

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра уголовного процесса, криминалистики  
и судебных экспертиз

**Исследование корреляции признаков папиллярных узоров на руках и  
ногах человека**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ**

студентки 5 курса 541 группы  
направления подготовки 40.05.01 «Судебная экспертиза»  
юридического факультета

**Языниной Алены Дмитриевны**

Научный руководитель  
доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_

А.В.Калякин

Зав. кафедрой уголовного процесса,  
криминалистики и судебных экспертиз  
к.ю.н., доцент \_\_\_\_\_

С.А. Полунин

Саратов 2023

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность** – Общепринятые в отечественной и зарубежной криминалистической практике традиционные методики идентификации человека по следам его пальцев отвечают современным теоретическим положениям криминалистики. При этом базовыми, являются основные положения дактилоскопии, поро-эджеоскопии, криминалистической дерматоглифики. Все существующие методы, в основном, основаны на анализе качественных признаков.

Вопросы анализа и детализации признаков также имеют большое значение в создании и совершенствовании современных автоматизированных информационно-поисковых систем (АИПС).

Известны различные подходы к решению задач идентификации человека. В некоторых случаях используются статистические методы, компьютерные технологии. Такие подходы представляются целесообразными, поскольку применение современных естественно-научных методов в криминалистике позволяет совершенствовать методики экспертных исследований и своевременно внедрять их в практическую деятельность.

В связи с этим, в настоящей работе предпринята попытка обоснования использования понятия фрактальных множеств Б.Б.Мандельброта [2] применительно к анализу особенностей строения границ папиллярных линий пальцев рук и ног человека, отобразившихся в поверхностных следах. Так, при значительном увеличении поверхностного следа папиллярных линий, можно наблюдать все более мелкие неоднородные элементы и кажущаяся первоначальная гладкость самих линий исчезает окончательно (рис.1). Именно эта особенность поро-эджеоскопического строения следа папиллярных линий, в частности, и позволяет отнести их к фрактальным множествам.

**Целью** настоящей работы является исследование взаимосвязи папиллярных узоров пальцев рук и пальцев ног с помощью фрактальной

геометрии и оценить диагностический потенциал такого рода взаимосвязи в аспекте возможности установления групповой принадлежности отпечатков пальцев рук и ног человека.

следующие **задачи**:

-рассмотрение основ таких наук как: дактилоскопия, пороскопия и эджеоскопия;

-рассмотреть основные элементы кожного рельефа ладонной поверхности и пальцев рук и ног;

- анализ применения естественно-научных методов в исследованиях;

- изучение основных понятий фрактальной геометрии;

-получение объектов для проведения эксперимента;

- проведение исследования и расчет фрактальной размерности;

-анализ полученных данных и разработка рекомендаций по исследованию следов пальцев рук и ног человека.

**Объектом исследования** является система специальных познаний в сфере дактилоскопии, поро-эджеоскопии и криминалистической дерматоглифики, а даже такого раздела математике, как фрактальная геометрия.

**Предмет изучения** исследования настоящей работы выступает современные тенденции, проблематика и путь преодоления существующих сложностей в исследовании отпечатков пальцев рук и ног человека.

**Степень научной разработанности.** Тема выпускной квалификационной работы носит комплексный междисциплинарный характер. Достижение поставленной в диссертационном исследовании цели, потребовало обращения к трудам ученых, специализировавшихся в области проблем как истории права и государства, истории учений о праве и государстве, так и общей теории права и государства, историков и философов: А.В. Аверина, С.С. Алексеева, М.И. Байтина, В.М. Баранова, А.В. Васильева, А.Б. Венгерова, В.М. Гессена, В.М. Горшенева, И. А. Ильина, И. А. Исаева, В.Н. Карташова, В.П. Казимирчук, Н.М. Карамзина, С.А. Котляревского, Б.А. Кистяковского и др.

