

На правах рукописи

АМИНЕВА ГАЛИЯ МИНУЛЛОВНА

**БИОФИЗИЧЕСКАЯ ОБЪЕКТИВИЗАЦИЯ ПРИЖИЗ-
НЕННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ МЯГКИХ ТКАНЕЙ НА
ГНИЛОСТНО ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ТРУПАХ**

14.03.05 – судебная медицина (медицинские науки)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва, 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России).

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

ХАЛИКОВ Айрат Анварович

Официальные оппоненты:

Богомолов Дмитрий Валериевич – доктор медицинских наук, федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский центр судебно - медицинской экспертизы» Министерства здравоохранения Российской Федерации, отдел морфологических исследований, главный научный сотрудник.

Джуваляков Павел Георгиевич – доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный медицинский центр» Федерального агентства по управлению государственным имуществом, генеральный директор.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кировский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита состоится «18» мая 2022 года в 11:00 часов на заседании диссертационного совета Д 208.041.04, созданного на базе федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 125006, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4. стр. 7. (помещение кафедры истории медицины).

Почтовый адрес: 127473, г. Москва, ул. Делегатская 20/1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России по адресу 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 10а. и на сайте <http://dissov.msmsu.ru>.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2022 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д208.041.04,
кандидат медицинских наук, доцент

ХОХЛОВА Татьяна Юрьевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы.

Одним из важнейших вопросов, разрешаемых в ходе судебно-медицинской экспертизы, является установление наличия и давности телесных повреждений на трупе (Гедыгушев А.И., 2000). От ответа на этот вопрос часто зависит – будет ли возбуждено уголовное дело, если да, то по какой статье Уголовного кодекса (в зависимости от степени вреда, причиненного здоровью человека), а также насколько эффективными будут действия следствия по расследованию уголовного деяния и определению круга подозреваемых лиц (Акопов В.И., Надтока Е.С., 2010). Последнее напрямую зависит от того, насколько точно судебно-медицинский эксперт сможет установить давность происшествия (механической травмы) (Гедыгушев А.И., 2000).

Давность повреждения мягких тканей в настоящее время на трупе устанавливается применением комплекса разнообразных методов исследования – визуальных, гистологических и гистохимических, биохимических, биофизических и т.д. (Белянин В.Л., 1998; Бережной Р. В., 1971; Бронштейн Е.З., 1964; Халиков А.А., Витер В.И., 2011). Но, необходимо отметить, что вышесказанное относится только к тем случаям, когда давность смерти человека относительно невелика и труп, соответственно, не имеет признаков гниения. Действительно, когда мягкие ткани трупа находятся в состоянии выраженных гнилостных изменений, установление давности повреждений мягких тканей, а, иногда, даже и самого факта наличия повреждений, становится весьма непростой задачей (Теньков А.А., Плаксин В.О., 2005).

Дополнительным фактором, затрудняющим изучение повреждений, в частности кровоподтеков на коже гнилосто измененных трупов, является расположение их в области трупных пятен (Килин В. В., 2006). Известно, что трупное пятно в стадии имбибиции являет собой пропитывание мягких тканей кровью, посмертно диффундировавшей из сосудов. Аналогично и кровоподтек является пропитыванием тканей кровью, с той разницей, что в данном случае это пропитывание происходит при жизни из-за разрыва сосудистой стенки, вызванного внешним травматическим воздействием. Соответственно, внешние морфологические свойства этих двух явлений в чем-то обладающих сходством, но существенно различающихся по их возникновению могут иметь аналогичные проявления. Конечно, можно дифференцировать трупное пятно и кровоподтек с помощью гистологических методов исследования (Бронштейн Е.З., 1964), кроме случаев очень далеко зашедших гнилостных изменений. Но гистологические исследования, при всей их высокой информативности, являются достаточно трудоемкими, требуют высококвалифицированного обученного персонала, и занимают весьма продолжительное время на подготовку образца, изготовление и проводку гистологического среза, а также его микроскопическое изучение (Лисаковский В.А., Пермяков А.В., 1977).

По нашему мнению, выходом из сложившейся затруднительной и неоднозначной ситуации может явиться использование биофизических методов, в частности, изучение электрических параметров биологической ткани, что уже успело доказать свою эффективность в ряде некоторых предыдущих исследований (Маркелова Н.Г., 2009; Халиков А.А., Вавилов А.Ю., 2007). Однако необходимо отметить, что изучение таких параметров биологических тканей, как электрическая емкость, электрическое сопротивление, для гнилостно измененных мягких тканей, кровоподтеков на них, в том числе в зоне трупного пятна, ранее не осуществлялось.

Степень разработанности темы диссертации.

Биофизические методы диагностики повреждений на трупе с гнилостной хроматизацией кожи не достаточно изучены (Теньков А.А., Плаксин В.О., 2005), следует признать, что тема настоящего исследования разработана явно недостаточно. Результаты, получаемые биофизическими методами исследований, характеризуются высокой степенью объективности (Халиков А.А., Вавилов А.Ю., 2007), что делает актуальной разработку математической формулы, для создания программы по определению давности повреждения мягких тканей на гнилостно трансформированных трупах.

Метод изучения электрических характеристик (электрическая емкость и полное электрическое сопротивление), характеризуют изменения, происходящие в трупе (Халиков А.А., 2013). Превосходством метода является, малоинвазивность, высокая объективность и короткие сроки получения результатов.

Вышеизложенное позволяет определить цель исследования с определением задач, с последующим формированием положений.

Цель исследования.

Повысить точность и объективность в зоне кровоподтека различной давности формирования и неповрежденного (контрольного) участка, в том числе на гнилостно трансформированных трупах (с признаками гнилостной хроматизации) в период от 24 часов до 144 часов методом регистрации изменений электрических характеристик (электрическая емкость и полное электрическое сопротивление) в зависимости от факторов, обуславливающих индивидуальность субъекта.

Задачи исследования:

1. Используя современную методику разработать способ регистрации электрических характеристик (электрическая емкость и полное электрическое сопротивление) на гнилостно измененных тканях трупа с имеющимися на них повреждениями.
2. Определить необходимые параметры (электрическую емкость и полное электрическое сопротивление) на различных частотах тока исследования (от 100 Гц, 1кГц и 10 кГц) кровоподтеков различной давности формирования на трупах с давностью смерти, превышающей 24 часа, в том числе, с выраженными признаками гнилостных изменений.

