

С.В. Унжакова, Ю.М. Жаворонков

**ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ ПО ИДЕНТИФИКАЦИИ МЕСТА
ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ НА ОСНОВЕ
ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

В статье рассмотрена технология работы по идентификации места происхождения древесины на основе дендрохронологической информации. Проанализированы возможности программы, используемой при идентификации места происхождения древесины на основе анализа временной изменчивости годичных колец древесины.

Ключевые слова: дендрохронология, древесина, идентификация места, эталонная и тестовая хронология.

S.V. Unzhakova, Yu.M. Zhavoronkov

**THE TECHNOLOGY WORKS BY IDENTIFYING
THE ORIGIN PLACE OF TIMBER BASED
ON DENDROCHRONOLOGICAL INFORMATION**

This article describes the technology of work on identifying the technology works by identification the origin place of timber based on dendrochronological information. The authors analyzed the capabilities of the program which is used to identify the wood origin based on the analysis of the temporal variability of wood annual rings.

Key words: dendrochronology, wood, identification of the place, reference and test chronology.

В зарубежной и отечественной практике разработки по идентификации места происхождения древесины на основе дендрохронологической информации отсутствуют. Несмотря на то, что дендрохронологическая информация достаточно давно используется при выполнении судебно-ботанических экспертиз, метод идентификации на ее основе места происхождения древесины до сих пор не разработан.

В отечественных методических пособиях с биоэкологических позиций показаны принципиальные возможности подобного рода идентификации, однако сама технология как таковая отсутствовала и вопрос об отнесении древесины к определенному месту произрастания решался главным образом на основе научной интуиции эксперта, что требовало от него высочайшей квалификации. Поэтому подобного рода экспертизы были доступны только дендрохронологам, обладающим большим опытом практической работы.

В настоящее время идентификация места происхождения древесины на основе анализа временной изменчивости годичных колец древесины (дендрохронологической информации) стала доступна широкому кругу экспертов.

Рассмотрим технологию работ по идентификации места происхождения древесины на основе дендрохронологической информации.

Во-первых, необходимо произвести отбор и обработку образцов древесины.

На каждом таксационном выделе закладывается пробная площадь. Далее производится таксационное и геоботаническое описание лесного фитоценоза согласно утвержденному бланку. С 20 учетных деревьев I–III класса по Крафту производится отбор образцов древесины (кернов). Отбор образцов необходимо производить на высоте 1,3 м с помощью бурава Пресслера. Керны упаковываются, этикетируются и доставляются в лабораторию.

Керны смачиваются водой, зачищаются лезвием бритвы и натираются порошком мела. С помощью прибора ЛИНТАБ производства немецкой компании РИННТЕХ выполняется измерение ширины годичных колец с точностью не менее 0,05 мм. Таким образом в процессе измерений получают индивидуальные временные ряды радиального прироста (временные ряды по ширине годичного кольца, индивидуальные хронологии по ширине годичного кольца).

Для контроля за правильностью измерений используется процедура перекрестной датировки в программе Tsap-Win. На основе встроенных функций программы строится средняя обобщенная для пробной площади хронология по ширине годичного кольца. Каждая индивидуальная хронология сопоставляется со средней групповой хронологией, программное обеспечение при этом рассчитывает коэффициент синхронности и его достоверность. Если значения коэффициента синхронности оказываются недостоверны, то образец направляется на повторные измерения.

Далее формируется банк данных дендрохронологической информации.

Результаты измерений сохраняются в соответствующем формате и загружаются в программный комплекс. Для каждой индивидуальной хронологии заполняется паспорт, включающий описание пробной площади, на которой был отобран образец древесины и таксационные характеристики учетных деревьев.

В программе реализован иерархический принцип хранения информации. Каждая индивидуальная хронология включена в отдельный кластер по таким характеристикам, как вид, участковое лесничество, административный район, область.

После этого специалист проводит идентификацию места происхождения срубленной древесины, куда входят индексация временных рядов, эталонная и тестовая хронология.