Проблемы становления и развития правового государства, обеспечения прав и свобод человека и гражданина исследовались в трудах таких ученых, как: С.А. Авакьян, М.М. Агарков, В.В. Барбнн, Н.С. Бондарь, Л.И. Глухарева, Л.Ю. Грудцына и др.

**Методологическую основу** дипломной работы являются фундаментальные положения материалистической диалектики, уголовного процесса и криминалистики. Для написания дипломной работы использовалась уголовно-процессуальная и криминалистическая литература. При рассмотрении ряда вопросов изучались труды таких авторов как: Аверьянова Т.В., Н.П. Майлис, К.В. Ярмак, В.В. Бушуев, Винберг А.А., Шляхов А.Р.

**Теоретическую основу** работы составляют труды российских ученых в области криминалистики, судебных экспертиз, уголовно-процессуального права и уголовного права.

**Правовая основа** работы сформирована на основе Конституции Российской Федерации, федеральных законов, законов Российской Федерации, и др.

**Научная новизна** представленной работы, обусловлена тем, что в настоящее время развивается новый раздел математики, называемый фрактальная геометрия. Методы этого раздела широко используются во многих направлениях человеческой деятельности. Однако, применение фрактальной геометрии, до сих пор не было востребовано в криминалистике.

**Эмпирическую основу** работы составили материалы периодической печати, социологических исследований, данные размещенные в сети Интернет по теме выпускной квалификационной работы.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. **Общепринятые** в отечественной и зарубежной криминалистической практике традиционные методики идентификации человека по следам его пальцев

2. Вопросы анализа и детализации признаков также совершенствовании современных автоматизированных информационно-поисковых систем (АИПС).

3. Изучением фрактальных структур занимается фрактальная геометрия, одно из направлений современной математики. Термин «фрактал» образован Б.Б.Мандельбротом от латинского причастия «fractus». Соответствующий глагол «frangere» переводится как ломать, разламывать, создавать фрагменты неправильной формы. Яркими примерами фракталов также являются береговые линии островов, формы горных гряд и многие другие природные объекты

4. Определяющие свойства фрактальных объектов. Если некоторое множество  $\varphi$  является фракталом, то оно слишком нерегулярно для того, чтобы описываться традиционной геометрией. Кроме того, оно состоит из деталей произвольно малых масштабов и обладает некоторым самоподобием, (приблизительным или статистическим). Фрактальная размерность множества  $\varphi$  обычно больше, чем его топологическая размерность. Фрагмент папиллярного узора, представленный на рис.1, обладает всеми вышеуказанными свойствами.

5. Во фрактальной геометрии каждая новая конфигурация следов папиллярных линий должна иметь свою индивидуальную фрактальную размерность (размерность Хаусдорфа – Безиковича), изменяющуюся в пределах от 1 до 2 и принимающую целые и дробные значения [2]. При этом она реагирует на несовершенства реальных объектов, позволяя различать важные отличительные их свойства, например, извилистость и изрезанность линий. Для идеальных объектов евклидовой геометрии (линия, плоская и пространственная фигура) размерность Хаусдорфа – Безиковича совпадает с топологической размерностью. Фрактальная размерность является главной количественной характеристикой фрактального объекта.

6. Методы определения фрактальной размерности. Для рассматриваемого случая папиллярных линий на плоскости клеточный метод (box-counting method), или метод Федерера.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается актуальность темы, анализируется ее научная разработанность, определяются объект и предмет исследования, цели работы и комплекс решаемых задач, отмечаются теоретико-методологическая и эмпирическая основы исследуемой проблемы, раскрываются использованные в исследовании источники, формулируются научная новизна диссертационного исследования, положения, выносимые на защиту и подтверждающие теоретическую и практическую значимость работы, излагаются результаты апробации проведенного исследования.

**Глава 1. Понятие, характеристика, закономерности формирования и особенности исследования следов рук и ног человека** посвящена основным положениям дактилоскопии, поро-эджеоскопии, криминалистической дерматоглифики (§1.1); классификации следов руки ног человека (§1.2). применению естественно-научных методов в исследованиях отпечатков пальцев рук и ног (§1.3).