3. Исследовать возраст, пол трупа, наличие этанола в крови, категория и давность смерти, давность травмы, локализацию повреждения на изучаемые электрические параметры.

4. В посттравматическом периоде исследовать характер изменений абсолютных и относительных величин электрических характеристик (электрической емкости и полного электрического сопротивления) и для разработки математической формулы для определения давности травмы.

5. На экспертном материале проверить способ диагностики с применением разработанной математической формулы на месте осмотра его обнаружения.

Научная новизна.

Исследованы электрические характеристики биологических тканей гнилостно измененными кровоподтеками на трупе возникших при механических травмах.

Установлены абсолютные численные значения полного электрического сопротивления и электрической емкости в процессе изменения посттравматического периода, а также относительных величин (дифференциальный коэффициент дисперсии электропроводности и дифференциальный коэффициент дисперсии емкости) с описанием их с математической точностью.

Впервые в судебной медицине применены математические модели, описывающие динамику электрических характеристик травмированных мягких тканей, позволяющие установить давность механических повреждений на гнилостно измененном трупе, и дифференцировать область кровоподтека от неповрежденного участка в случае его гнилостной хроматизации.

Теоретическая и практическая значимость.

Заключается в разработке методов и приемов дифференциальной диагностики области кровоподтека от неповрежденной зоны на трупе с признаками гнилостной хроматизации кожи и расчетного установления давности механической травмы, что повышает объективность и точность такой диагностики на гнилостно трансформированном трупе.

Методология и методы исследования.

Для регистрации изменений, происходящих с мертвым телом в позднем постмортальном периоде, использовано *наблюдение* – форма объективного научного исследования изучаемого явления в его взаимосвязи с прочими факторами, учитываемыми в работе.

Как форма научного познания явлений, происходящих в биологических тканях в динамике посттравматического периода в сочетании с их гнилостной трансформацией, использован *эксперимент* – измерение электрических параметров травмированных тканей в соотношении с аналогичными величинами контрольных (неповрежденных) участков тела этого же мертвого тела.

Для выделения отдельных характерных признаков изучаемых явлений использован *анализ* – метод исследования, позволяющий изучить влияние каждого из учитываемых нами при-

знаков на динамику полного электрического сопротивления и электрической емкости травмированных тканей трупа.

Для установления связи между изучаемыми признаками и комплексного их влияния на величину изучаемых биофизических характеристик использован *синтез* – метод исследования, позволяющий выразить изучаемые связи как единое целое.

На основе проведенных изучений был сделан ряд основных умозаключений (о зависимости биофизических параметров исследованных тканей от давности механической травмы) и ряд дополнительных (о зависимости биофизических параметров исследованных мышц от ряда дополнительных учитываемых факторов). Такой переход (от фактов к гипотезе) в методологии научного познания соответствует *индукции*.

Логические умозаключения, составившие основу выводов, были сформированы на основе анализа полученных экспериментальных данных всей исследованной совокупности наблюдений в результате перехода от общих представлений об изученных явлениях к частным их характеристикам, что соответствует *дедуктивному* методу научного исследования.

Сопоставление полученных результатов с материалами научных исследований, выполненных ранее другими авторами, отраженными в современной судебно-медицинской литературе, произведено по методу *аналогии*.

Все взаимосвязи изученных биофизических параметров формализованы в ходе *математического моделирования*, объективно отразившего индивидуальные черты реально исследуемого объекта во взаимосвязи его характеристик.

При переходе от абсолютных значений изучаемых параметров биологических тканей (электрическая емкость и электрическое сопротивление) к дифференциальным величинам (дифференциальный коэффициент дисперсии электропроводности, дифференциальный коэффициент дисперсии емкости) произведено *абстрагирование*, позволившее несколько упростить картину изучаемого явления.

В тоже время выделены и *конкретизированы* наиболее существенные свойства, связи и отношения изучаемого явления – изменения дифференциальных величин в динамике посттравматического периода.

Все установленные зависимости *формализованы*, т.е. выражены математически в их формульном представлении.

В ходе применения указанных методов исследования были выполнены результирующие систематизация, уточнение, методологическое прояснение изучаемой проблемы и последующая формулировка ее решения.

Положения, выносимые на защиту:

1. Кровоподтеки различной давности формирования имеют электрические характеристики (электрическую емкость, полное электрическое сопротивление), зависящие от срока, прошедшего с момента травмы, что создает принципиальную возможность установления давности их образования.

2. Электрические характеристики (электрическая емкость и полное электрическое сопротивление) изменяются в зависимости от возраста человека и его половой принадлежности, давности и категории его смерти, локализации повреждения в конкретном регионе тела, со сложным многофакторным влиянием комплекса указанных факторов на исследуемые параметры тканей тела.

3. Анализ электрических характеристик (электрическая емкость, полное электрическое сопротивление) кожи трупа с признаками ее гнилостной хроматизации позволяет дифференцировать принадлежность исследованного участка зоне кровоподтека, либо области трупного пятна, высказывая суждение в вероятностной форме с указанием величины достоверности этого суждения.

4. Изменение дифференциальных показателей изучаемых характеристик в динамике посттравматического периода описывается уравнениями экспоненциальной регрессии с достоверностью (более 95%), подтверждается математическими формулами. Это создает возможность использовать их для расчетного определения давности механической травмы.

5. Разработанный метод исследования биологических тканей трупа упрощает диагностику давности механической травмы, облегчая ее практическое применение за счет использования специально разработанной компьютерной программы.

Связь работы с научными программами, планами.

Диссертация выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (номер государственной регистрации АААА-А16-116081210007-3).

Протокол диссертационного исследования одобрен **Комитетом по биомедицинской этике** ГОУ ВПО БГМУ Министерства здравоохранения и социального развития РФ (Аппликационный № 186 от 27 февраля 2014 г.).

Тема диссертации утверждена Ученым советом Педиатрического факультета ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России (протокол заседания от 27.11.2014 г. № 8).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Научные положения диссертации соответствуют шифру специальности 14.03.05 – «Судебная медицина» (медицинские науки).

Личное участие автора.

Автором диссертационной работы проведена выборка объектов для исследования (возраст человека, его половая принадлежность, давность и категория его смерти, локализация повреждения в конкретном регионе тела, давность травмы). Проведен экспериментальный анализ и получены цифровые результаты измеряемых электрических характеристик (электрическая емкость и полное электрическое сопротивление) в зоне кровоподтека различной давности формирования и неповрежденного (контрольного) участка, в том числе на гнилостно трансформированных трупах (с признаками гнилостной хроматизации). В результате проведенных экспериментальных исследований получены результаты. Полученные данные обработаны путем количественной статистики. Проведена математическая обработка с последующим моделированием выявленных изменений и разработана математическая формула и разработана программное обеспечение для практического использования в работе судебно-медицинских экспертов. По итогам проведенной исследовательской работы сформированы официальные правила и научные исследования.

