

УДК 681.3+343.98

А.Н. Хох, научный сотрудник ГУ «Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь»

Д.Е. Кузменков, заведующий лабораторией ГУ «Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь»

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО «DENDROEXP» КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Рассмотрены назначение, состав, структура и функции автоматизированного рабочего места по обработке дендрохронологической информации, используемой при производстве экспертиз объектов растительного происхождения, раскрыты задачи, решаемые с помощью специализированных средств автоматизированного рабочего места.

Ключевые слова: автоматизация, автоматизированное рабочее место, графические изображения, информационные технологии, программное обеспечение, судебно-ботаническая экспертиза с использованием дендрохронологического анализа.

Розглянуто призначення, склад, структуру та функції автоматизованого робочого місця з обробки дендрохронологічної інформації, яку використовують під час проведення експертиз об'єктів рослинного походження, розкрито завдання, які вирішують за допомогою спеціалізованих засобів автоматизованого робочого місця.

In the article are considered the assigning, structure and functions of the automated workstation (AW) for processing dendrochronological information used in the production expertise of plant objects. Unfold tasks performed by specialized tools of AW.

Судебно-ботаническая экспертиза с использованием дендрохронологического анализа (далее — СБЭ ДА) — новый вид судебных экспертиз для Республики Беларусь, назначаемый в практике дознания, следствия и судопроизводства по фактам, связанным с незаконным лесопользованием и оборотом древесины.

Общая классификация задач применительно к СБЭ ДА представляется следующим образом:

- 1) классификационные:
 - установление рода древесины;
 - установление вида (породы) древесины;
- 2) диагностические:

- определение возраста дерева с точностью до 1 года;
- установление сроков гибели/рубки дерева (календарный год и сезон года);
- определение жизненного состояния дерева, в том числе его жизнеспособности на момент рубки;
- установление экологических условий произрастания деревьев и групп лесных формаций;

3) идентификационные:

- установление целого по частям (тождества) при наличии общей линии разделения;
- установление целого по частям (сходства) при отсутствии общей линии разделения;
- отождествление участка местности, на котором выросло исследуемое дерево;

4) ситуационные:

- определение последовательности проведения рубок по времени;
- установление последовательности нанесенных дереву повреждений (обдир коры, ожоги, повреждения древесины, нанесенные при подсочке, и др.).

Решение указанных задач является трудоемким процессом ввиду большого объема рутинной работы, продолжительности поиска и отбора необходимой информации.

Принимая во внимание существующие тенденции и потребности судебно-следственной практики, Государственное учреждение «Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь» (далее — Центр) инициировало разработки в данном направлении. На сегодняшний день Центр является единственным научным учреждением в Беларуси, на которое возложено научно-методическое обеспечение судебно-экспертной деятельности, проведение научных исследований в области судебной экспертизы и криминалистики, разработка современных методов, методик, а также создание технических средств проведения экспертных исследований.

В рамках выполнения научно-исследовательской работы к концу 2016 года сотрудниками Центра было разработано экспериментальное автоматизированное рабочее место «DendroExp» (далее — АРМ «DendroExp»), ориентированное на решение специфических задач отдельных этапов дендрохронологических экспертных исследований. При его создании частично использованы наработанные процедуры обработки научной дендрохронологической информации [1—3].

Специфика созданного АРМ напрямую связана с функциями долговременного хранения больших массивов дендрохронологических данных, на основе которых решается подавляющее большинство задач СБЭ ДА.

В общем структура АРМ «DendroExp» состоит из двух частей:

1) серверная часть, обеспечивающая хранение информации по умолчанию в базе Sybase Adaptive Server Anywhere 9.0, представляющая собой специализированную систему управления базами данных (далее — СУБД) для DSS. Ориентированная на стандартные многопроцессорные платформы, она обеспечивает повышение производительности при обработке запросов в 10—100 раз по сравнению с традиционными реляционными СУБД, сжимает базы данных, а также позволяет существенно сократить расходы на внедрение и эксплуатацию;

2) клиентская часть, предназначенная для введения всей необходимой информации пользователя на его компьютере. В ней реализован ряд основных функций:

- ввод сопроводительной информации, предоставленной инициатором, о направленных на исследования объектах;
- ввод цифровых изображений образцов древесины и улучшение их характеристик;
- автоматизированный ввод и обработка первичных дендрохронологических данных;
- автоматизация методов статистической и математической обработки дендрохронологической информации в зависимости от решаемых экспертных задач;
- проведение сравнительных исследований по установлению принадлежности двух отрезков древесины одному целому при наличии/отсутствии общей линии разделения путем функции наложения с указанием коэффициента корреляции;
- визуализация полученных результатов в тексте заключения или фототаблице;
- создание специализированных банков данных, необходимых для работы информационно-поисковых систем различного профиля.

