

АБСОЛЮТНАЯ ГЕНЕРАЛИЗИРОВАННАЯ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА БАССЕЙНОВ РЕК ШЕКСНА И СУХОНА (1085–2009 гг.)

© 2014 г. А.А. Карпухин*, В.В. Мацковский**

*Институт археологии РАН, Москва (KarpuhinAA@iaran.ru)

**Институт географии РАН, Москва

Ключевые слова: дендрохронология, дендроклиматология, дендрощкалы, дендродаты, древесно-кольцевые хронологии, годовичные кольца.

The article presents the tree-ring chronology of the Sheksna and Sukhona river basins for the period from 1085 to 2009. It was based on the wood of living trees, architectural monuments and timbers from excavation at Kirillo-Belozersky monastery. There are sets of yearly growth of 109 samples in its structure. This is the first continuous and absolutely dated chronology of such duration on the European part of Russia which is tied to the modern age.

Исследования археологических памятников бассейнов рек Шексна и Сухона (Вологодская обл.) последних лет во многом позволяют детализировать представления о стратегии жизнеобеспечения, хозяйственном базисе и культурных традициях древнего населения региона (Макаров, Захаров, 2003; Захаров, 2004; Зайцева, 2008; Молчанов и др., 2008; Папин, 2008а; Васильева, 2009; Аверин и др., 2011; Завьялов, Терехова, 2012; Кашинцев, 2012). В то же время современное развитие археологии требует комплексного подхода и использования всего спектра данных естественных наук, широко применяемых в настоящее время (см. Борисов, 2010; Борисов и др., 2011; Ершова, Чернов, 2010; Долгих, 2012; Журбин, 2012; Коробов, Борисов, 2012; Федорина, 2012; Федорина, Красникова, 2012; Иванова и др., 2013).

На первых этапах своего развития в нашей стране дендрохронология рассматривалась как часть дендроклиматологии, занимающаяся составлением дендрохронологических шкал, абсолютным или относительным датированием как самих шкал, так и образцов древесины по этим шкалам (Вихров, Колчин, 1962. С. 100; Колчин, Битвинкас, 1972. С. 80; Колчин, Черных, 1977. С. 6–14). В последующие годы использование данных годовичных колец деревьев для решения разнообразных исследовательских задач вызвало появление большого количества узких терминов, призванных уточнить цели и задачи конкретных направлений, в том числе и “дендроархеологии”. По мнению ведущих отечественных специалистов, “подобное деление искусственно, так как любое исследование включает в себя хронологический раздел” и все эти направле-

ния относятся к сфере дендрохронологии (Шиятов и др., 2000. С. 15).

Дендрохронология уже давно заняла свое место в ряду естественно-научных дисциплин, данные которых широко применяются в археологии, однако за последние десятилетия в используемых ею методах произошли существенные изменения, остающиеся вне поля зрения археологов. Часто недостаточное знание методических подходов, внутренней логики построений дендрохронологических исследований влечет за собой непонимание требований, которые предъявляются к коллекциям древесины, или некорректную интерпретацию полученных результатов.

Для большинства археологов, особенно работающих со средневековыми материалами Европейской России, единственным методом сопоставления динамики годовичного прироста образцов древесины до сих пор остается метод полулогарифмических кривых, предложенный немецким дендрохронологом Б. Хубером и подробно изложенный в отечественной литературе (Вихров, Колчин, 1962. С. 107, 108; Колчин, Битвинкас, 1972. С. 88, 89; Колчин, Черных, 1977. С. 19–22). Действительно, в абсолютном большинстве публикаций, посвященных результатам дендрохронологических исследований археологических материалов этой территории, начиная с 1960-х годов и до наших дней упоминается именно данный метод. Такое положение вещей во многом объясняется спецификой именно “дендроархеологии”, поскольку главная ее задача – установление относительных или абсолютных календарных датировок образцов древесины из ар-

хеологических раскопок, а указанный метод позволяет исключить многие параметры годичных колец, несущественные для датировки. Однако эти параметры остаются востребованными для разработки других направлений дендрохронологии, а графическое представление материалов создает определенные трудности для их дальнейшего использования. В данном случае речь идет именно об использовании данных, которые могут быть извлечены из результатов измерений только ширины годичных колец. За рамками остаются такие характеристики радиального прироста древесины, как ширина ранней и поздней древесины. Кроме того, не затрагиваются площадные и плотностные характеристики погодичного прироста, получение которых требует проведения денситометрического анализа, данные, получаемые при изучении химического и изотопного состава древесины (подробнее см. Шиятов и др., 2000. С. 54–66).

В итоге, с одной стороны, затрудняется применение дендроданных, полученных по материалам из археологических раскопок, в других исследованиях, а с другой стороны, довольно сложным оказывается процесс привязки археологических дендрошкал к современности. Напомним, что к настоящему моменту ни одна из дендрошкал археологических памятников Европейской части России не привязана к ныне живущим деревьям (Черных, 1996; Карпухин, 2009). Все они получили свои календарные датировки путем перекрестного датирования между собой или по древесине архитектурных памятников, имеющих календарные даты (Колчин, 1963. С. 37–64; Черных, 1967. С. 130; 1972. С. 89, 90).

Несмотря на то что основные результаты дендрохронологических исследований материалов из раскопок и отдельных архитектурных объектов Вологодской обл. уже опубликованы (Черных, 1965, 1982; Черных, Карпухин, 2005, 2006а–в, 2008), новое обращение к этим материалам оказалось необходимым в связи с изучением климатической изменчивости на Европейской территории России с помощью косвенных методов индикации, проводимым в Институте географии РАН (Соломина и др., 2011). Основными задачами были как проверка полученных ранее датировок, так и построение максимально протяженной, привязанной к живым деревьям дендрохронологической шкалы, пригодной для абсолютного датирования материалов данного региона и исследований климатической изменчивости.

Обычно под термином “дендрошкала”¹ подразумевается “система синхронизированных и скор-

ректированных с помощью особых – визуальных и математических – приемов оценки годичных приростов у древесных пород. Последние выстраиваются при этом в хронологически строгую последовательную серию” (Черных Е.Н., Черных Н.Б., 2005. С. 21). Однако выбор той или иной методики влечет за собой изменение требований, предъявляемых к исследуемым материалам. В ходе работ авторы настоящей статьи отказались от метода полулогарифмических кривых и опирались на статистические параметры оценки корректности датировок (Holmes, 1983; *Methods of Dendrochronology ...*, 1990; Rinn, 1996). При этом дендрохронологическая шкала, или древесно-кольцевая хронология, представлялась в виде дискретного временного ряда, характеризующего изменчивость погодичного прироста и содержащего синхронизированные между собой усредненные ряды измерений ширины годичных колец отдельных образцов.

До 1999 г. в лаборатории Института археологии РАН (далее ИА) измерения ширины годичных колец проводились при помощи бинокулярного микроскопа, и их точность составляла 0.05 мм. С появлением полуавтоматической установки LINTAB она возросла до 0.01 мм. Кроме того, если в первом случае результаты измерений хранились в рукописном виде, то во втором сразу сохранялись в электронном формате Tucson rw1. Для приведения измерений к единому стандарту была разработана программа xls2rw1 (<http://paleoglaciology.org/ru/TreeRingLab/>), позволяющая переводить серии измерений из формата MS Excel в формат Tucson rw1.

