**Классификация синих шариковых ручек, основанная на естественном и искусственном старении чернил**

***Кечин А. А., Андросова А. В., Карцова Л.А.***

*Студент, 2 курс магистратуры*

*Санкт-Петербургский государственный университет,*

*Институт химии, Санкт-Петербург, Россия*

*E-mail: kechin.ars@icloud.com*

Определение возраста документа, осуществляемое в результате анализа чернил, которыми он составлен, является важной проблемой криминалистики, поскольку текущие методы анализа не всегда позволяют точно датировать рукопись. Основными способами датировки исследуемой записи является анализ изменения состава матрицы чернил, который происходит при попадании пишущего состава на бумагу.

Чернила состоят из красителей, растворителей, смол и других соединений, присутствующих в качестве добавок для изменения свойств чернил. Наиболее перспективными аналитами являются красители и растворители, так как их массовое содержание значительно больше остальных компонентов, и процессы, которые с ними происходят на бумаге (для красителей – разрушение молекул, для растворителей – испарение) проще поддаются анализу [1].

Наиболее популярными методами анализа при исследовании чернил являются хроматографические методы, за счет их высокой эффективности и воспроизводимости результатов. При анализе растворителей используется газовая хроматография (ГХ), а для определения красителей – высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) [2].

Для создания модели по определению подлинности исследуемого документа были проведены эксперименты, направленные на изучение изменения классификации шариковых ручек, связанного с различным временем естественного и искусственного старения. Естественное старение проводилось путем длительного хранения банка штрихов в комнатных условиях, а искусственное, за счет облучения штрихов УФ-излучением.

Для улучшения точности и воспроизводимости эксперимента предварительно были подобраны условия пробоподготовки и ВЭЖХ анализа. В качестве изучаемых этапов пробоподготовки проводились эксперименты по выбору способа вырезания бумажного фрагмента, поиска наиболее эффективного растворителя и количественной оценки влияния силы нажатия на шариковую ручку.

Наконец, чтобы повысить точность кластеризации была проведена специальная серия экспериментов по ГХ-анализу растворителей, содержащихся в матрицах исследуемых чернил. Совмещение данных по ГХ и ВЭЖХ анализу позволило увеличить межкластерное расстояние, тем самым разделив близкие по красящему составу образцы синих шариковых ручек.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 22-23-00577 с использованием оборудования Ресурсного центра «Методы анализа состава вещества» Научного парка СПбГУ.*

**Литература**

1. Magdalena Ezcurra, Juan M.G. Góngora, Itxaso Maguregui, Rosa Alonso. Analytical methods for dating modern writing instrument inks on paper // Forensic Sci. Int. 2010. Vol. 197 (1–3). P. 1-20.
2. Ashwini Kher, Mary Mulholland, Elinore Green, Brian Reedy. Forensic classification of ballpoint pen inks using high performance liquid chromatography and infrared spectroscopy with principal components analysis and linear discriminant analysis // Vib. Spectrosc. 2006. Vol. 40 (2). P. 270-277.