

УДК 343.98+004.91

А. Н. Хох

НПЦ Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь
г. Минск, Беларусь
E-mail: lann1hoh@gmail.com

С. С. Позняк

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Белорусский государственный университет,
Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова
г. Минск, Беларусь
E-mail: pazniak@iseu.by

Н. Л. Боброва

кандидат технических наук, доцент
УО «Институт информационных технологий БГУИР»
г. Минск, Беларусь
E-mail: bobrova@bsuir.by

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В статье предлагается вариант оптимизации палинологических экспертных исследований, который заключается в создании справочных информационно-поисковых систем (СИПС), содержащих структурированную информацию о пыльце и спорах. Представлены архитектура и основные составляющие таких систем, освещены вопросы создания категорий учета в контексте специфики палинологических экспертных исследований и связанные с ними проблемы формализации представления информации, выявлены основные требования к формированию и функционированию СИПС.

Ключевые слова: судебная экспертиза, палинологический анализ, автоматизация, категория учета, цифровое изображение, споры, пыльца.

На сегодняшний день палинологические экспертные исследования – это динамически развивающееся направление, как во всем мире, так и в Республике Беларусь, которое характеризуется широкой областью применения: детерминация временных периодов при исследовании захоронений и др., локализация/реконструкция места совершения преступления, идентификация района (места) происхождения различных групп товаров и т. д. В государственном учреждении «Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь» (далее – НПЦ ГКСЭ) впервые в экспертной практике проводятся судебно-ботанические экспертизы с использованием палинологического анализа по делам о незаконном обороте наркотических средств с целью установления принадлежности сравниваемых объектов растительного происхождения, используемых в качестве матрицы для импрегнирования наркотических средств, к единой растительной массе [1].

Необходимо отметить, что проведение любой палинологической экспертизы предполагает наличие у эксперта необходимого объема специальных знаний и навыков, а сам процесс определения и идентификации пыльцы растений и спор грибов, а также построения

спорово-пыльцевых диаграмм (СПД)¹ занимает много времени и характеризуется большой трудоемкостью. Это обусловлено, во-первых, многочисленностью и крайним разнообразием пыльцевых зерен и спор, во-вторых, значительным сходством в строении, наблюдающимся даже у растений, относящихся к различным родам. Все это предполагает большие объемы работы с различными справочными материалами, такими как атласы, определители, коллекции эталонных микропрепаратов и др. При этом, зачастую возникают серьезные проблемы, связанные с их доступностью. Так, полноценные атласы и определители издаются достаточно редко, а эталонные коллекции требуют постоянного обновления и ограничены для широкого круга исследователей. Данный факт вынуждает экспертов пользоваться для определения сразу несколькими оригинальными работами различных авторов [2–5], содержащими описания пыльцевых зерен или спор отдельных семейств, родов или в ряде случаев только видов, отмечая сходство или различия в строении сравниваемых объектов, что значительно усложняет процесс исследования.

Поэтому на сегодняшний день автоматизация палинологических экспертных исследований представляет собой объективно обусловленный процесс, который позволит значительно расширить возможности экспертного исследования, сократить сроки производства экспертиз, а также повысить качество и научную обоснованность получаемых выводов. При этом, автоматизация не тождественна замене субъектов судебно-экспертной деятельности автоматом, поскольку оценка полученных результатов всегда проводится и контролируется экспертом, т. к. компьютер не способен заменить знания и опыт человека.

Наиболее актуальным направлением автоматизации является создание электронных справочных информационно-поисковых систем (СИПС), ориентированных на решение специфических задач палинологических экспертных исследований, поскольку объемы информации не позволяют субъекту хранить в памяти все многообразие сведений о пыльцевых зернах и спорах.

В связи с этим на 2018–2019 гг. в НПЦ ГКСЭ в рамках выполнения задания 3.2.01 «Разработка новых подходов к исследованию объектов растительного происхождения при проведении судебно-экспертных исследований» по государственной программе научных исследований «Информатика, космос и безопасность» запланирована разработка 2-х СИПС:

- 1) «Пыльца древесных и кустарниковых растений, произрастающих на территории Республики Беларусь»;
- 2) «Пыльца травянистых растений, произрастающих на территории Республики Беларусь».

Специфика СИПС напрямую связана с функциями долговременного хранения больших массивов палинологических данных, на основе которых решается подавляющее большинство экспертных задач.

Процесс создания СИПС должен иметь максимально упорядоченный характер с целью разработки многоуровневой информационной системы, учитывающей требования этапов экспертного исследования и информационных потребностей на каждом уровне.