Что касается примененных параметров оценки синхронности рядов погодичного прироста, то они далеко не единственные в обширном математико-статистическом аппарате, используемом в современных дендрохронологических исследованиях (*Methods of Dendrochronology...*, 1990). Выбор определенных способов сравнения и датирования во многом обусловлен использованием конкретно программного обеспечения.

При помощи программного пакета TSAP-Win Scientific (© 2002–2005 Frank Rinn, Heidelberg; <http://www.rinntech.com/Products/index.htm>; Rinn, 1996) осуществлялось визуальное совмещение графиков погодичного прироста образцов каждого комплекса (под комплексом подразумевается серия образцов одного сооружения, горизонта или раскопа). Результаты выполненной синхронизации проверялись показателями нескольких статистических коэффициентов: синхронности (*Gkl*, *Gleichlaufigkeit*), корреляции Пирсона (*CC*, *Cross Correlation*), индекса перекрестного датирования (*CDI*, *Cross-Dating Index*). Коэффициент *Gkl* (Huber, 1943; Eckstein,

¹ В современных исследованиях употребляется термин “древесно-кольцевая хронология” (Ваганов и др., 1996; Шиятов и др., 2000), по сути являющийся синонимом, однако позволим себе использование более привычного для большинства археологов понятия “дендрошкала”.

Vauch, 1969) фактически представляет собой не что иное, как давно используемый в дендрохронологии показатель сходства или сходных интервалов (Cx), дающий процент совпадающих увеличений и уменьшений прироста для двух серий годовых приростов (Колчин, Битвинскас, 1972. С. 88; Битвинскас, 1974. С. 64; Колчин, Черных, 1977. С. 22). Коэффициент корреляции Пирсона также показывает сходство двух древесно-кольцевых рядов, но его значение может быть завышено (увеличиваться без фактического увеличения сходства) при наличии возрастного тренда в обеих сериях годовых колец. Индекс перекрестного датирования – интегральный показатель, рассчитываемый для двух серий ширины годовых колец с учетом длины интервала пересечения на основе нескольких статистических параметров: коэффициента синхронности, коэффициента корреляции, t -статистики критерия Стьюдента для сглаженных и несглаженных серий (Baillie, Pilcher, 1973).

Полученные результаты относительной датировки образцов в рамках конкретного комплекса дополнительно проверялись при помощи программы COFESHA (Holmes, 1983), используемой для оценки результатов перекрестного датирования в Международном банке данных годовых колец (ITRDB). Эта программа “разделяет” каждый древесно-кольцевой ряд на последовательные 50-летние сегменты таким образом, что каждый следующий сегмент включает в себя половину предыдущего (25-летнее взаимное перекрытие сегментов). Затем осуществляется расчет корреляции этого сегмента с мастер-хронологией в текущей позиции, 10 предыдущих и 10 последующих позициях со сдвигом в 1 год, и в случае наличия лучшей корреляции в другой позиции выдает предупреждение. В качестве мастер-хронологии в данном случае выступает усредненный ряд измерений, построенный по всем остальным образцам комплекса. Эта процедура позволяет выявить ошибки измерения и датирования, а также “ложные” и “выпавшие” кольца, т.е. те годы, в которые у дерева либо образовалось два кольца, либо не образовалось ни одного (возможно, лишь на части окружности кольца) (Шиятов и др., 2000. С. 44, 45). В результате для каждого древесно-кольцевого ряда датировку получают несколько его отдельных сегментов. Совпадение датировок нескольких сегментов подтверждает корректность датировки всего ряда.

Использование указанных критериев оценки в полной мере корректно только в том случае, если взаимное перекрытие сопоставляемых между собой образцов (а значит, и их биологический возраст) составляет не менее 100 лет. Применение

описанных программ и методик оценки корректности синхронизации рядов погодичного прироста повлекло за собой сокращение имеющейся выборки материалов по возрастным параметрам. Дендрохронологическое датирование коротких серий также возможно, однако требует привлечения дополнительной информации о принадлежности их к комплексу с более узкими хронологическими рамками. При отсутствии такой информации короткий образец может получить несколько различных датировок с близкими статистическими показателями.

Одна из проблем дендрохронологии при работе с материалами археологических и архитектурных памятников – неопределенность источников строительной древесины, а следовательно, и места произрастания деревьев. Как правило, предполагается, что древесина поступала из ближайшей округи. Для первоначальных этапов существования археологических памятников данное предположение, по-видимому, можно считать верным. Но с их развитием территория, поставляющая строительный лес, должна была расширяться. Кроме того, по крайней мере для средневековья стоит иметь в виду уже сложившиеся земельно-собственнические отношения, и, как следствие, формирование довольно сложных торгово-рыночных связей, влияющих на поступления строительного леса. В связи с этим большую роль играет один из важных принципов дендрохронологии – массовость или повторность (Колчин, Черных, 1977. С. 18, 19; Шиятов и др., 2000. С. 19), подразумевающий использование данных не одного, а максимально возможного количества деревьев, что позволяет нивелировать индивидуальные особенности прироста отдельных деревьев, выделяя при этом общую изменчивость.

Следование последнему условию требует рассматривать все многолетние древесные стволы в первую очередь в рамках групп или комплексов, формируемых по принципу хронологической, стратиграфической или конструктивной близости друг к другу исследуемых образцов. Причем если с памятниками архитектуры такая группировка осуществлялась достаточно просто: один объект (постройка) – один комплекс, то в “археологический” блок могли включаться образцы одного стратиграфического горизонта, шурфа или небольшого раскопа. В связи с этим огромную роль играл археологический контекст, подробность сопровождавшей дендроколлекцию документации, составленной авторами раскопок, и их консультации. Во многом такое усложнение логической конструкции вызвано тем, что далеко не все постройки представлены сериями многолетних образцов.

Дендрохронологические комплексы абсолютной генерализированной шкалы бассейнов рек Шексна и Сухона (Вологодская обл.)