В первой главе исследованы основные понятия и положения Дактилоскопия, поро-эджеоскопия и криминалистическая дерматоглифика - это три важных науки, которые занимаются изучением уникальных характеристик человеческой кожи. Эти науки имеют большое значение для судебной экспертизы, их применение позволяет установить личность человека по отпечаткам пальцев, следам пота и другим особенностям кожи. Дактилоскопия - это наука, которая изучает отпечатки пальцев человека. Каждый человек имеет уникальные отпечатки пальцев, которые не повторяются у других людей. Именно поэтому этот метод идентификации является одним из самых надежных и широко используется в судебной практике. Поро-эджеоскопия - это наука, которая изучает следы пота на поверхности кожи. Следы пота могут

использоваться для идентификации человека, так как они также являются уникальными. Этот метод идентификации часто используется в криминалистике для расследования преступлений. Криминалистическая дерматоглифика - это наука, которая изучает уникальные характеристики кожи на ладонях и пальцах. Эти характеристики также являются уникальными для каждого человека и могут использоваться для идентификации личности. Все эти науки имеют большое значение для судебной экспертизы, их применение позволяет установить личность человека по отпечаткам пальцев, следам пота и другим особенностям кожи. Они являются надежными методами идентификации и помогают правосудию выносить справедливые решения.

Классификация следов руки и ног человека может быть осуществлена на основе их общих и частных признаков.

Общие признаки следов руки и ног человека - это характер формы, размеров, а также наличие определенных элементов, которые могут свидетельствовать о принадлежности следа конкретному человеку. К таким элементам можно отнести следы пальцев, ладоней, пяток, ногтей, а также морфологические особенности кожи и костей.

Частные признаки следов руки и ног человека могут включать в себя такие характеристики, как форма и размеры пальцев, ориентация пяток и ладоней, особенности выступающих костей, а также наличие травм или других видимых повреждений на коже или костях.

Вклад ученых в эту область включает в себя различные методы анализа следов рук и ног. Более современные методы включают в себя компьютерную обработку данных, что позволяет более точно и надежно идентифицировать следы рук и ног человека.

Естественно-научные методы, такие как фотография, микроскопия, химический анализ и компьютерная обработка, широко используются в исследованиях отпечатков пальцев рук и ног. Эти методы позволяют установить индивидуальные характеристики человеческих отпечатков, такие

как расположение впадин и бугров, углы направления паттернов и характеристики мелких деталей.

Фотография используется для создания точных копий отпечатков и сравнения их с другими отпечатками. Микроскопия позволяет исследовать детали отпечатка, которые могут быть невидимы невооруженным глазом. Химический анализ может использоваться для выявления следов ДНК, крови или других веществ на отпечатках. Компьютерная обработка позволяет автоматически сравнивать отпечатки пальцев на предмет их сходства и различия.

В целом, применение естественно-научных методов в исследованиях отпечатков пальцев позволяет установить индивидуальные характеристики отпечатков, а также узнать больше о техниках их создания и обработки. Эти знания могут быть использованы в правоохранительных органах для розыска и идентификации преступников, а также в других областях, таких как медицина и наука о межличностных взаимодействиях.

**Глава вторая «Методологические рекомендации по исследованию корреляции признаков папиллярных узоров на руках и ногах человека»** посвящена эксперименту и анализу корреляции признаков папиллярных узоров на руках и ногах человека.

В первом параграфе описаны условия проведения эксперимента и отбора образцов: для целей данной работы у 10 человек разного возраста и пола были взяты отпечатки пальцев рук и ступней. Для этого валиком наносилась специальная краска на пальцы рук и ног и снимались отпечатки на листы формата А4.