APM «DendroExp» основывается на концепции открытых систем (Open System) и базируется на развивающихся, доступных и общепризнанных стандартах, что обеспечивает переносимость, взаимодействие и масштабируемость приложений и данных. Также APM имеет удобный, интуитивно понятный интерфейс (рис. 1).

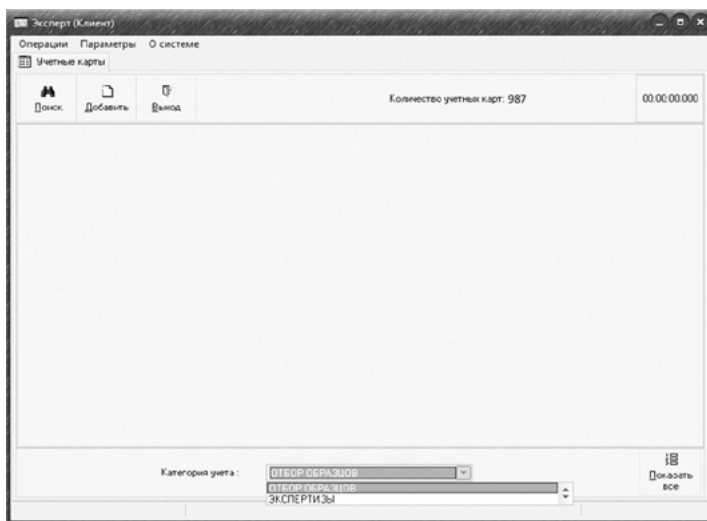


Рис. 1. Главная форма APM «DendroExp»

Важно отметить, что для корректной работы с APM «DendroExp» нет необходимости в оборудовании дополнительного рабочего места, оснащенного отдельным компьютером. Программные надстройки с иными программными продуктами и информационными системами могут быть установлены на действующем компьютере эксперта без ущерба для его работы.

Вся информация и данные, полученные в ходе проведения дендрохронологического анализа, независимо от степени завершения цикла обработки сохраняют-

ся и могут в дальнейшем изменяться пользователем (экспертом).

Архитектура программного приложения АРМ в общем виде представлена на рис. 2.



Рис. 2. Архитектура программного приложения

Специализированные средства, реализованные в программном модуле АРМ, позволяют работать с цифровыми изображениями различных образцов древесины (спилов, фрагментов, буровых кернов), которые вносятся в АРМ с любого носителя информации либо экспортируются непосредственно со сканера. При сканировании необходимо обязательно обращать внимание на выбор разрешения (оптимальным считается 1200, 2400 dpi).

С момента введения цифрового изображения образца древесины эксперту предоставляется возможность улучшать качество изображений или отдельных его участков путем применения различных фильтров визуальной коррекции (линейное контрастирование, гамма-корреляция, автоконтрастирование, заливка, выделение границ и др.) как в автоматическом, так и в ручном режиме. Использование фильтров позволяет облегчить визуальное восприятие значимых деталей и, как следствие, повысить точность измерений. Следует особо отметить, что их применение не влечет за собой необратимые изменения в исходном (эталонном) цифровом изображении. Последнее сохраняется в неизменном виде.

Разработанное программное обеспечение АРМ «DendroExp» для реализации экспертных исследований по обработке дендрохронологической информации выполнено в виде различных категорий учета:

1) основные:

- по экспертизам;
- по древесно-кольцевым хронологиям (далее — ДКХ);

2) дополнительные к ДКХ:

- по исследуемым образцам;
- по образцам сравнения.

Категории учета предназначены для интеграции информационных потоков и

детальной структуризации данных, без которых невозможно производить поиск нужной информации. Они позволяют сохранять все сведения о конкретных объектах экспертного исследования. Ввиду того, что в подавляющем большинстве случаев заранее известно, какие варианты данных могут быть введены в те или иные поля учетной карты (то есть эти данные используются неоднократно), они были организованы в соответствующие раскрывающиеся списки, из которых пользователь затем самостоятельно выбирает нужный элемент (рис. 3).