Полученные данные обрабатывали совместно с автором на кафедре организации здравоохранения ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Автор участвовал на всех этапах работы на 95%.

Степень достоверности результатов исследования

Биофизические методы диагностики повреждений на трупе с гнилостной хроматизацией кожи не достаточно изучены (Теньков А.А., Плаксин В.О., 2005), следует признать, что тема настоящего исследования разработана явно недостаточно. Результаты, получаемые биофизическими методами исследований, характеризуются высокой степенью объективности (Халиков А.А., Вавилов А.Ю., 2007), что делает актуальной разработку математической формулы, с внедрением компьютерной программы, давности повреждения мягких тканей на гнилостно трансформированных трупах.

Метод изучения электрических характеристик (электрическая емкость и полное электрическое сопротивление), характеризуют изменения, происходящие в трупе (Халиков А.А., 2013). Превосходством метода является, малоинвазивность, высокая объективность и короткие сроки получения результатов.

Вышеизложенное позволяет определить цель исследования с определением задач, с последующим формированием положений.

Апробация результатов исследования

Диссертация представлена на заседании проблемной комиссии «Морфология и общая патология» ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России (протокол №2 от 29 июня 2020 г.).

Обсуждение основных положений диссертации

Данная работа докладывалась и обсуждалась на научно-практических конференциях: «Актуальные вопросы судебно-медицинской экспертизы в РБ» 2018 г., «Актуальные вопросы судебно-медицинской экспертизы в РБ» посвященной 90-летию образования СМЭ РБ. 2019 г., «Актуальные вопросы в теории и практике судебной медицины и патологической анатомии» 2021 г.

Проведенные апробации работы полностью подтверждают достоверность результатов, полученных в ходе ее создания.

Применение результатов исследования.

Конечные итоги исследований внедрены в учебный процесс кафедр судебной медицины: ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России (г. Уфа), ФГБОУ ВО ИГМА Минздрава России (г. Ижевск), ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России (г. Москва); в практическую деятельность: ГБУЗ «Бюро судебно - медицинской экспертизы» МЗ РБ (г. Уфа); ГБУЗ БСМЭ МЗ УР (г. Ижевск); ГБУЗ БСМЭ МЗ Оренбургской области (г. Оренбург).

Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликовано 5 научных работ в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикаций материалов исследований на соискание ученых степеней кандидатов и докторов наук.

Структура и объем диссертации.

Диссертационные материалы представлены на 200 листах печатного текста, и состоят из введения, обзора литературы, главы о материале и методах исследования, 2 глав собственных исследований, заключения, выводов и практические рекомендации, списка использованной литературы (261 источник, в том числе 46 зарубежных). В диссертации имеется 49 рисунков и 92 таблицы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал, методы и этапы исследования:

Все исследования проведены в ОЭТ Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Республики Башкортостан «Бюро судебно-медицинской экспертизы Министерства

здравоохранения Республики Башкортостан» с 2014 по 2019 год. В качестве объектов исследования использован практический экспертный материал - трупы лиц обоих полов, различного возраста, с давностью смерти от 24-х до 144-х часов. Все объекты проходили через процедуру стандартного судебно-медицинского исследования/экспертизы, что позволяло верифицировать факторы, принятые нами к учету, объективной экспертной информацией.

Инструментальным образом исследованы 177 трупов, 78 из которых принадлежали женщинам, а 99 – мужчинам. Паспортный возраст умерших находился в интервале 20-82 года. Причины смерти включали в себя как группу ненасильственных (от заболеваний), так и насильственных (от внешних причин) смертей. По результатам проведенного судебно-химического исследования в крови некоторых умерших был обнаружен этиловый спирт, концентрация которого значительно варьировала.

Исследование проводили измерителем АК ИП-6109 (Рисунок 1), измеряли электрические характеристики (электрическая емкость и полное электрическое сопротивление) на гнилостно трансформированных трупах.

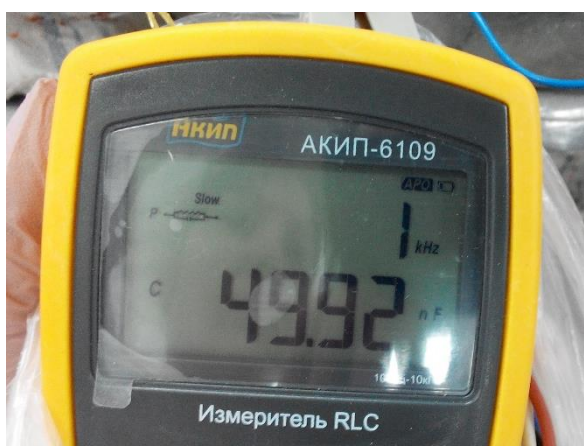


Рисунок 1 – Измеритель АК ИП-6109.

Выбранный данный метод измерения электрических характеристик (электрическая емкость и электрическое сопротивление) объясняется тем, что он имеет только положительный опыт в применении в практике врачей судебно-медицинских экспертов, (Халиков А.А., 2012) доступный, удобный и легко применим на месте осмотра трупа.

В ходе работы исследовались возраст, пол трупа, наличие этанола в крови, категория и давность смерти, давность травмы, локализацию повреждения на изучаемые электрические параметры.

Полученные результаты заносились в компьютер, формируемой программным обеспечением «*Microsoft Excel*».

Полученные результаты проделанного исследования (Мхитарян В. С., 1998; Дёрффель К., 1994; Айвазян С. А., Гланц С., 1999; Елисеева И. И., Юзбашев М. М., 1996), изучались для медико-биологических исследований (Тарновская Л. И., 2008; Зайцев В. М., Наследов А. Д., 2005; Лифляндский В. Г., Маринкин В. И., 2003; Вентцель Е. С., 2006).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На первом этапе работы было решено проверить основную гипотезу исследования – различие электрических характеристик прижизненно травмированных мягких тканей и неизменного (контрольного) участка тела, а также зависимость этих характеристик от времени, прошедшего с момента травмы до смерти человека.

Во время исследования стало известно, что электрическая емкость и электрическое сопротивление контрольных участков тела и зон кровоподтека достоверно различаются (Таблицы 1, 2), причем эти различия уверенно фиксируются на всех сроках давности механической травмы.