Во втором параграфе предпринята попытка обоснования использования понятия фрактальных множеств Б.Б.Мандельброта применительно к анализу особенностей строения границ папиллярных линий пальцев рук и ног человека, отобразившихся в поверхностных следах. Так, при значительном увеличении поверхностного следа папиллярных линий, можно наблюдать все более мелкие неоднородные элементы и кажущаяся первоначальная

гладкость самих линий исчезает окончательно (рис.1). Именно эта особенность поро – эджеоскопического строения следа папиллярных линий, в частности, и позволяет отнести их к фрактальным множествам.

Следуя, остановимся на определяющих свойствах фрактальных объектов. Если некоторое множество  $\varphi$  является фракталом, то оно слишком нерегулярно для того, чтобы описываться традиционной геометрией. Кроме того, оно состоит из деталей произвольно малых масштабов и обладает некоторым самоподобием, (приблизительным или статистическим). Фрактальная размерность множества  $\varphi$  обычно больше, чем его топологическая размерность. Фрагмент папиллярного узора, представленный на рис.1, обладает всеми вышеуказанными свойствами.

Что касается самоподобия (скейлинга), то в соответствии с , под фракталом понимается структура, состоящая из «частей, которые в каком-то смысле подобны целому». Т.е. фрактал всегда выглядит одинаково, вне зависимости от выбранного масштаба. Математически самоподобие описывается степенными функциями, вида

$$f(x) = Cx^n, \quad (1)$$

где  $C$  и  $n$  – постоянные.

Изменяя значение постоянной  $C$  мы, тем не менее, всегда сохраняем пропорциональность функции  $f(x)$  параметру  $x^n$ . Таким образом, степенные законы с целыми и дробными показателями степени являются генераторами самоподобия . Отсутствие внутренних масштабов в однородных степенных законах обуславливает феномен масштабной инвариантности [9].

По виду данного фрактала его можно отнести к случайным, или стохастическим фракталам , которые обычно и встречаются в природе. Отличительная особенность данных фракталов состоит в том, что свойство самоподобия проявляется в них статистически. При конкретной реализации увеличенная часть фрактала не полностью идентична исходному фрагменту, однако их статистические характеристики совпадают. В нашем случае это означает, что любой фрагмент папиллярных линий, не обладающий полной

идентичностью к исходному рисунку, тем не менее, имеет такие же фрактальные характеристики.

Во фрактальной геометрии каждая новая конфигурация следов папиллярных линий должна иметь свою индивидуальную фрактальную размерность (размерность Хаусдорфа – Безиковича), изменяющуюся в пределах от 1 до 2 и принимающую целые и дробные значения [2]. При этом она реагирует на несовершенства реальных объектов, позволяя различать важные отличительные их свойства, например, извилистость и изрезанность линий. Для идеальных объектов евклидовой геометрии (линия, плоская и пространственная фигура) размерность Хаусдорфа – Безиковича совпадает с топологической размерностью. Фрактальная размерность является главной количественной характеристикой фрактального объекта.

Для определения размерности фрактальных объектов ( $D$ ) используется покрытие пространства, в котором находится фрактал, областями некоторого характерного размера  $\varepsilon$ . Далее определяется количество таких областей  $N(\varepsilon)$ , которые содержат точки исследуемого фрактального множества  $N(\varepsilon)$ . В нашем случае, плоский поверхностный след пальца покрывается сеткой с квадратными ячейками характерного размера  $\varepsilon$ . Фрактальная размерность описывается зависимостью

$$D = - \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\ln N(\varepsilon)}{\ln \varepsilon}, \quad (2)$$

и определяется по углу наклона прямой, построенной в логарифмических координатах.

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- Следы папиллярных узоров человека имеют фрактальную структуру, соответствующую стохастическим (природным) фракталам.

- Фрактальные характеристики не зависят от величины изучаемого фрагмента, который может быть как угодно мал, и не требуют полной картины папиллярных линий.

- Совпадение расчетных данных для следов руки и ноги человека свидетельствует об идентичности их фрактальной структуры.