Временные ряды радиального прироста, как правило, имеют сильно выраженный в большинстве случаев отрицательный возрастной тренд. В центре ствола годичные кольца значительно уже, чем на периферии (около слоя коры). Для удаления возрастного тренда в технологии используется процедура индексации: ширина каждого годичного кольца в индивидуальном временном ряде делится на среднюю ширину годичного кольца за пять лет.

Необходимо обратить внимание на то, что значение среднего за пять лет индивидуально для каждого отдельного годовичного кольца, так как включает данные наблюдений разных лет. Индекс прироста для 1992 г. рассчитывается как ширина годовичного кольца в 1992 г., отнесенная на среднее из значений ширины годовичного кольца в 1990, 1991, 1992, 1993 и 1994 гг. Индекс прироста для 1993 г. рассчитывается как ширина годовичного кольца в 1993 г., отнесенная к среднему из значений ширины годовичного кольца в 1991, 1992, 1993, 1994, 1995 гг. Аналогичным образом производится расчет индексов прироста для каждого значения ширины годовичного кольца, входящего в состав временного ряда.

Эталонная хронология формируется на основе осреднения данных индексированных индивидуальных хронологий. Для ее построения используются данные 20 индивидуальных хронологий.

Тестовая хронология формируется на основе данных 10 индивидуальных хронологий, построенных на основе образцов из партии древесины, место происхождения которой необходимо установить.

Анализ основан на расчете значений коэффициента корреляции за период 40 лет между отдельно взятой тестовой хронологией и совокупностью эталонных хронологий банка данных. Для отбора хронологий, включаемых в расчет, могут использоваться дополнительные параметры селекции, такие как порода древесины и примерные координаты места происхождения древесины.

По итогам расчета получают ранжированный ряд значений коэффициентов корреляции между тестовой хронологией и эталонными хронологиями банка данных. Ранг номер 1 имеет эталонная хронология с максимальным значением коэффициента корреляции. В данном ранжированном ряду отбирается три первых ранга. Это составляет три возможных варианта места происхождения древесины.

Для работы с отобранными в ходе анализа вариантами в программе предусмотрен картографический модуль, отображающий положение отобранных точек на географической карте.

Для выявления наиболее вероятного варианта места происхождения в программе предусмотрен графический модуль, отображающий графики изменчивости годовичных колец (либо временные ряды, полученные на основе их преобразования). Параллельно с отображением графиков производится расчет коэффициентов сходства для разных периодов роста. Сочетание визуального анализа трех отобранных графиков с анализом значений коэффициентов сходства позволяет установить наиболее вероятное место происхождения древесины с точностью до одного варианта.

Описанный алгоритм идентификации является одним из возможных для реализации в ходе работы с программным комплексом. Он был установлен эмпирическим путем, частота правильной идентификации при работе с данным алгоритмом составляет до 95 %. За счет использования разных вариантов математического преобразования ряда радиального прироста, разных периодов роста, разных коэффициентов сходства число

возможных в программном комплексе алгоритмов идентификации составляет более 1000 шт.

В программе предусмотрен пошаговый механизм селекции хронологии, когда на первом шаге поиска реализуется один алгоритм (например, отбираются эталонные хронологии, демонстрирующие коэффициент корреляции с тестовой более 0,50), а на втором шаге среди отобранных на первом шаге хронологий используется иной алгоритм поиска (например, отбираются эталонные хронологии, демонстрирующие с тестовой хронологией коэффициент синхронности более 70 %). Наличие нескольких шагов поиска позволяет говорить о существовании более одного миллиона возможных алгоритмов идентификации.

Для удобства испытания алгоритмов, состоящих из нескольких шагов поиска, в программе предусмотрено формирование шаблонов поиска, т.е. функций, предусматривающих последовательную реализацию нескольких алгоритмов.

Еще одной дополнительной функцией программы является возможность рассчитывать сходство между неодинаковыми типами хронологий. В настоящее время перспективность данного направления с точки зрения увеличения точности идентификации места происхождения древесины активно исследуется.

Таким образом, наличие дополнительных возможностей анализа делает разработанную технологию гибкой и способной для настройки к работе с определенными видами древесных растений и применительно к конкретным лесорастительным особенностям разных географических районов России.