Таблица 1 – Сравнение электрической емкости в зоне кровоподтека и контрольного участка по критерию Q (Данна)

Частота тока	100 Гц				
Давность травмы, час.	24-48	49-72	73-120	121-168	169-240
Зона кровоподтека	80,3	103,9	68,2	84,0	104,6
Контрольный участок	143,3	132,5	87,4	58,2	46,7
Значение критерия Q	15,588*	6,040*	3,733*	4,594*	12,069*
Частота тока	1 кГц				
Давность травмы, час.	24-48	49-72	73-120	121-168	169-240
Зона кровоподтека	94,3	99,3	70,0	78,5	105,1
Контрольный участок	105,0	107,2	75,1	75,7	88,4
Значение критерия Q	2,660*	1,674	0,989	0,499	3,477*
Частота тока	1 кГц				
Давность травмы, час.	24-48	49-72	73-120	121-168	169-240
Зона кровоподтека	86,5	107,0	71,2	89,3	79,4
Контрольный участок	116,8	103,0	74,4	75,6	81,7
Значение критерия Q	7,485*	0,846	0,630	2,439*	0,478

* – наличие достоверных различий ($\alpha \leq 0,05$).

Таблица 2 – Средние ранги электрического сопротивления зоны кровоподтека и контрольного участка в их сравнении по критерию Q (Данна)

Частота тока	100 Гц				
1	2	3	4	5	6
Давность травмы, час.	24-48	49-72	73-120	121-168	169-240
Зона кровоподтека	104,8	86,7	111,5	89,1	54,1
Контрольный участок	46,0	60,6	105,5	107,3	102,7
Значение критерия Q	29,375*	13,068*	2,981*	9,096*	24,265*
Частота тока	1 кГц				
Давность травмы, час.	24-48	49-72	73-120	121-168	169-240
Зона кровоподтека	90,4	83,5	115,2	93,7	56,8
Контрольный участок	48,0	66,1	109,1	104,1	96,3
Значение критерия Q	21,188*	8,727*	3,038*	5,202*	19,721*
Частота тока	10 кГц				
Давность травмы, час.	24-48	49-72	73-120	121-168	169-240
Зона кровоподтека	83,5	80,7	113,8	90,9	69,8
Контрольный участок	47,2	66,8	107,8	103,9	97,9
Значение критерия Q	18,156*	6,977*	3,000*	6,495*	14,051*

* – наличие достоверных различий ($\alpha \leq 0,05$).

Парные сравнения величин электрической емкости и полного электрического сопротивления показали, что с увеличением времени, прошедшего с момента травмы, происходит закономерное изменение абсолютного значения изучаемого электрического признака, что может иметь диагностическое значение для установления продолжительности временного интервала между моментом травмы и моментом смерти человека.

В последующем проведена проверка влияния возраста и пола исследованных лиц на результаты экспериментальных наблюдений.

Для графической демонстрации вычисленных значений в настоящем автореферате было решено ограничиться только представлением группы с давностью травмы 24-28 часов, но межгрупповой сравнительный анализ между «мужской» и «женской» выборками проводился на всех сроках посттравматического периода (Рисунок 2).

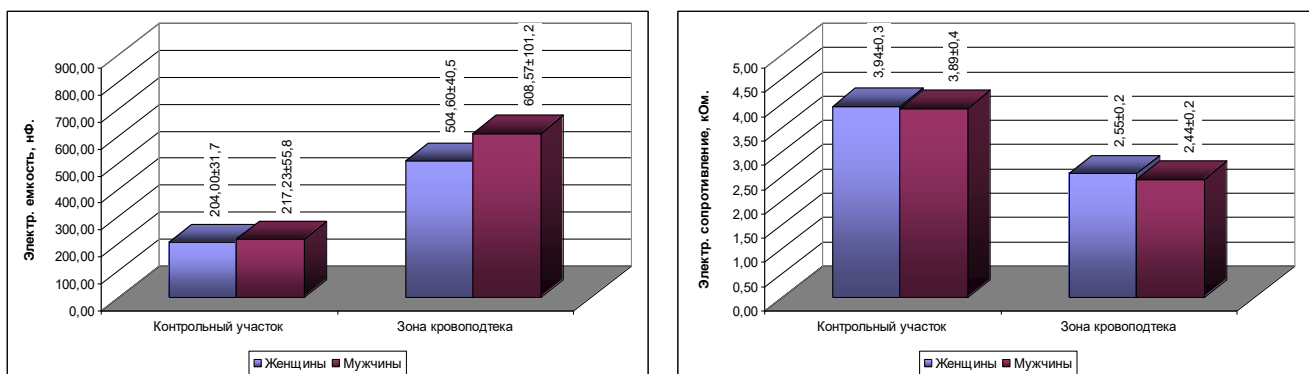


Рисунок 2 – Значение электрических параметров кожи лиц различной половой принадлежности (100 Гц, давность травмы 24-48 часов).

Сравнение групп, сформированных по принципу принадлежности исследованного субъекта к мужскому либо женскому полу показало существование различий, регистрируемых на всех частотах исследования как для значений электрической емкости, так и для полного электрического сопротивления, как для участков неповрежденных мягких тканей, так и для зон, имеющих морфологические признаки их повреждения (Таблица 3).

Таблица 3 – Средние ранги групп различной половой принадлежности в сравнении по критерию Q (Данна) при давности травмы от 24ч. до 48 ч.

		100 Гц		1 кГц		10 кГц	
		Ж	М	Ж	М	Ж	М
Электр. емкость	контрольный участок	11,80	11,64	11,30	12,00	10,70	12,14
	критерий Q	0,077		0,345		0,711	
	зона кровоподтека	11,70	11,71	8,70	13,86	11,80	11,64
	критерий Q	0,007		2,543*		0,077	
Электр. сопротивление	контрольный участок	9,40	12,93	10,00	12,93	10,00	12,93
	критерий Q	1,740		1,444		1,444	
	зона кровоподтека	11,50	10,79	10,00	12,07	10,20	12,07
	критерий Q	0,352		1,021		0,923	

* – наличие достоверных различий ($\alpha \leq 0,05$).