Код комплекса	Описание комплекса	Тип объекта отбора образцов (порода древесины – сосна)	Вероятная датировка последних годовичных колец	Тип образцов (количество)	Годы	Протяженность (лет)
kov	Коварзинское лесничество (Кирилловский р-н)	Живые деревья	2009 г.	Керны (15)	1786–2009	224
hra	Дом В.В. Храпова, д. Бор, Нюксенского р-на*	Памятник архитектуры	Конец XIX в.	» (12)	1719–1886	168
kor	Дом В.Н. Копылова, д. Коростелево, Сямженского р-на*	»	1881 г.	» (4)	1747–1863	117
tar	Дом И.И. Кочкина, д. Андреевская Тарногского р-на*	»	Вторая половина XIX в.	» (12)	1677–1844	168
cipinoet	Ц. Ильи Пророка в Цыпинском погосте (Кирилловский р-н)	»	1756 г.	» (11)	1574–1752	179
kir07all	г. Кириллов, раскопы 1, 2, 2007 г.	Археологический комплекс	XVIII–XX вв.	Спилы (3)	1544–1744	201
pkel	Поваренные кельи, или Хлебный домик**	Памятник архитектуры	1680–1685 гг.	» (5)	1533–1684	152
ysp99h4	Шурф 4, 1999 г. (Успенский монастырь), сваи укрепления стен ямы**	Археологический комплекс	XVII–XVIII вв.	» (2)	1547–1683	137
ysp94l	Шурф 4, 1994 г. (Успенский монастырь), сваи ледника**	Археологический комплекс	XVI–XVII вв.	» (3)	1529–1670	142
pbah	Сваи фундамента крепостной стены у Поваренной башни**	Памятник архитектуры	XVII в.	» (2)	1493–1627	135
kir69st	Сваи фундамента крепостных стен Успенского монастыря**	»	1523–1601 гг.	» (3)	1394–1566	173
c01a	Часовня Кирилла**	»	Не ранее 1397 г.	Керны (9)	1367–1560	194
kir04nas	Раскоп 3, 2004 г. (Новый город), настил**	Археологический комплекс	XV–XVI вв.	Спилы (2)	1319–1537	219
ysp11kol	Раскоп 14, 2011 г., ц. Епифания, колодезный сруб**	»	До 1645 г.	» (2)	1405–1516	112
kir00g	Шурф 3, 2000 г. (Тюремный двор), бревенчатый настил**	»	До 1510-х годов	» (2)	1401–1505	105
kir04s2	Раскоп 3, 2004 г. (Новый город), сруб 2**	»	XV–XVI вв.	» (5)	1320–1503	184
kir04s3	Раскоп 3, 2004 г. (Новый город), сруб 3**	»	»	» (2)	1287–1465	179
mon07zav	Раскоп 5, 2007 г. (Успенский монастырь), завал бревен**	»	»	» (8)	1130–1445	316
kbm08et	Раскоп 7, шурф 4, 2008 г. (Успенский монастырь), завалы бревен	»	»	» (4)	1118–1440	323
mon07sr1	Раскоп 5, 2007 г. (Успенский монастырь), сруб 1**	»	»	» (4)	1085–1436	352

* Архитектурно-этнографический музей Вологодской обл. "Семенково".

** Кирилло-Белозерский монастырь.

После составления относительной хронологии рядов погодичного прироста каждого комплекса авторы переходили к сопоставлению этих комплексов между собой, опираясь на археологические и исторические данные об их абсолютной датировке. С помощью программного пакета TSAP-Win Scientific осуществлялось перекрестное датирование более раннего комплекса по более позднему, абсолютно датированному комплексу, при этом первый также получал абсолютную датировку. Полученные результаты дополнительно проверялись в программе COFESHA.

Необходимо упомянуть, что если образцы археологической древесины и одного памятника архитектуры, первоначальная обработка которых проходила в лаборатории ИА, были представлены поперечными спилами с бревен, то отбор образцов объектов, изучавшихся сотрудниками Института географии РАН (далее ИГ), осуществлялся при помощи возрастных буров путем высверливания радиальных кернов. В рамках данной работы было проведено построение усредненных рядов измерений для радиусов спилов или кернов от одного дерева, т.е. каждый древесно-кольцевой ряд отражал динамику погодичного прироста только одного древесного ствола².

Далее рассмотрим дендрохронологические комплексы, которые позволили составить данную древесно-кольцевую хронологию и, в ряде случаев, рассмотреть полученные календарные датировки в исторической ретроспективе. Приводимые условные названия комплексов соответствуют названиям файлов, содержащих измерения годичных колец конкретной серии образцов, для удобства обращения к древесно-кольцевым хронологиям как в уже вышедших, так и в последующих публикациях. Подробное описание комплексов см. в таблице.

Комплекс kov – единственная в исследованной выборке серия, полученная по 15 многолетним живым деревьям. В 2010 г. сотрудниками ИГ были

отобраны керны сосен в лесничестве Кирилловского р-на (географическое положение всех комплексов – рис. 1) и составлена древесно-кольцевая хронология протяженностью в 224 года (1786–2009 гг.).

Комплекс hra соответствует дому В.В. Храпова: 12 образцов древесины возрастом от 112 до 165 лет. Построенная плавающая шкала протяженностью в 168 лет получила абсолютную календарную датировку (1719–1886 гг.) по указанной выше хронологии живых деревьев. Дендродаты последних сохранившихся годичных колец распределяются в хронологическом диапазоне от 1872 до 1886 г.

Комплекс kop – четыре образца, отобранные с элементов дома В.Н. Копылова. Возраст древесных стволов – от 100 до 109 лет. Составленная древесно-кольцевая хронология протяженностью в 117 лет получила календарную датировку 1747–1863 гг. Любопытно, что на доске фриза водяного слива имеется надпись: “1881го: сеі домъ Васи́лія Копы́лова”. Полученные даты последних сохранившихся колец образцов – 1855, 1856 и 1863 (2 даты) гг. Выявленный разброс дат может свидетельствовать или об использовании в строительстве старой древесины, или о более раннем времени возведения постройки. В последнем случае дата 1881 г., по-видимому, может относиться к каким-либо ремонтам кровли.

Комплекс tar относится к дому И.И. Кочкина, датируемого, по-видимому, по стилистическим особенностям второй половиной XIX в. В комплекс вошли 12 древесных стволов возрастом от 105 до 168 лет. Крайние календарные точки составленной хронологии – 1677 и 1844 гг. Количественное и хронологическое распределение дат последних колец образцов (1827, 1828, 1837, 1840, 1842 – 2 даты, 1844 – 5 дат) позволяет определить время возведения постройки как середину 1840-х годов.

Комплекс cipinoet соответствует ц. Ильи Пророка в Цыпинском погосте. Из всей выборки изученных ранее материалов постройки (Черных, Карпухин, 2006в) отобраны ряды погодичного прироста 11 образцов возрастом от 103 до 179 лет. В результате составлена древесно-кольцевая хронология протяженностью в 179 лет, крайние точки которой – 1574 и 1752 гг. Дополнительная проверка, проведенная по материалам архитектурных памятников музея “Семенково”, полностью подтвердила правильность опубликованных ранее датировок. Отличает дендроматериалы данного памятника от остальных то, что календарные даты последних годичных колец всех образцов приходятся на один (1752) год. Напомним, что при реставрационных работах 2003–2004 гг. была обнаружена “закладная” монета 1755 г. Эти данные могут свидетельствовать о

²По требованиям Международного банка данных годичных колец (ITRDB) при размещении в нем исходных материалов составленных древесно-кольцевых хронологий один древесный ствол представляется, как правило, двумя рядами измерений, проведенных по двум радиусам спила или двум кернам (<http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/treeinfo.html>). Такой способ представления данных часто практикуется и в современных трудах по дендроклиматологии, что позволяет другим исследователям самостоятельно проверить полученные результаты и преобразовать исходные измерения в любой другой формат, отвечающий целям и задачам новых работ. Тем не менее, поскольку данная публикация относится и к области “дендроархеологии”, авторы позволили себе отступить от этого правила во избежание путаницы при подсчете образцов, которая может повлечь за собой ошибки и недопонимание при указаниях на количество полученных дендродат и др.

