basis of architectural monuments of western Estonia]. *Izvestiya AN Estonskoy SSR, Obshchestvennyye nauki* [News of the Academy of Sciences of the Estonian SSR, Social Sciences], 1980, no. 29, pp. 343–353.
- [16] Kharuk V.I., Ponomarev V.I. *Pozhary i gari sibirskoy taygi* [Fires and burning in the Siberian taiga]. *Nauka iz pervykh ruk* [First-hand science], 2020, no. 2(87), pp. 56–71
- [17] Tishin D.V., Chizhikova N.A. *Dendrokronologiya* [Dendrochronology]. Kazan: Kazan University, 2018, 34 p.
- [18] Parkhomchuk V.V., Rastigeev S.A. Accelerator mass spectrometer of the center for collective use of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. *J. of Surface Investigation X-ray, Synchrotron and Neutron techniques*, 2011, v. 5, iss. 6, pp. 1068–1072.
- [19] Vagner G.A. *Nauchnye metody datirovaniya v geologii, arkhologii i istorii* [Scientific dating methods in geology, archeology and history]. *Noosfera* [Noosphere], 2006, 575 p.
- [20] Jonson S.S., Hebsgard M.B. Ancient bacteria show evidence OFDNT repair. *PNAS*, 2007, v. 1, no. 04 (36), pp. 14401–14405. <https://doi.org/10.1073/pnas>
- [21] Neumann F.H. Palynology, Sedimentology and palaeology of the late Holocene Dead Sea. *Guaterrary Science Reviews*, 2007, v. 26, no. 11–12 (2007/6/1), pp. 1476–1498.
- [22] Aitken M.J. *An introduction to Optical Dating*. Oxford University Press, 1988, 267 p.
- [23] Badash L. *Dolgie debaty o vozraste Zemli* [Long debate about the age of the Earth]. *V mire nauki* [In the world of science], 1989, no. 10, pp. 70–78.
- [24] May E., Jones M. *Conservation Science – Heritage Materials*. RSC Publishing, 2006, 300 p.
- [25] Alvares L.W. *Selected works with Commentary by His Students and Colleagues*. Ed. W.P. Trower. The University of Chicago Press, 1988, no. 9, pp. 91–92.
- [26] Kuz'min Ya.V. *Radiouglerodnyy metod i ego primeneniye v sovremennoy nauke* [Radiocarbon method and its application in modern science]. [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], 2011, t. 81, no. 2, pp. 127–133.
- [27] Bell N., McPhail D. Managing change: preserving history. *Materials Today*, 2007, v. 10, no. 4, pp. 50–56.
- [28] Vikhrov V.E., Kolchin B.A. *Osnovy i metod dendrokronologii* [Fundamentals and method of dendrochronology]. *Sovetskaya arkhologiya* [Soviet Archeology], 1962, no. 1, pp. 2–37.
- [29] Evdokimov Yu.M., Sulimenko V.A., Sulimenko S.V. *Autogeziya i adgeziya uglerodnykh chastits* [Autohesion and adhesion of carbon particles]. *Klei. Germetiki. Tekhnologii* [Adhesives. Sealants. Technologies], 2015, no. 12, pp. 39–41.
- [30] Shevtsova E. Stable structural color patterns displayed on transparent insect wings. *PNAS*, 2011, v. 108(2), pp. 668–673.
- [31] Evdokimov Yu.M. *Adgeziya. Ot mikro- i makrourovnya k nanosistemam* [Adhesion. From micro- and macro-level to nanosystems]. Moscow: MGUL, 2011, 208 p.
- [32] Sealy C. Looking over the artists Shoulder. *Mat. Today*, 2008, v. 11, no 11, pp. 40–44.
- [33] Pokrovskiy V. *Astronomy snova vspominayut Van Goga* [Astronomers again remember Van Gogh]. *Nezavisimaya gazeta (Prilozhenie NG-nauka)* [Nezavisimaya Gazeta (NG-science Appendix)], June 25, 2003, p. 16.
- [34] Margolis S.V. *Ustanovleniye podlinnosti antichnykh mramornykh skul'ptur s pomoshch'yu geokhimicheskikh metodov* [Establishing the authenticity of antique marble sculptures using geochemical methods]. *V mire nauki* [In the world of science], 1989, no. 8, pp. 66–73.
- [35] Elen S. Humphreys. How to spot a fake. *Mat. Today*, 2002, pp. 32–37.
- [36] de Viguierie L., Walter P., Laval E., Mottin B. Revealing the stumato Technique of Leonardo da Vinci by X-ray fluorescence Spectroscopy. *Angewandte Chemie*, 2010, v. 122, no. 35, pp. 6261–6264. <https://doi.org/10.1002/ange.201001116>

Authors' information

Evdokimov Yuriy Mikhaylovich  — Cand. Sci. (Chem.), Professor of the Department of Process of fire, State Fire Academy of EMERCOM of Russia, evdokur@mail.ru

Gapeev Artem Aleksandrovich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the Department of Process of fire, State Fire Academy of EMERCOM of Russia, kratos_1987@mail.ru

Prokhorov Viktor Yur'evich — Cand. Sci. (Tech.), Professor of the Department of Mechanics and Graphics, State Fire Academy of EMERCOM of Russia, prohorovv@yandex.ru

Received 16.05.2023.

Approved after review 11.09.2023.

Accepted for publication 19.12.2023.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
 Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
 Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article
 The authors declare that there is no conflict of interest