В научной литературе (Юрина Н.А., Афанасьев Ю.И., Котовский Е.Ф. и др., 2002) неоднократно отмечалось, что возрастные изменения в мягких тканях тела и в коже в частности, имеют ряд характерных проявлений, выражающихся в уменьшении содержания жидкости и снижении толщины кожи и подкожно-жировой клетчатки (Хэм А., Кормак Д., 1982; Ross M.H., 2011). На макроуровне это проявляется снижением способности к репарации и удлинению сроков заживления всех повреждений. Исходя из этих положений была проведена проверка влияния фактора возраста на величины изучаемых электрических характеристик поврежденных мягких тканей и зон, принятых в качестве контрольных участков. Установлено (Таблица 4), что в ряде случаев между абсолютной величиной изучаемого параметра электрических характеристик (электрическая емкость или электрическое сопротивление) и паспортным возрастом умершего человека существует достоверная корреляционная связь. Наиболее часто отмечалась отрицательная корреляционная зависимость, свидетельствующая об уменьшении электрических характеристик (электрической емкости и полного электрического сопротивления) в мягких тканях по мере увеличения паспортного возраста человека.

Таблица 4 – Значения корреляции между возрастом и исследуемыми характеристиками при давности травмы от 24ч. до 48 ч.

	Емкость					
	контрольный участок			зона кровоподтека		
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 Гц	1 кГц	10 кГц
1	2	3	4	5	6	7
Кендалла	0,138	0,067	0,155	-0,051	-0,059	-0,053
Значимость	0,377	0,668	0,337	0,743	0,705	0,740
Спирмена	0,174	-0,009	0,118	-0,100	-0,095	-0,108
Значимость	0,416	0,966	0,584	0,642	0,660	0,616
	Сопротивление					
	контрольный участок			зона кровоподтека		
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 Гц	1 кГц	10 кГц
1	2	3	4	5	6	7
Кендалла	-0,179	-0,154	-0,154	-0,219	-0,133	-0,101
Значимость	0,254	0,325	0,325	0,169	0,402	0,525
Спирмена	-0,203	-0,146	-0,146	-0,289	-0,167	-0,129
Значимость	0,340	0,496	0,496	0,171	0,436	0,549

* – наличие достоверной корреляционной зависимости ($\alpha \leq 0,05$).

В ходе дальнейшего анализа установлено (Таблица 5), что категория смерти влияет на электрические характеристики (электрической емкости и полного электрического сопротивления) в поврежденных тканях тела человека, что особенно хорошо обнаруживается при использовании токов высокой частоты (10 кГц).

Таблица 5 – Сравнительный межгрупповой анализ электрической емкости групп различной категории смерти

	100 Гц		1 кГц		10 кГц	
	насиль- ственная	ненасиль- ственная	насиль- ственная	ненасиль- ственная	насиль- ственная	ненасиль- ственная
Контроль	56,9	60,0	61,4	57,8	67,6	54,9
Q Данна	1,451		1,670		5,941*	
24-48 час.	11,25	14,14	6,75	11,36	11,75	14,00
Q Данна	1,203		1,915		0,935	
49-72 час.	22,60	18,44	22,60	18,25	24,80	17,56
Q Данна	1,773		1,853		3,083*	
73-120 час.	22,43	20,74	19,57	18,13	26,21	17,65
Q Данна	0,715		0,609		3,621*	
121-168 час.	25,95	22,44	24,53	29,25	30,89	13,44
Q Данна	1,603		2,157*		7,971*	
169-240 час.	9,00	21,86	2,00	24,11	12,00	17,81
Q Данна	4,500*		7,737*		2,032*	

* – достоверные различия сравниваемых значений при $\alpha \leq 0,05$.

Таким образом, изучая влияние различных учитываемых факторов на абсолютные значения изучаемых величин, установлено, что во всех случаях определялся сложный характер воспроизводимости результатов, свидетельствующий о комплексном и многофакторном влиянии множества условий, что затрудняет их конечный учет. Это приводит нас к заключению о необходимости разработки способа анализа результатов измерений, свободного от влияний комплекса изученных факторов, что и было выполнено на следующем этапе работы.

Работая с указанными дифференциальными показателями, первоначально было решено провести анализ на предмет возможности дифференциальной диагностики зон кровоподтеков от участков интактной кожи, изменивших свой оттенок по причине гнилостной хроматизации или из-за развития трупного пятна. Выполнен логистический регрессионный анализ с исполь-

зованием программной среды статистической обработки данных SPSS for Windows и получено математическое выражение (Выражение 1), в вероятностной форме отражающее возможность принадлежности исследованной области кожи трупа к зоне кровоподтека. Вероятность выражается числом в интервале от 0 до 100%.

$$P = \frac{1}{1 + e^{-4,749} \times e^{0,003 \times C_{100}} \times e^{0,602 \times R_{100}} \times e^{1,019 \times R_{1k}}} \times 100 \quad (1)$$

P – вероятность принадлежности исследованного участка зоне кровоподтека, %;

C_{100} – величина электрической емкости биологической ткани на частоте 100 Гц, нФ;

R_{100} – электрическое сопротивление биологической ткани на частоте 100 Гц, кОм;

R_{1k} – электрическое сопротивление биологической ткани на частоте 1 кГц, кОм.

Проверка разработанного выражения на материале двух практических судебно-медицинских экспертиз доказала его полную состоятельность.

В последующем изучено, как дифференциальные показатели изменяются в посттравматическом периоде (Рисунок 3) с описанием связи между длительностью посттравматического периода и величиной этих показателей.

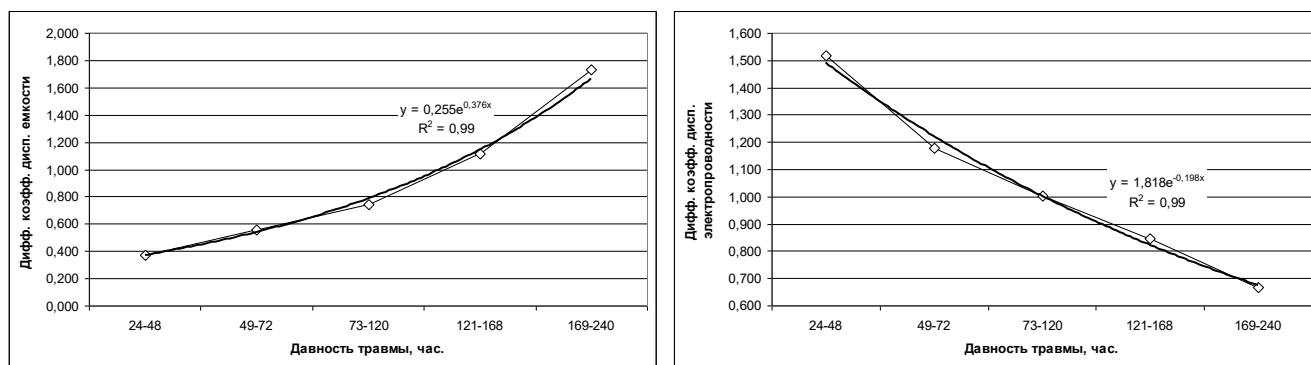


Рисунок 3 – Математическое выражение изменений дифференциальных коэффициентов дисперсии электропроводности и электрической емкости.