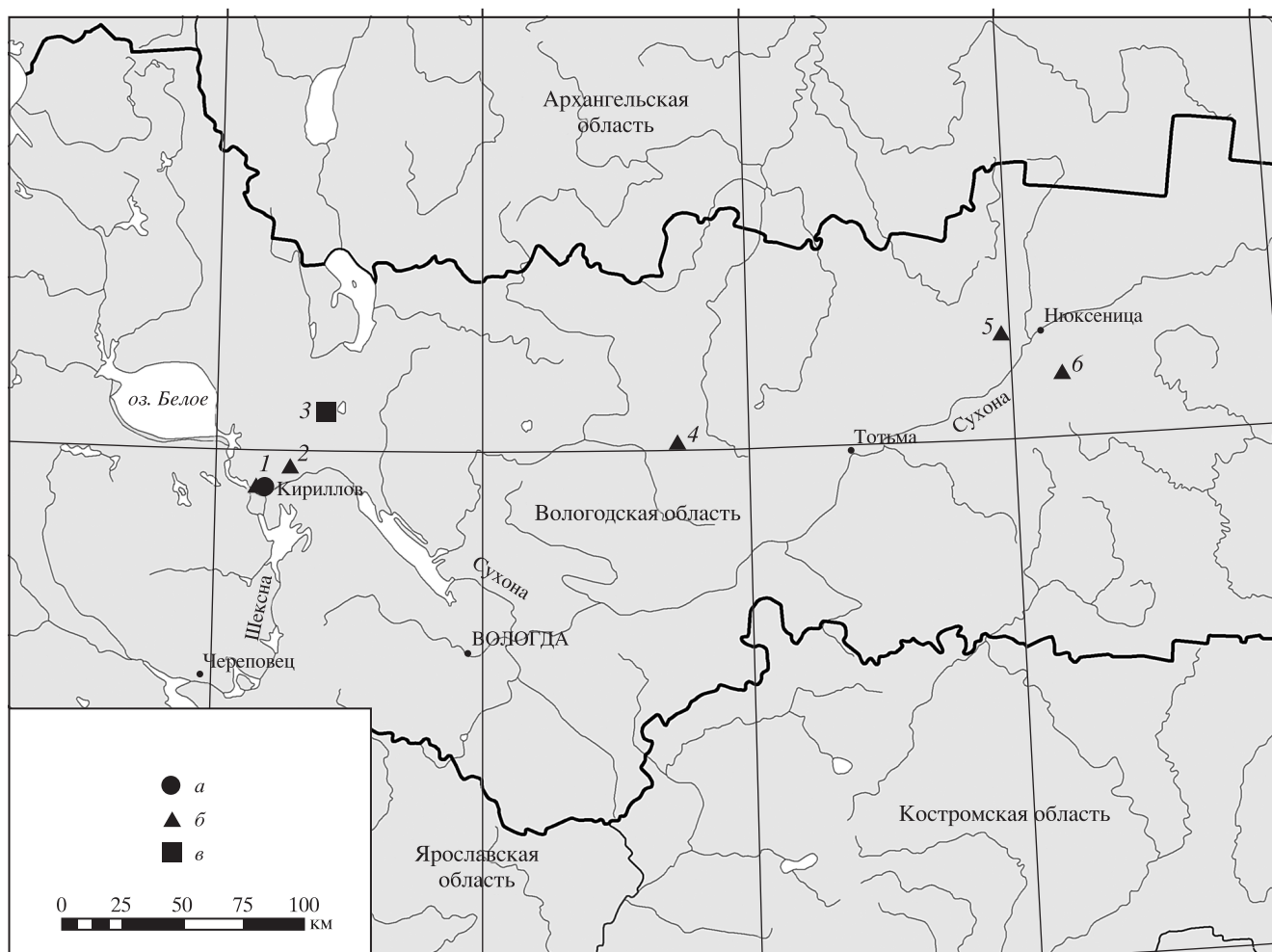


Рис. 1. Карта местоположения исследованных объектов. 1 – Кирилло-Белозерский монастырь; 2 – с. Цыпино; 3 – Коварзинское лесничество; 4 – д. Коростелево; 5 – д. Андреевская; 6 – д. Бор. Условные обозначения объектов отбора образцов: а – памятники археологии; б – архитектурные памятники; в – живые деревья.

предварительной заготовке строительного леса, использованного при возведении церкви, за 2–3 года до начала строительства.

Комплекс kir07all. При охранных археологических работах 2007 г. за пределами крепостных стен Кирилло-Белозерского монастыря, однако в непосредственной близости от них исследованы культурные напластования XVIII–XX вв. (Мокрушин и др., 2010. С. 46, 47). В процессе раскопок собрана коллекция древесины из восьми образцов, взятых с бревенчатых элементов колодца и завала бревен. Из них только три образца имели биологический возраст более 100 лет. Поскольку культурный слой, из которого происходила древесина, датирован авторами работ XIX в. (Папин, 2008б. С. 40, 41), вероятно, отобранные образцы из завала должны относиться к несколько более раннему времени, так как на бревнах завала имеются следы обработки, что позволяет предполагать их использование в ка-

ких-то предшествующих конструкциях. В результате была составлена древесно-кольцевая хронология протяженностью в 201 год. Разница между последними годичными кольцами бревен составила 4 года, а последнее годичное кольцо образца из колодца образовалось на 34 года позже. При попытке абсолютного датирования выявлена согласованность динамики погодичного прироста древесных стволов с серией образцов ц. Ильи Пророка. Крайние точки древесно-кольцевой хронологии – 1544 и 1744 гг. Таким образом, календарные даты последних сохранившихся колец бревен из завала – 1706 и 1710 гг., а колодца – 1744 г.

Комплекс pkel. Серия из пяти спилов возрастом от 127 до 148 лет, отобранных с деревянных свай фундамента Поваренных келий, или Хлебного домика Кирилло-Белозерского монастыря, была получена сотрудником НПО «Союзреставрация» Н.Ф. Сергеевой и передана в лабораторию ИА в

1987 г. По мнению ряда исследователей, постройка была возведена между 1680 и 1685 г. (Кирпичников, Хлопин, 1972. С. 11). Проверка относительной хронологии, составленной по данным образцам ранее (Черных, Карпухин, 2006б. С. 155.), позволила уточнить эту датировку. В результате оказалось, что последние кольца трех бревен сформировались в один год, еще одного – на год позднее и последнего – на 24 года ранее бревен основной группы. Составленная последовательность годовых колец имеет протяженность в 152 года. Ее крайние точки – 1533 и 1684 гг. Абсолютные календарные даты последних колец исследованных образцов – 1659, 1683 (3 даты) и 1684 гг.

Комплекс usp99h4. Два спиля с бревен-свай, служивших для укрепления стенок ямы на территории Кирилло-Белозерского монастыря, датированной авторами раскопок XVII–XVIII вв., ранее уже позволили составить группу с разбросом дат последних сохранившихся годовых колец в три года. Проведенная проверка подтвердила правильность относительной датировки образцов. Протяженность составленной последовательности – 137 лет (1547–1683 гг.). Календарные даты последних колец (1680 и 1683 гг.) дали сдвиг на один год по сравнению с полученными ранее результатами (Черных, Карпухин, 2006б. С. 155).