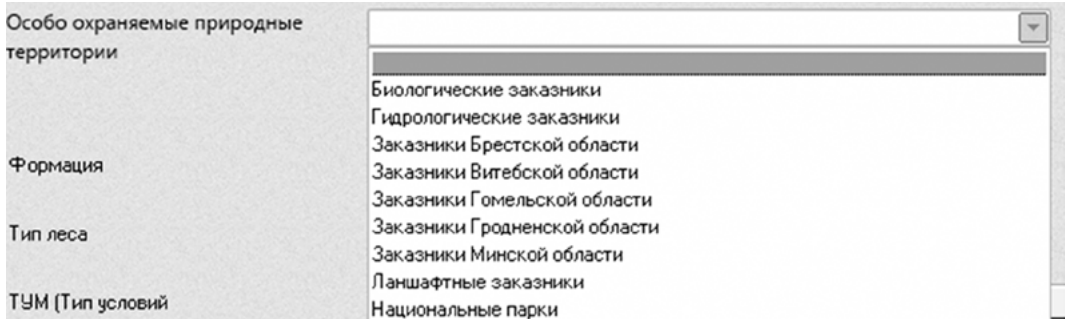


Рис. 3. Раскрывающийся список для поля «Особо охраняемые природные территории» учетной карты по древесно-кольцевым хронологиям

Вся поступающая в АРМ информация учитывается и систематизируется, постоянно пополняется и корректируется, что дает возможность проводить не только судебно-экспертные исследования. Эта информация служит основой для создания общереспубликанской базы данных для дальнейших исследований в области дендрохронологии, дендроклиматологии, экологии и др. Процедуры поиска по обязательным полям учетных карт позволяют эффективно в реальном масштабе времени извлекать необходимые данные для проведения дендрохронологического анализа.

В отдельную группу специализированных средств АРМ вынесены инструменты для измерения ширины годовых слоев, зон ранней и поздней древесины (в миллиметрах) [4, с. 179—185]. Созданные алгоритмы позволили добиться полной автоматизации измерений с высокой точностью и сохранением при этом возможностей визуального контроля и внесения ручной корректировки. К ним, в частности, относится инструмент для добавления/удаления количества ячеек, соответствующих количеству лет, изменения года, соответствующего внешнему годовичному слою, изменения числовых характеристик радиального прироста после применения стереоскопического микроскопа.

В дальнейшем рассчитанные параметры радиального прироста подвергаются статистической обработке, по результатам которой строятся древесно-кольцевые хронологии в абсолютных или относительных величинах, в зависимости от конкретной экспертной задачи. В АРМ «DendroExp» применяется логичная система кодирования древесно-кольцевых хронологий, которая в дальнейшем может быть легко интегрирована в международные базы, например в Международный банк данных годовичных колец (International Tree Ring Data Bank, ITRDB).

Учитывая, что при расследовании многих преступлений, связанных с незаконным лесопользованием, нередко возникает вопрос о том, составляли ли ра-

нее единое целое два куса древесины при отсутствии общих линий разделения между ними, в АРМ «DendroExp» спроектирован и запрограммирован графический интерфейс пользователя, предназначенный для проведения сравнительных исследований образцов древесины по установлению тождественности или сходства образцов древесины [4, с. 186—192]. Непосредственно процесс экспертного исследования в данном случае реализуется с помощью базового математического аппарата взаимной корреляционной функции (корреляционная функция — это функция, на вход которой подаются два графических изображения, а на выходе получают значение, характеризующее степень их совпадения. Соответственно, чем выше значение коэффициента сходства, тем больше сходство изображений. Таким образом, используя математический аппарат корреляционной функции, можно получить числовые значения параметров, которые используются при сравнительном анализе двух графических изображений спилов древесины на предмет их сходства.

Результаты проведенных с помощью АРМ исследований заносятся в виде изображений, графиков, таблиц как в текст заключения, так и в фототаблицу. Содержание и структура бланка соответствуют требованиям, предъявляемым к документам, которые используются в качестве приложений к заключению эксперта, а при необходимости они могут быть изменены экспертом. АРМ поддерживает операции экспорта в форматах популярных офисных программ (Microsoft Office и др. аналоги).