В ходе математического моделирования получена модель, описывающая наблюдаемые изменения, из которой, путем логарифмирования, с использованием коэффициентов, определенных в ходе описательного регрессионного анализа динамики дифференциальных показателей (Рисунок 3), выражение получена форма аналитического решения, позволяющего использовать его для непосредственного расчета давности травмы (Выражение 2).

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ДП} = \frac{\ln\left(\frac{y_{ДКДЕ}}{0,255}\right) + \ln\left(\frac{y_{ДКЛЭ}}{1,818}\right)}{2} \\ \text{ДТ} = \text{ДП} \times C \end{array} \right. \quad (2)$$

ДП – давность повреждения (условных единиц);

ДТ – давность травмы (час);

y – величина дифференциального коэффициента емкости (ДКДЕ) и электропроводности (ДКДЭ);

C – коэффициент перевода условных единиц в часы.

Поскольку в основе решения лежит нелинейная (экспоненциальная) математическая зависимость, коэффициент C выбирается из таблицы его значений (Таблица 6), в зависимости от величины ДП.

Таблица 6 – Значения коэффициента C в зависимости от ДП

ДП	Коэффициент C	Стандартное отклонение	Средняя ошибка ДТ
$0,98 \leq ДП \leq 3,09$	29,6	1,53	2,4
$3,10 \leq ДП \leq 4,80$	36,7	3,52	6,1
$4,90 \leq ДП \leq 5,80$	39,8	6,62	12,7

Для установления погрешности метода выполнен дисперсионный анализ. Абсолютная величина погрешности определена как произведение среднего квадратического отклонения и значения t -критерия (РТМ 44-62, 1966), выбранного из таблиц соответственно числу степеней свободы и максимально возможной ошибки определения (Елисеева И. И., Юзбашев М. М., 1996), которая была задана равной 5%, как это рекомендуется (Гланц С., 1999). Искомые границы доверительного интервала представлены в графической форме (Рисунок 4) и выражены в виде неравенства (Выражение 3).

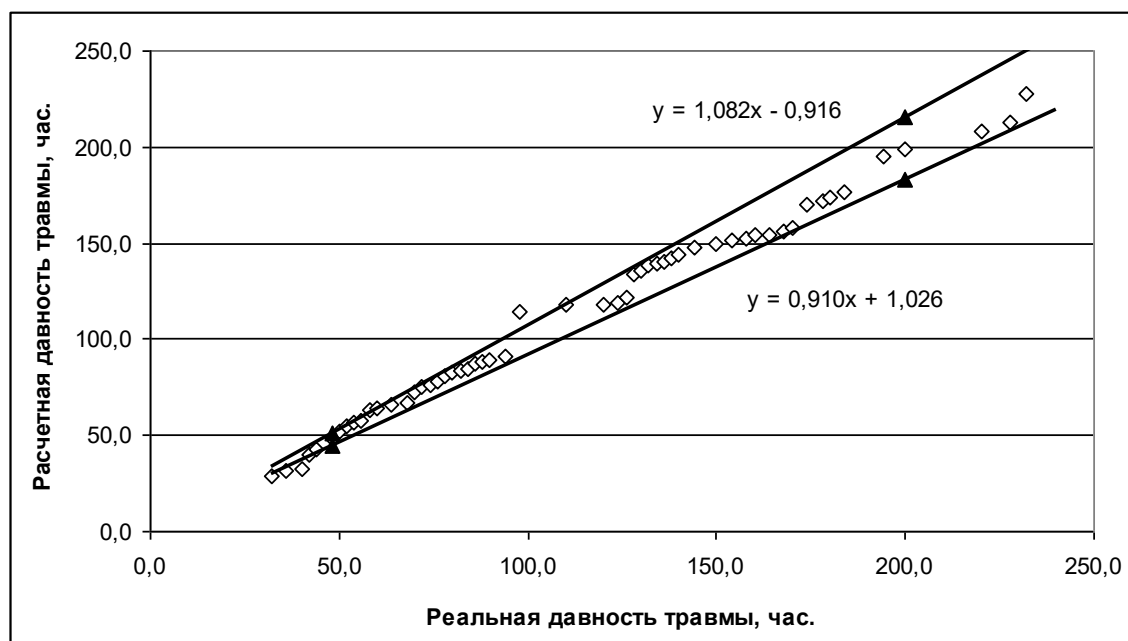


Рисунок 4 – Границы погрешности выражения (3).

Для использования совместно с аналитическим решением расчета давности травмы (Выражение 2) выразим результаты дисперсионного анализа в форме неравенства (Выражение 3), устанавливающего границы доверительного интервала погрешности относительно значения давности травмы:

$$0,91 \times ДТ + 1,026 \leq ДТ_{и} \leq 1,082 \times ДТ - 0,916 \quad (3)$$

$ДТ$ – давность травмы по выражению (5.6, час);

$ДТ_{и}$ – давность травмы истинная (час).

Работа выражений проверена на материале двух практических судебно-медицинских экспертиз. В обоих случаях получено полное совпадение расчетных данных со сведениями, полученными в ходе следственных действий.

Для облегчения проведения рутинных математических расчетов в практике судебно-медицинских экспертиз была разработана компьютерная программа, реализующая в себе функции расчета принадлежности исследуемого участка тела пострадавшего человека к зоне кровоподтека и вычисление его давности (Рисунок 5).