Комплекс usp94l. Три образца свай, служивших для укрепления стенок ямы, интерпретированной авторами раскопок как ледник XVI–XVII вв., отобранные при исследованиях территории Успенского монастыря. В одной из работ указывалось, что конструкция представлена четырьмя образцами (Черных, Карпухин, 2006б. С. 155). Однако в процессе проверки данных выяснилось, что два спиля отобранные с одного древесного ствола, в связи с чем для него был составлен один усредненный ряд годовичного прироста, но не по двум, а по четырем измеренным радиусам. Составленная последовательность имеет протяженность в 142 года при относительном разбросе дат последних колец от 2 до 15 лет. Их абсолютные даты (1655, 1668 и 1670 гг.), полученные путем перекрестного датирования по материалам комплексов rkel1 и usp99h4, отличаются на шесть лет от опубликованных ранее.

Комплекс pbah – два образца, отобранных в 1971 г. А.Н. Кирпичниковым со свай фундамента “внешней прикладки” крепостной стены у Поваренной башни, пристроенной, по мнению исследователей, при реконструкции стен в XVII в. (Подъяпольский, 1982. С. 213). Составленная последовательность имеет протяженность в 135 лет с относительным разбросом дат последних сохранившихся колец в 2 года (Черных, Карпухин, 2008. С. 234), абсолют-

ные календарные даты которых (1625 и 1627 гг.) при проведении дополнительной проверки полностью подтвердились.

Комплекс kir69st. Данные об этой серии образцов, отобранных с деревянных свай фундамента крепостной стены Успенского монастыря при проведении реставрационных работ в конце 1960-х годов, неоднократно публиковались (Подъяпольский, 1982; Черных, 1982; Черных, Карпухин, 2005). Несмотря на то что первоначальная выборка образцов гораздо внушительнее в количественном отношении, только три образца имеют возраст более 100 лет. По ним составлена последовательность протяженностью в 173 года. Хронологический разрыв между датами последних колец двух образцов – 7 лет. Третий образец был срублен спустя еще 59 лет. Такой значительный хронологический разброс объясняется, вероятно, вторичным использованием древесины при строительстве стен Успенского монастыря, отмеченным как при отборе образцов (Подъяпольский, 1982. С. 213), так и при дендрохронологическом анализе всей коллекции (Черных, 1982. С. 211). Полученные календарные даты последних колец этих образцов – 1498, 1505, 1566 гг.

Комплекс c01a. Деревянная часовня Кирилла на территории Кирилло-Белозерского монастыря, по преданию, была поставлена преподобным Кириллом Белозерским в 1397 г. (Никольский, 1897. С. 20, 64, 65). Существующее здание, по-видимому, более поздняя копия первоначальной часовни.

В 1980–1982 гг. Н.Ф. Сергеевой были проведены первые работы по дендрохронологическому датированию часовни, копия отчета о которых хранится в архиве Кирилло-Белозерского музея-заповедника. Выявлены два хронологических пласта: 30-х и 50-х годов XVIII в. (Сергеева, 1982. С. 11). Осуществленная впоследствии корректировка датировок двух многолетних образцов позволила уточнить календарные даты их последних сохранившихся колец – 1723 и 1760 гг. (Черных, Карпухин, 2006а. С. 160).

Дополнительный отбор и датирование образцов древесины часовни Кирилла были проведены сотрудниками лаборатории ИГ в 2012 г. Результаты этих работ позволили авторам выделить два строительных интервала: 1500–1515 и 1547–1556 гг. Судя по совпадению датировок последних колец двух образцов бревен стен (1556 г.), эта дата может быть порубочной, а зима 1556–1557 гг. – временем заготовки древесины для основной части строения. Возможно, что во время строительства (ремонта?) часовни в 1557 г. для укладки первых двух венцов были использованы хорошо сохранившиеся бревна какой-то более ранней постройки 1500–1510-х го-

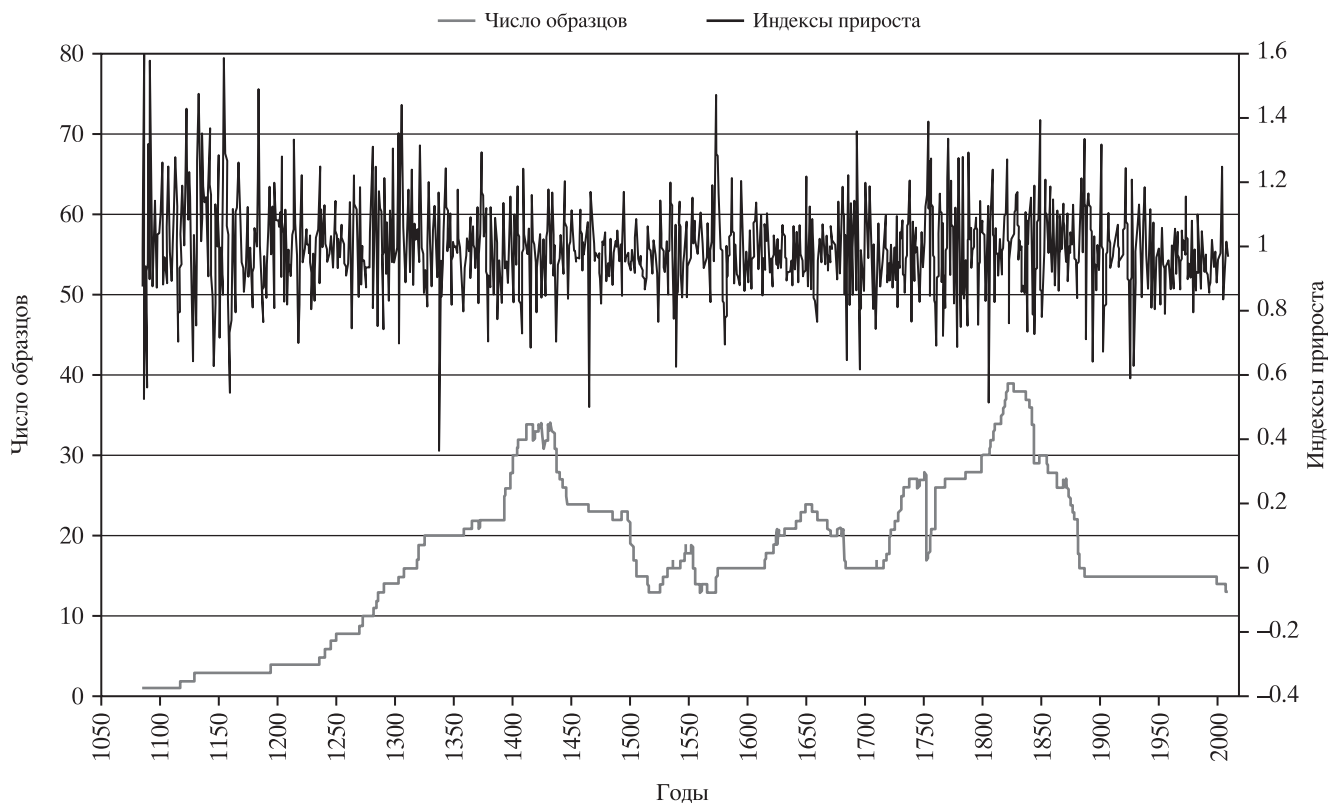


Рис. 2. Количественные и качественные характеристики абсолютной генерализированной дендрошкалы бассейнов рек Шексна и Сухона.