Основные задачи, которые стоят при создании СИПС, заключаются в разработке:

- обобщенной функциональной структуры;
- алгоритмов функционирования;
- подсистемы инструментальных средств;
- подсистемы интерфейсных средств пользователей;
- подсистемы контроля и разграничения прав доступа к информационно-вычислительным ресурсам.

В число основных критериев используемой системы, которые необходимо обязательно учитывать, включены следующие:

- открытый тип (Open System) (для возможности использования других дополнительных модулей и расширения системы по масштабам и выполняемым функциям в дальнейшем);

¹ Спорово-пыльцевая диаграмма – графическое изображение процентного содержания основных таксонов в каждом спорово-пыльцевом спектре, которые расположены в определенном порядке.

- механизм защиты от несанкционированного доступа;
- возможность построения иерархической структуры;
- использование наиболее распространенных систем управления базами данных (СУБД);
- возможность параллельной обработки данных с целью увеличения пропускной производительности;
- модульный принцип построения.

Необходимо подчеркнуть, что при разработке СИПС будут частично использованы разработанные процедуры хранения и обработки научной палинологической информации [6–8].

Предполагается, что архитектура СИПС будет представлять собой классической вариант «клиент – сервер» и включать два программных уровня, что подразумевает использование СУБД и сложноорганизованного клиентского приложения, взаимодействие между которыми происходит напрямую с использованием специальных драйверов доступа к базе данных в клиентской части. Основное преимущество в выборе именно такой архитектуры заключается в простоте разработки, к недостатку следует отнести прямой доступ к базам данных и, как следствие, ухудшение безопасности системы.

Исходными данными послужат цифровые изображения основных таксонов древесных и кустарниковых растений, произрастающих на территории Республики Беларусь и представляющих криминалистический интерес, полученные с помощью светового бинокулярного биологического микроскопа МИКМЕД 6 (ЛОМО) (увеличение x40, x100), оснащенного фотокамерой.

СИПС будут обеспечивать возможность выполнения следующих функций:

- хранение больших объемов палинологических данных,
- осуществление поиска по текстовой описательной информации, хранящейся в учетных картах;
- добавление, изменение и удаление текстовой описательной и графической информации о пыльцевых зернах и спорах;
- формирование рекомендательного списка таксонов по наибольшему сходству на основе текстовой описательной информации;
- модификация и использование определителей и ключей пыльцевых зерен и спор;
- создание и использование неограниченного количества категорий учета и произвольного набора текстовых полей для каждой из них, включая поля-таблицы также с произвольным количеством полей;
- автоматическое создание XML-структуры по всем полям учетных карт для их загрузки и выгрузки.

В целом СИПС должны быть организованы для персонала следующих категорий:

- администратор;
- пользователь.

Администратор системы будет иметь наиболее расширенные права для поиска по учетным картам и их модификации, а также модификации системы доступа и прав пользователей.

Пользователь будет иметь ограниченный доступ к хранящимся в системе данным (просмотр, поиск) и ограниченную функциональность по модификации данных учетных карт в системе (добавление, изменение, удаление).

Что касается требований к организации входных данных, то здесь можно выделить следующие типы категорий учета² (модулей):

- категория учета пыльцевых зерен и спор «Определитель»;
- категория учета пыльцевых зерен и спор «Ключ»;

² Категория учета – виртуальная категория, в которой хранятся текстовые данные; графическая информация; другие данные, имеющие отношение к палинологическому анализу.

- категория учета «Экспертиза»;
- категория учета «Справочная информация».

Основное предназначение категорий учета – это интеграция информационных потоков и, в частности, детальная структуризация данных, без которых невозможно было бы производить поиск нужной информации.

Структура категории учета пыльцевых зерен и спор «Определитель» состоит из:

1) *n*-го количества файлов с цифровыми изображениями пыльцевых зерен и спор как в полярном, так и экваториальном положении, а также изображениями аномальных (тератоморфных) форм (при их наличии).

Изображения пыльцевых зерен и спор добавляются в систему из графических файлов. Система должна позволять загружать и хранить такие форматы изображений, как jpg, bmp, tif, png. Каждая учетная карта может содержать произвольное количество изображений.

2) описательной части, содержащей характеристики каждого таксона в краткой и при необходимости в расширенной форме. Для удобства пользователя в описательной части будет введено разделение информации на два блока – краткое описание и расширенное.