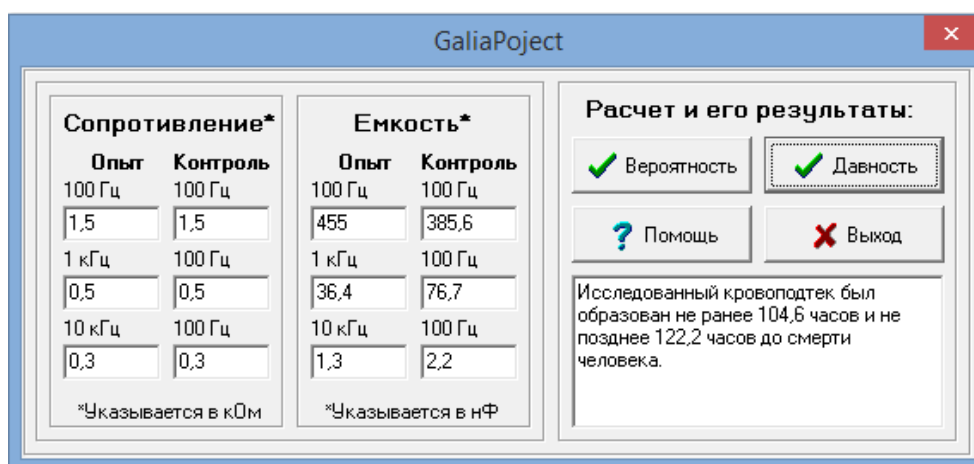


Рисунок 5 – Внешний вид основного диалогового окна с введенной информацией и результатами расчета давности формирования исследованного кровоподтека.

Таким образом, полностью была достигнута цель настоящего исследования и решены его задачи, что позволило сформулировать ряд выводов, представляемых далее.

ВЫВОДЫ

1. Кровоподтеки различной давности формирования имеют электрические характеристики (электрическую емкость, полное электрическое сопротивление), существенно отличающиеся от таковых для неповрежденных участков тела. В соответствии от чистоты тока получены следующие значения изученных величин:

На 100 Гц:

Электрическая емкость:

– кровоподтек – $515,192 \pm 20,786$ нФ;

– контроль – $467,372 \pm 25,889$ нФ;

Электрическое сопротивление:

– кровоподтек – $2,731 \pm 0,056$ кОм;

– контроль – $2,825 \pm 0,081$ кОм;

На 1 кГц:

Электрическая емкость:

– кровоподтек – $35,308 \pm 1,489$ нФ;

– контроль – $30,490 \pm 1,690$ нФ;

Электрическое сопротивление:

– кровоподтек – $0,502 \pm 0,038$ кОм;

– контроль – $0,734 \pm 0,055$ кОм;

На 10 кГц:

Электрическая емкость:

– кровоподтек – $2,004 \pm 0,195$ нФ;

– контроль – $2,690 \pm 0,203$ нФ;

Электрическое сопротивление:

– кровоподтек – $0,468 \pm 0,035$ кОм;

– контроль – $0,660 \pm 0,050$ кОм;

В динамике посттравматического периода происходит достоверное изменение указанных величин, проявляющееся постепенным снижением полного электрического сопротивления и увеличением электрической емкости, что создает принципиальную возможность установления давности формирования кровоподтека путем изучения электрических характеристик травмированных тканей тела человека, даже в тех случаях, когда труп имеет видимые признаки гнилостных изменений (гнилостная хроматизация кожи).

2. Комплекс дополнительных факторов (возраст, пол трупа, наличие этанола в крови, категория и давность смерти, давность травмы, локализацию повреждения на изучаемые электрические параметры) оказывают сложное многофакторное воздействие на электрические характеристики (электрическая емкость и полное электрического сопротивление) из области повреждения и в зоне контрольного (неповрежденного) участка, что затрудняет установление давности травмы на основе анализа абсолютной величины изучаемых параметров тканей тела.

3. Многофакторная регрессионная логистическая модель вида:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-4,749 \times C_{\text{нФ}} + 0,003 \times C_{\text{кОм}} + 0,602 \times R_{1\text{кГц}} + 1,019 \times R_{10\text{кГц}}}} \times 100, \quad (1)$$

P – вероятность принадлежности исследованного участка зоне кровоподтека, %;

C_{100} – величина электрической емкости биологической ткани на частоте 100 Гц, нФ;

R_{100} – электрическое сопротивление биологической ткани на частоте 100 Гц, кОм;

R_{1k} – электрическое сопротивление биологической ткани на частоте 1 кГц, кОм.

позволяет в случаях гнилостной хроматизации кожи трупа осуществлять дифференциацию поврежденных (с наличием кровоподтека) и интактных участков тела с заключением о принадлежности исследованного участка кожи гнилостно трансформированного трупа зоне кровоподтека, выражаемого в вероятностной форме, с указанием процентной величины достоверности этого суждения.

4. Использование дифференциальных (относительных) показателей изучаемых физических величин позволяет описать динамику их изменений в посттравматическом периоде, формализовав ее в виде математической модели:

$$ДП = 47,508 + 103,332 \times ДКДЕ - 33,009 \times ДКДЭ, (2)$$

$ДП$ – давность повреждения;

$ДКДЕ$ – дифференциальный коэффициент дисперсии емкости;

$ДКДЭ$ – дифференциальный коэффициент дисперсии электропроводности,

устанавливающей взаимосвязь между продолжительностью посттравматического периода (давностью повреждения) и значением дифференциального показателя.

5. Создан алгоритм инструментального исследования электрических характеристик тканей на гнилостно измененных трупах и разработано аналитическое выражение:

$$\left\{ \begin{array}{l} ДП = \frac{\ln\left(\frac{y_{ДКДЕ}}{0,255}\right) + \ln\left(\frac{y_{ДКДЭ}}{1,818}\right)}{2} \cdot (-0,198) + 0,376, (3) \\ ДТ = ДП \times C \end{array} \right.$$

где $ДП$ – давность повреждения (условных единиц);

$ДТ$ – давность травмы (час);

y – величина дифференциального коэффициента емкости ($ДКДЕ$) и электропроводности ($ДКДЭ$);

C – коэффициент перевода условных единиц в часы, коэффициент перевода условных единиц в часы, определяющий давность механической травмы, а разработанная на его основе компьютерная программа облегчает практическое использование метода, позволяя сформировать суждение об интервале посттравматического периода, в границах которого с достоверностью более 95% произошло травматическое событие.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

В целях повышения объективности и точности диагностики давности образования кровоподтеков на трупe с гнилостной хроматизацией кожи рекомендуется использование методов количественной регистрации изменений электрических характеристик (электрическая емкость и полное электрическое сопротивление).

1. Описание процесса замера электрических характеристик:

Для измерения электрические характеристики (электрическая емкость и полное электрическое сопротивление) переменным током на различных частотах (100 Гц, 1000 Гц, 10 000 Гц) использовался прибор RLC-измеритель. В Государственный реестр средств измерений RLC-измеритель АКПП-6109 включен.