дов. Потолочные балки имеют довольно широкий интервал датировки (1496–1537 гг.), что, вероятно, объясняется подтесом (и соответственно утратой внешних колец) бревен при изготовлении этих элементов. Дверь была сделана позднее, чем часовня, – после 1560 г. Точное время ее изготовления нельзя однозначно определить из-за возможной потери большого числа внешних колец при заготовке доски (Мацковский, 2012).

На базе девяти образцов древесины из сборов 2012 г. возрастом от 104 до 188 лет удалось составить последовательность годовичных колец, крайние точки которой – 1367 и 1560 гг.

Комплекс kir04nas. Два спила (возрастом 179 и 212 лет) с плах настила, выявленного в культурном слое XV–XVI вв. в Тюремном дворе Нового города Кирилло-Белозерского монастыря (Папин, 2005. С. 26), позволили составить последовательность годовичных колец протяженностью в 219 лет. Разрыв в датах последних колец составил 7 лет (1530 и 1537 гг.).

Комплекс usр11kol. Два спила, полученные с бревенчатых стенок колодца, вскрытого под фундаментом ц. Епифания постройки 1645 г. (Киричников, Хлопин, 1972. С. 104) при археологических

исследованиях 2011 г., позволили составить последовательность годовичных колец протяженностью в 112 лет. Разница в датах последних колец составила один год. Стратиграфически данная конструкция предшествовала зданию церкви и должна датироваться временем до 1645 г. Календарные даты внешних колец образцов – 1515 и 1516 гг.

Комплекс kir00g. При охранных работах на территории Тюремного двора Нового города Кирилло-Белозерского монастыря 2000 г. в культурном слое XV–XVI вв. вскрыта деревянная конструкция, интерпретированная авторами раскопок как настил. Два из четырех образцов древесины имели возраст более 100 лет. Протяженность составленной по ним последовательности годовичных колец – 105 лет. Под бревнами этого настила в половинке болгарской чашки был найден “кладик” из 5 монетчешуек. По мнению П.Г. Гайдукова, данный клад мог отложиться в 1510-х годах. Таким образом, если интерпретировать находку монет именно как клад, то сооружение конструкции следует относить к несколько более раннему времени. Абсолютные даты последних колец образцов – 1504 и 1505 гг.

Комплекс kir04s2. Пять образцов возрастом от 104 до 181 года отобраны с венцов сруба из слоев

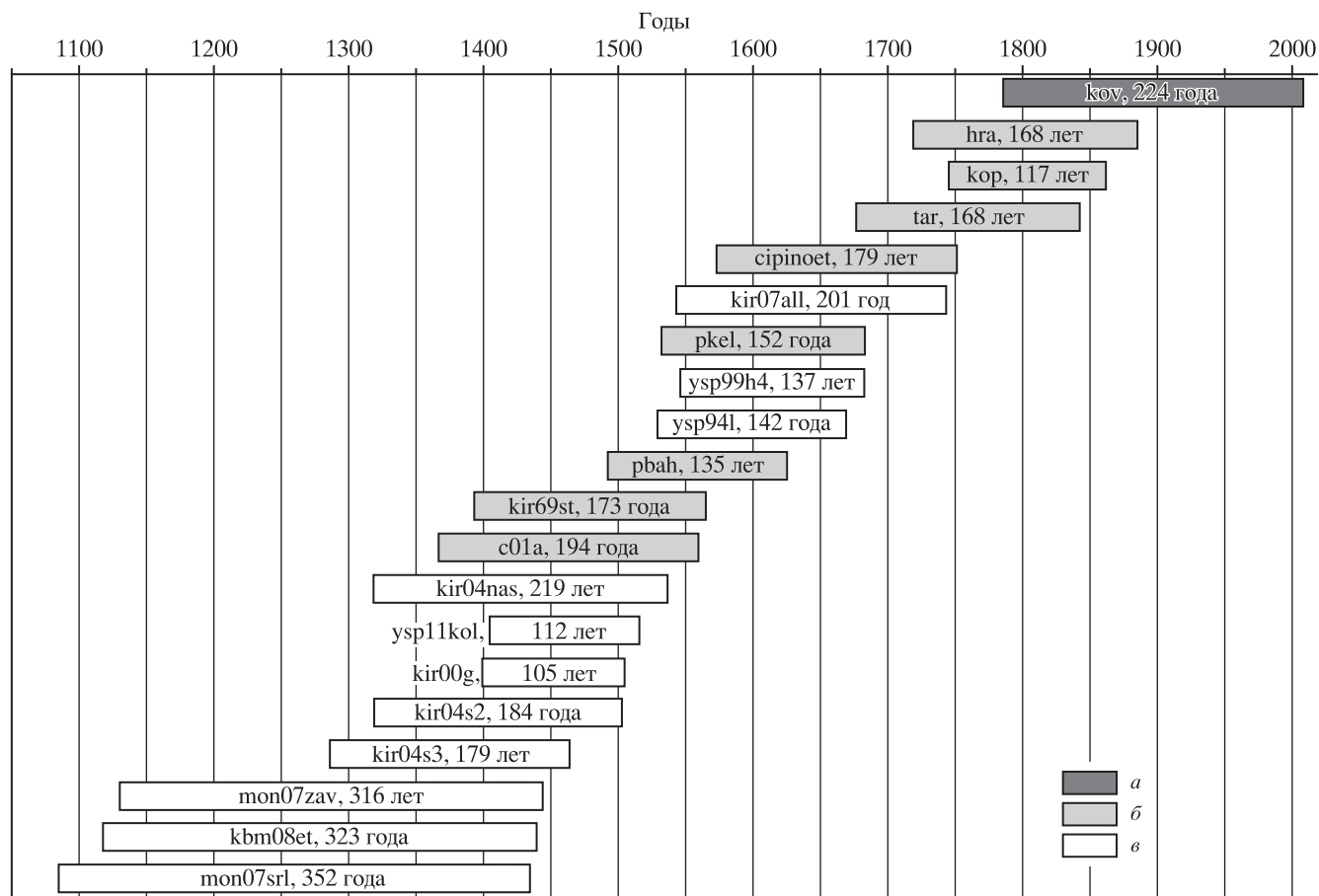


Рис. 3. Протяженность абсолютно датированных последовательностей годовичных колец (комплексов) абсолютной генерализированной шкалы бассейнов рек Шексна и Сухона. Условные обозначения: а – живые деревья; б – архитектурные памятники; в – памятники археологии.

XV–XVI вв. (Папин, 2005. С. 27). По ним удалось составить последовательность годовичных колец протяженностью в 184 года. Максимальный разрыв в календарных датах последних колец – 18 лет. Анализ хронологического распределения всей серии дат (1485, 1500 – 2 даты, 1501 и 1503 гг.), по-видимому, позволяет предположить, что данная конструкция сооружена в самом начале XVI в.

Комплекс kir04s3. Два образца возрастом 160 и 175 лет отобраны с венцов сруба из слоев XV–XVI вв. (Папин, 2005. С. 27). Протяженность составленной древесно-кольцевой хронологии – 179 лет. Хронологический разрыв в календарных датах последних колец – 19 лет (1446 и 1465 гг.).