Краткое описание будет содержать следующую информацию о пыльце/спорах конкретного таксона:

- 1) единица распространения;
- 2) размер;
- 3) скульптура;
- 4) количество апертур;
- 5) положение апертур;
- 6) тип апертур.

Расширенное описание будет содержать дополнительную текстовую информацию (около 2000 символов), а также перечень литературы, где упоминается указанный таксон.

Структура категории учета пыльцевых зерен и спор «Ключ» представляет собой форму ключевого пути, в которой предлагается выполнить определенное число идентификационных шагов, каждый из которых предполагает выбор одной из нескольких альтернатив. «Ключ» предназначен для автоматизированного отнесения пыльцевого зерна или споры к определенному таксону, причем признаки, подлежащие исследованию, строго детерминированы.

Необходимость использования категорий учета «Определитель» и «Ключ» вызывается, прежде всего, сложностью спорово-пыльцевого анализа, обусловленной наличием сходных черт в строении пыльцы и спор, нередко даже одного вида.

Категория учета «Экспертиза» необходима для хранения значимой экспертно-криминалистической информации о конкретном палинологическом исследовании и представляет собой совокупность индивидуальных учетных карт установленной формы с систематизированной в установленном порядке информацией. Поскольку заранее известно, какая информация может быть внесена в те или иные поля данной учетной карты, и она в большинстве случаев используется неоднократно, в СИПС будут организованы соответствующие раскрываемые списки, из которых пользователь сможет самостоятельно выбрать подходящий вариант.

Категория учета «Справочная информация» содержит полезные и обучающие материалы, которые будут организованы в виде отдельных информационных полей для более удобного просмотра и перехода по ним. Каждое информационное поле содержит многовариантную описательную часть, состоящую из нескольких пунктов.

Вышеуказанная категория будет содержать следующую информацию:

– обобщенные обучающие презентации в формате pptx, объединенные по основным 20-ти темам, которыми эксперт может воспользоваться по мере необходимости. Так, например, тема №1 звучит следующим образом: «История развития метода спорово-пыльцевого анализа. Основные научные направления современной палинологии. Образование спор и пыльцы. Продукция пыльцы и спор различными растениями. Распространение пыльцы и спор воздушным путем и водой. Время пыления. Сохранность пыльцы и спор»;

- список рекомендуемой основной и дополнительной литературы к каждой теме в формате, который можно будет сохранить отдельно или распечатать;
- каталог методик, которые используются для извлечения и лабораторной пробоподготовки пыльцевых зерен и спор, их подсчетов в микропрепарате, а также вычисления процентного содержания отдельных таксонов;
- библиотека электронных книг по палинологии, в том числе судебной;
- формы электронных таблиц, которые удобно использовать в качестве шаблона для собственных расчетов и построения спорово-пыльцевых диаграмм;
- глоссарий, в котором будут храниться основные и наиболее часто встречающиеся палинологические термины и определения (нажатие на какой-либо из терминов будет открывать его подробное описание, для удобства работы будет присутствовать функция поиска).

Особо отметим, что администратор сможет добавлять, редактировать или удалять любую информацию, находящуюся в категории учета «Справочная информация». Пользователь имеет возможность получить выгрузку некоторых документов из данной категории учета в файлы.

В целом все указанные категории учета содержат необходимый набор текстовых, числовых и графических данных, представляют их в удобном, структурированном виде, дают возможность быстрого доступа к данным для их визуального отображения и проведения операций, связанных с анализом и классификацией.

Вся поступающая в СИПС информация будет учитываться и систематизироваться, при необходимости пополняться и корректироваться, что дает возможность максимально эффективно проводить судебно-экспертные палинологические исследования. Процедуры поиска по обязательным полям учетных карт позволят эффективно в реальном масштабе времени извлекать необходимые данные для проведения палинологического анализа.

Взаимодействие пользователя (эксперта-палинолога) с СИПС будет осуществляться посредством визуального графического интерфейса в соответствии с концепцией ОС MS Windows. Такой интерфейс рассчитан на преимущественное использование манипулятора типа «мышь», а клавиатурный режим ввода используется главным образом для заполнения и/или редактирования текстовых и числовых полей экранных форм.