Для съема электрических параметров с тканей мертвого тела использовался датчик погружного типа, представляющий собой две иглы из медицинской стали, длиной 1,5 см каждая, закреплены параллельно друг другу на расстоянии 1 см.

Просушивается кожа и датчик погружается в мягкие ткани трупа на всю глубину. Измеряем электрические характеристики (электрической емкости и полного электрического сопротивления) на частотах тока исследования 100 Гц, 1 кГц, 10 кГц. После использования датчик промывается водой.

2. Расчет вероятности принадлежности исследованного участка кожи гнилостно трансформированного трупа зоне кровоподтека:

При исследовании трупа с гнилостной хроматизацией кожи целесообразно провести исследование на предмет определения принадлежности изучаемого участка кожи к области кровоподтека либо интактной зоне. Для этого вычисления рекомендуем математическое формулу:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-4,749} \times e^{0,003 \times C_{100}} \times e^{0,602 \times R_{100}} \times e^{1,019 \times R_{1k}}} \times 100 \quad (4)$$

где P – вероятность принадлежности исследованного участка зоне кровоподтека, %;

C_{100} – величина электрической емкости биологической ткани на частоте 100 Гц, нФ;

R_{100} – электрическое сопротивление биологической ткани на частоте 100 Гц, кОм;

R_{1k} – электрическое сопротивление биологической ткани на частоте 1 кГц, кОм.

При получении результата более 80% следует вывод, что исследуемый участок тела с большей вероятностью принадлежит зоне кровоподтека.

Полученный результат менее 20% свидетельствует, что, с большей вероятностью (соответственно более 80%), исследуемый участок принадлежит зоне трупного пятна.

Результат расчета в пределах 20-80% свидетельствует о том, что исследованию подвергнута неповрежденная (интактная) кожа, изменение цвета которой обусловлено исключительно гнилостными явлениями.

3. Расчет давности травматического воздействия:

Для расчета давности травматического воздействия, сопровождавшегося формированием кровоподтека, на гнилостно измененном трупe следует использовать следующее математическое выражение:

$$\left\{ \begin{array}{l} ДП = \frac{\ln\left(\frac{y_{ДКДЕ}}{0,255}\right) + \ln\left(\frac{y_{ДКДЭ}}{1,818}\right)}{0,376 + \frac{-0,198}{2}} \\ ДТ = ДП \times C \end{array} \right. \quad (2)$$

где $ДП$ – давность повреждения (условных единиц);

$ДТ$ – давность травмы (час);

y – величина дифференциального коэффициента емкости ($ДКДЕ$) и электропроводности ($ДКДЭ$);

C – коэффициент перевода условных единиц в часы.

Поскольку в основе решения лежит нелинейная (экспоненциальная) математическая зависимость, коэффициент C выбирается из таблицы его значений (Таблица 7) в зависимости от величины $ДП$.

Таблица 7 – Значения коэффициента C в зависимости от $ДП$

$ДП$	Коэффициент C	Стандартное отклонение	Средняя ошибка $ДТ$
$0,98 \leq ДП \leq 3,09$	29,6	1,53	2,4
$3,10 \leq ДП \leq 4,80$	36,7	3,52	6,1
$4,90 \leq ДП \leq 5,80$	39,8	6,62	12,7

Для установления границ доверительного интервала погрешности относительно значения давности травмы используется неравенство:

$$0,91 \times ДТ + 1,026 \leq ДТ_{И} \leq 1,082 \times ДТ - 0,916 \quad (3)$$

где $ДТ$ – давность травмы по выражению (4.6, час);

$ДТ_{И}$ – давность травмы истинная (час).

Полученный результат показывает интервал (в часах), в границах которого находится искомое время травматического события.

4. Руководство компьютерной программы для расчетов:

Для произведения расчетов необходимо запустить файл «*GaliaProject.exe*», после чего

появляется диалоговое окно в поля которого необходимо внести значения электрической емкости и электрического сопротивления выбранного участка кожи и кожи зоны, выбранной в качестве контрольной (интактной). Расчеты запускаются нажатием соответствующих управляющих кнопок в зависимости от выбранной функции.

Вывод расчета происходит в диалоговом окне приложения.

Для завершения работы приложение необходимо нажать кнопку «Выход».

5. Формулирование экспертного заключения:

1. Вероятность принадлежности исследованного участка кожи (указать локализацию) трупа гражданина/гражданки (ФИО) к зоне кровоподтека, определенная путем исследования ее электрической емкости и электрического сопротивления, составляет (результат расчета) %.

2. Учитывая результаты электрических характеристик (электрической емкости и полного электрического сопротивления) мягких тканей в области кровоподтека (указать локализацию повреждения) и математический расчет давности травмы, считаю, что травматическое событие произошло не ранее (вычисленный ответ) часов и не позднее (вычисленный ответ) часов до момента смерти гражданина/гражданки (ФИО).

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Халиков, А.А. О возможности биофизической объективизации повреждений мягких тканей на гнилобно трансформированных трупах / Г.М. Аминева // **Проблемы экспертизы в медицине. - 2015. - Т. 15, № 3-4 (59-60). - С. 10-12.**

2. Халиков, А.А. О возможности объективизации прижизненных повреждений мягких тканей на гнилобно трансформированных трупах / Г.М. Аминева, Р.Х. Сагидуллин // **Медицинская экспертиза и право. - 2015. - № 5. - С. 38-41.**

3. Садретдинов А.Г. О зависимости оптической плотности синовиальной жидкости коленных суставов от индивидуальных качеств субъекта исследования. / Аминева Г.М. Халиков А.А., // **Медицинский вестник Башкортостана. - 2016.-/Т.11, №1. - С.-58-63.**

4. Аминева Г.М. Дифференциальная диагностика трупного пятна и кровоподтека на гнилобно трансформированном трупе биофизическим методом / Халиков А.А., Вавилов А.Ю., Найденова Т.В. // **Современные проблемы науки и образования. - 2017. - № 2.**

5. Халиков, А.А. Влияние факторов индивидуальности (пол, возраст, категория смерти) на показатели биофизической объективизации прижизненных повреждений гнилобно измененного трупа. / Аминева Г.М., Кузнецов К.О., Искужина Л.Р., Халикова Л.В. // **Судебно-медицинская экспертиза. - 2021.-Т.64, №4. - С.25-29.**

Подписано в печать: 19.01. 2022
Формат А5
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Тираж 100 Экз.
Заказ №23117
Типография ООО "Цифровичок"
117149, г. Москва, ул. Азовская, д. 13