Комплекс mon07zav. Серия из восьми образцов возрастом от 117 до 316 лет получена с завала бревен со следами вторичного использования, выявленного в слоях XV–XVI вв. (Папин, 2008б. С. 9, 10) около “Домика келаря”. Составленная последовательность годовичных колец имеет протяженность в 316 лет. Максимальный разрыв в датах последних колец – 74

года (1371–1445 гг.). Любопытно, что датировки шести древесных стволов укладываются в хронологический диапазон 1433–1445 гг. Возможно, это свидетельствует о некоторой строительной активности на данной территории в конце первой половины XV в.

Комплекс kbm08et. Четыре образца возрастом от 135 до 310 лет отобраны с двух завалов бревен, располагавшихся в непосредственной близости друг от друга в культурном слое XV–XVI вв. Протяженность составленной последовательности годовичных колец – 323 года. Максимальный хронологический разрыв в датах последних колец – 23 года. Абсолютные календарные даты – 1407 (2 даты), 1427 и 1440 гг.

Комплекс mon07sr1. Четыре образца возрастом от 132 до 352 лет отобраны с рязевого сруба, поставленного на материковый суглинок. Заполнение сруба датировано XV–XVI вв., однако бревна на торцах имеют “лапы” для наращивания их в длину, что, по-видимому, свидетельствует об их вторичном использовании (Папин, 2008б. С. 10). Составленная последовательность годовичных колец имеет про-

тяженность в 352 года. Хронологический разброс дат последних колец образцов (1425, 1427, 1436 и 1437 гг.) также может указывать на вторичное использование древесины, первоначально происходящей из двух различных построек, возводившихся с интервалом около 10 лет.

Таким образом, итогом работы стало создание непрерывной древесно-кольцевой хронологии протяженностью в 925 лет, охватывающей период с 1085 по 2009 г. (рис. 2). В ее состав вошли серии годовичного прироста 109 образцов древесины, отобранных как с живых деревьев, так и с элементов архитектурных памятников и построек, выявленных при археологических исследованиях Кирилло-Белозерского монастыря (рис. 3). Немаловажно и существенное географическое удаление отдельных объектов друг от друга, достигающее порой 300 км (рис. 1). Данный факт позволяет рассматривать полученную последовательность годовичных колец как генерализированную хронологию второго порядка, характеризующую динамику годовичного прироста древесины одного вида (сосна), произрастающей в различных условиях местообитания (Шиятов и др., 2000. С. 17).

Дополнительная проверка датировок осуществлена путем сопоставления полученной древесно-кольцевой хронологии с материалами Соловецкой (1187–2008 гг.) (Соломина и др., 2011) и Финской³ (559–1984 гг.) дендрошкал. При этом более высокая степень сходства динамики годовичного прироста отмечена при ее сравнении с финскими материалами. Кроме того, хронологический отрезок XIII–XIV вв. полученной авторами дендрохронологической шкалы проверялся по выборке из 11 многолетних образцов древесины 3-го и 4-го ярусов мостовой Козьмодемьянской ул. из Неревского раскопа Великого Новгорода (Колчин, 1963), охватывающей период 1178–1427 гг. Результаты выполненных сопоставлений полностью подтвердили корректность полученных датировок.

Выражаем глубокую благодарность сотрудникам НПЦ “Древности Севера” (г. Вологда), Кирилло-Белозерского музея-заповедника и лично И.В. Папину за помощь и содействие в настоящей работе.

Исследование частично поддержано грантами Президента РФ МК-7354.2013.5, РФФИ № 13-06-12033 офи_м и программой фундаментальных исследований Президиума РАН (программа № 4, проект 3.15).

³ Дендрошкала составлена из объединенных данных по живым деревьям (finl001) и погребенной древесине (finl034) из Международного банка древесно-кольцевых данных ITRDB (<http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/treering.html>).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аверин В.А., Рыкунов А.Н., Рыкунова И.И.* Мезолитический слой поселения Усть-Шексна в Ярославской области // РА. 2011. № 2. С. 97–102.
- Битвинская Т.Т.* Дендроклиматические исследования. Л.: Гидрометеониздат, 1974. 172 с.
- Борисов А.В.* Природные процессы в формировании заполнения котлованов средневековых построек // РА. 2010. № 3. С. 119–129.
- Борисов А.В., Мимоход Р.А., Демкин В.А.* Палеопочвы и природные условия южнорусских степей в посткатакомбное время // КСИА. 2011. Вып. 225. С. 144–154.
- Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазена В.С.* Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. Новосибирск: Наука, 1996. 246 с.
- Васильева Н.Б.* Комплексные исследования мезолитических стоянок Молого-Шекснинского междуречья и Сухонско-Кубенского бассейна // РА. 2009. № 2. С. 9–16.
- Вихров В.Е., Колчин Б.А.* Основы и метод дендрохронологии // СА. 1962. № 1. С. 95–122.
- Долгих А.В.* Почвенно-геохимические исследования культурных отложений Великого Новгорода (Ильменский раскоп) // РА. 2012. № 3. С. 143–148.
- Ершова Е.Г., Чернов С.З.* Природа и человек на водоразделах Радонежа в XIII–XVI вв.: методика корреляции спорово-пыльцевых данных (новые исследования Морозовского болота) // РА. 2010. № 3. С. 111–118.
- Журбин И.В.* Особенности формирования оборонительных сооружений городища Иднакар (археолого-геофизические исследования) // КСИА. 2012. Вып. 226. С. 104–108.
- Завьялов В.И., Терехова Н.Н.* Технологические инновации в кузнечном ремесле Белозерья // КСИА. 2012. Вып. 226. С. 255–266.
- Зайцева И.Е.* Металлические украшения рук Мининского археологического комплекса // Сельская Русь в IX–XVI вв. / Ред. Н.А. Макаров, С.З. Чернов. М.: Наука, 2008. С. 275–287.
- Захаров С.Д.* Древнерусский город Белоозеро. М.: Индик, 2004. 592 с.
- Иванова М.Г., Журбин И.В., Кириллов А.Н.* Оборонительные сооружения городища Иднакар: основные итоги междисциплинарных исследований // Археология, этнография и антропология Евразии. 2013. № 2 (54). С. 108–119.
- Карпунин А.А.* Абсолютные дендрохронологические шкалы европейской части России // Археология, этнография и антропология Евразии. 2009. № 1 (39). С. 62–70.
- Кашиинцев А.Ю.* Находки кузнечных изделий на средневековом поселении Крутик // РА. 2012. № 4. С. 111–118.