Компоненты подсистемы защиты от несанкционированного доступа СИПС будут обеспечивать:

- идентификацию пользователя по уникальному имени и паролю;
- проверку полномочий пользователя при работе с системой;
- разграничение прав доступа пользователей к учетным картам;
- ограничение на доступ пользователей (групп пользователей) к выполнению функций системы (заполнение документов, получение отчетов);
- протоколирование действий пользователей, связанных с информационной безопасностью (вход в систему и выход из нее, просмотр, редактирование и удаление учетных карт);
- использование «слепых» паролей (при наборе пароля его символы не показываются на экране либо заменяются одним типом символов);
- автоматическое блокирование работы оконного интерфейса системы по заранее заданным временным критериям отсутствия активности со стороны пользователей;
- безопасность хранения данных обеспечивается используемой СУБД;
- имя пользователя и его пароль для входа и работы с системой не являются системными именами и паролями СУБД.

Проектируемые СИПС соответствуют требованиям по безопасности в соответствии с Положением о порядке технической защиты информации в информационных системах, предназначенных для обработки информации, распространение и (или) предоставление которой ограничено, не отнесенной к государственным секретам, утвержденной приказом Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь от 30 августа 2013 г. № 62 «О некоторых вопросах технической и криптографической защиты информации» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2013 г., №7/2561).

В заключение отметим, что в перспективе применение СИПС, содержащих информацию о пыльце и спорах древесных, кустарниковых и травянистых растений, произрастающих на территории Республики Беларусь, позволит в значительной степени облегчить труд экспертов-палинологов, связанный с необходимостью поиска и анализа больших объемов разнообразной палинологической информации. Конечно, сфера их применения в основном обусловлена предметом криминалистики и спецификой изучаемых ею объектов. Последняя определяет пределы и возможности использования СИПС. В целом справочные информационно-поисковые системы позволяют добиться расширения возможностей палинологических экспертных исследований, сокращения затрат времени как на сами исследования, так и на оформление результатов экспертиз, а также значительно повысят объективность экспертных заключений.

Список использованных источников

1. Хох, А. Н. Судебная палинология в Республике Беларусь : современные тенденции развития / А. Н. Хох, Т. Б. Рылова // Евразийское партнерство судебных экспертов : вызовы, проблемы, пути решения и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 19–20 апр. 2018 г. / редкол. : А. И. Швед [и др.]; Гос. ком. судеб. экспертиз Респ. Беларусь. – Минск : Право и экономика, 2018. – С. 127–129.
2. Weber, R. W. Pollen identification / R. W. Weber // *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*. – 1998. – Т. 80. – №. 2. – С. 141–148.
3. Oldfield, F. The pollen morphology of some of the West European Ericales—Preliminary descriptions and a tentative key to their identification / F. Oldfield // *Pollen Spores*. – 1959. – Т. 1. – С. 19–48.
4. Дзюба, О. Ф. Атлас пыльцевых зерен (неацетолизированных и ацетолизированных), наиболее часто встречающихся в воздушном бассейне Восточной Европы / О. Ф. Дзюба. – М., 2005. – 68 с.
5. Куприянова, Л. А. Пыльца двудольных растений флоры европейской части СССР / Л. А. Куприянова, Л. А. Алешина. – Л. : Наука, 1978. – 184 с.
6. The European Pollen Database : past efforts and current activities / R. M. Fyfe [et al.] // *Vegetation History and Archaeobotany*. – 2009. – V. 18. – №. 5. – P. 417–424.
7. The European modern pollen database (EMPD) project / B. A. S. Davis [et al.] // *Vegetation History and Archaeobotany*. – 2013. – V. 22. – №. 6. – P. 521–530.
8. East Asian pollen database : modern pollen distribution and its quantitative relationship with vegetation and climate / Z. Zheng [et al.] // *Journal of biogeography*. – 2014. – V. 41. – №. 10. – P. 1819–1832.

Дата поступления: 28.07.2018

A. N. Khokh

SPC of the State Forensic Examination Committee of the Republic of Belarus
Minsk, Belarus

S. S. Pazniak

Dr.Sc. (Agriculture Science), Full Professor
International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University
Minsk, Belarus

N. L. Bobrova

Ph.D. (Technical Sciences), Associate Professor
EI «Institute of Information Technologies BSUIR»
Minsk, Belarus

ON THE ISSUE OF AUTOMATION OF PALYNOLOGICAL EXPERT RESEARCH

The article suggests a variant of palynological expert studies' optimization which lay in creation of the Reference Information Retrieval Systems (RIRS) where all the structured information about pollen and spores is stored. The architecture and the main components of such systems are introduced. The issues of accounting categories creation for the purposes of the specifics of palynological expert studies and related problems of formalizing information presentation are highlighted here. The basic requirements of the RIRS formation and functioning are revealed.

Keywords: forensic expertise, palynological analysis, automation, accounting category, digital image, spores, pollen.