В рамках апробации опытного образца АРМ «DendroExp» было проведено сравнительное исследование результатов измерений дендропоказателей (ширины годичного слоя, ширины зон ранней и поздней древесины) с использованием разработанного АРМ, измерительного комплекса LINTAB 6 с программным обеспечением Tsap-Win, по отсканированным изображениям с помощью программы MCview (LOMO-Microsystems) и с помощью микроскопа Микмед-6 (табл.).

Таблица

**Результаты измерения ширины годичных слоев
деревьев разными способами**

№ п/п	Древесная порода	Степень толщины, см	Способ измерений	Среднегодовой радиальный прирост, мм	Стандартное отклонение, мм
1	сосна	24	АРМ	0,76±0,031	0,25
			LINTAB 6	0,76±0,031	0,28
			MCview	0,74±0,032	0,26
			Микмед-6	0,76±0,031	0,29
2	ель	38	АРМ	1,17±0,077	0,59
			LINTAB 6	1,19±0,078	0,60
			MCview	1,18±0,079	0,68
			Микмед-6	1,19±0,077	0,58
3	сосна	32	АРМ	0,78±0,089	0,72
			LINTAB 6	0,79±0,080	0,64

№ п/п	Древесная порода	Степень толщины, см	Способ измерений	Среднегодовой радиальный прирост, мм	Стандартное отклонение, мм
3	сосна	32	MCview	$0,76 \pm 0,081$	0,67
			Микмед-6	$0,78 \pm 0,089$	0,72
4	сосна	28	APM	$0,69 \pm 0,033$	0,40
			LINTAB 6	$0,70 \pm 0,035$	0,37
			MCview	$0,69 \pm 0,031$	0,36
			Микмед-6	$0,70 \pm 0,037$	0,39
5	ель	24	APM	$1,00 \pm 0,048$	0,40
			LINTAB 6	$0,99 \pm 0,046$	0,37
			MCview	$0,99 \pm 0,045$	0,36
			Микмед-6	$0,99 \pm 0,046$	0,36
6	сосна	12	APM	$0,45 \pm 0,016$	0,13
			LINTAB 6	$0,46 \pm 0,018$	0,15
			MCview	$0,44 \pm 0,018$	0,15
			Микмед-6	$0,45 \pm 0,017$	0,14

Исследование показало, что все методы измерений ширины годовичных слоев дают сопоставимые результаты и не превышают допустимой погрешности (ни в одном случае стандартное отклонение не превысило 10 %). С точки зрения трудозатрат метод определения дендрохронологических параметров с использованием APM оказался наиболее предпочтительным.

Резюмируя все вышеизложенное, следует отметить, что созданный APM «DendroExp» позволил создать единую систему обработки дендрохронологических данных для решения основных экспертных задач СБЭ ДА и повысить оперативность доступа к дендрохронологической информации: вся дендрохронологическая информация об объектах, включая результаты исследований, доступна эксперту с рабочего места в реальном времени.

Использование APM «DendroExp» в экспертной практике позволяет увеличить производительность труда экспертов за счет расширения возможностей экспертных исследований, сокращения затрат времени как на сами исследования, так и на оформление их результатов, а также значительно повышает объективность экспертных заключений.

Список использованной литературы

1. Попов В.Н. Технология вычислительных кластеров в задачах дендрозкологической диагностики / Попов В.Н., Ботыгин И.А., Тартаковский В.А. // Оптика атмосферы и океана. — 2005. — Т. 18. — № 01-02. — С. 114—119.
2. Ботыгин И.А. Система удаленного интерактивного анализа экспериментальных данных в области дендрозкологии / И.А. Ботыгин // Экология и безопасность жизнедеятельности: сбор. матер. межд. науч.-прак. конф. — Пенза, 2002. — С. 237—239.
3. Математическая модель радиального сечения годовичных колец деревьев / [Тартаковский В.А., Волков Ю.В., Исаев Ю.Н. и др.] // Автометрия. — 2003. — № 5. — С. 118—127.

4. Кузменков Д.Е. Применение специализированных средств АРМ «DendroExp» для измерения ширины годичных слоев, зон ранней и поздней древесины при проведении дендрохронологических экспертных исследований / Кузменков Д.Е., Сиверский Ф.А., Хох А.Н. // Вопросы криминологии, криминалистики и судебной экспертизы : сб. науч. тр. — Минск : Право и экономика, 2016. — Вып. 2/40. — С. 179—185.