- Кирпичников А.Н., Хлопин И.Н.* Великая Государева крепость. Л.: Художник РСФСР, 1972. 255 с.
- Колчин Б.А.* Дендрохронология Новгорода // МИА. М.: Наука, 1963. № 117. С. 5–103.
- Колчин Б.А., Битвинская Т.Т.* Современные проблемы дендрохронологии // Проблемы абсолютного датирования в археологии. М.: Наука, 1972. С. 81–92.
- Колчин Б.А., Черных Н.Б.* Дендрохронология Восточной Европы. М.: Наука, 1977. 128 с.
- Коровов Д.С., Борисов А.В.* О земледелии алан Кисловодской котловины в I тыс. н.э. // РА. 2012. № 3. С. 50–62.
- Макаров Н.А., Захаров С.Д.* Накануне перемен: сельские поселения на Кубенском озере в XII – начале XIII века // Русь в XIII веке: Древности темного времени / Ред. Н.А. Макаров, А.В. Чернецов. М.: Наука, 2003. С. 131–150.
- Мацковский В.В.* Дендрохронологическое датирование часовни Кирилла в Кирилло-Белозерском монастыре: отчет о НИР. Архив ИГ РАН. 2012.
- Мокрушин М.Л., Папин И.В., Аникина А.А., Кашишцев А.Ю., Суворов А.В.* Работы центра “Древности Севера” в Вологодской и Архангельской областях // АО 2007 / Ред. Н.В. Лопатин. М.: Языки славянской культуры, 2010. С. 45–47.
- Молчанов А.А., Рыкунова И.И., Рыкунов А.Н.* Раскопки раннесредневекового археологического памятника Усть-Шексна в 2005 году и клад саманидских монет X века // Сельская Русь в IX–XVI вв. / Ред. Н.А. Макаров, С.З. Чернов. М.: Наука, 2008. С. 308–218.
- Никольский Н.К.* Кирилло-Белозерский монастырь и его устройство до второй четверти XVII в. (1397–1625) Т. 1. Вып. 1. СПб.: Синодальная типография, 1897. 415 с.
- Папин И.В.* Отчет об археологических исследованиях в Вологодской области в 2004 г. Архив ИА РАН. 2005. Р-1. № 24659.
- Папин И.В.* Особенности формирования культурного слоя на территории Кирилло-Белозерского монастыря // Сельская Русь в IX–XVI вв. / Ред. Н.А. Макаров, С.З. Чернов. М.: Наука, 2008а. С. 222–229.
- Папин И.В.* Отчет о работе экспедиции НПЦ “Древности Севера” в 2007 году (раскопки в Кирилло-Белозерском монастыре, в г. Кириллов Вологодской области и разведка на территории г. Сольвычегодска Архангельской области). Т. 1. Архив ИА РАН. 2008б. Р-1.
- Подъяпольский С.С.* О датировке некоторых построек Кирилло-Белозерского монастыря на основе дендрохронологических исследований (к статье Н.Б. Черных) // Реставрация и исследования памятников культуры. Вып. II. М.: Стройиздат, 1982. С. 213–214.
- Сергеева Н.Ф.* Дендрохронологическое датирование памятников архитектуры Кирилло-Белозерского музея-заповедника: отчет о НИР (заключительный). Лаборатория НИЦМ Всесоюз. специализир. реставрационного произв. объедин. “Союзреставрация”. Архив Кирилло-Белозерского историко-культурного и художественного музея-заповедника; Архив ВСРПО “Союзреставрация”. 1982.
- Соломина О.Н., Мацковский В.В., Жуков Р.С.* Дендрохронологические “летописи” “Вологда” и “Соловки” как источник данных о климате последнего тысячелетия // Докл. АН. М.: Наука, 2011. Т. 439. № 4. С. 539–544.
- Федорина А.Н.* Средневековые сельские поселения Суздальской земли по данным археологии и геофизики. Исследования 2008 г. // КСИА. 2012. Вып. 226. С. 77–86.
- Федорина А.Н., Красникова А.М.* Средневековое поселение Большое Давыдовское 2 под Суздаlem // РА. 2012. № 4. С. 99–110.
- Черных Е.Н., Черных Н.Б.* Дендрохронология и радиоуглеродное датирование в современной археологии // Археология и естественнонаучные методы / Ред. Е.Н. Черных, В.И. Завьялов. М.: Языки славянской культуры, 2005. С. 9–42.
- Черных Н.Б.* Абсолютная дендрохронологическая шкала древнего Белоозера // Археология и естественные науки. М.: Наука, 1965. С. 86–90.
- Черных Н.Б.* Дендрохронология построек древнего Смоленска // КСИА. 1967. Вып. 110. С. 129–135.
- Черных Н.Б.* Дендрохронология средневековых памятников Восточной Европы // Проблемы абсолютного датирования в археологии. М.: Наука, 1972. С. 93–112.
- Черных Н.Б.* Результаты дендрохронологического изучения дерева из построек Кирилло-Белозерского монастыря // Реставрация и исследования памятников культуры. Вып. II. М.: Стройиздат, 1982. С. 209–213.
- Черных Н.Б.* Дендрохронология и археология. М.: Нох, 1996. 216 с.
- Черных Н.Б., Карпухин А.А.* Строительство каменных оборонительных сооружений “Старого города” Кирилло-Белозерского монастыря по данным дендроанализа // Археология и естественнонаучные методы / Ред. Е.Н. Черных, В.И. Завьялов. М.: Языки славянской культуры, 2005. С. 72–81.
- Черных Н.Б., Карпухин А.А.* Застройка “Старого города” Кирилло-Белозерского монастыря по данным дендроанализа (Ивановский монастырь) // РА. 2006а. № 1. С. 157–163.
- Черных Н.Б., Карпухин А.А.* Застройка “Старого города” Кирилло-Белозерского монастыря по данным дендроанализа (Успенский монастырь) // РА. 2006б. № 2. С. 89–97.
- Черных Н.Б., Карпухин А.А.* Некоторые результаты дендрохронологического изучения древесины церкви Ильи Пророка в Цыпинском погосте (Вологодская обл., Кирилловский р-н) // КСИА. 2006в. Вып. 220. С. 127–134.

- Черных Н.Б., Карпунин А.А.* Основные итоги дендрохронологического изучения древесины из культурного слоя Кирилло-Белозерского монастыря // Сельская Русь в IX–XVI вв. / Ред. Н.А. Макаров, С.З. Чернов. М.: Наука, 2008. С. 230–238.
- Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Кирдянов А.В., Круглов В.Б., Мазена В.С., Нурзбаев М.М., Хантемиров Р.М.* Методы дендрохронологии. Ч. I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учебно-метод. пособие. Красноярск: Изд-во КрасГУ, 2000. 80 с.
- Baillie M.G., Pilcher J.R.* A simple cross-dating program for tree-ring research // *Tree-Ring Bull.* V. 33. Tucson: Univ. of Arizona, 1973. P. 7–14.
- Eckstein D., Bauch J.* Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit // *Forstwissenschaftliches Bd.* 88. H. 4. Hamburg: Centralblatt, 1969. S. 230–250.
- Holmes R.L.* Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement // *Tree-Ring Bull.* V. 43. Tucson: Univ. of Arizona, 1983. P. 69–78.
- Huber B.* Über die Sicherheit jahringchronologischer Datierung // *Holz als Roh und Werkstoff.* Jg. 6. Nr. 10–12. Berlin; Heidelberg: Springer, 1943. S. 263–268.
- Methods of Dendrochronology. Applications in the environmental sciences* // Eds E.R. Cook, L.A. Kairiukstis. Dordrecht; Boston; L.: Kluwer Acad. publ., 1990. 394 p.
- Rinn F.* TSAP, V3.5. Computer program for tree-ring analysis and presentation. Heidelberg: Frank Rinn Distribution, 1996. 264 p.