

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

**БЕЛЫХ
СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**

**ДИАГНОСТИКА ДАВНОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ ПО
ПРОЦЕССУ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТРУПА
В УСЛОВИЯХ ИНСОЛЯЦИИ**

3.3.5. Судебная медицина (медицинские науки)

Диссертация на соискание
ученой степени кандидата
медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук,
профессор **А.Ю. Вавилов**

Ижевск – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Обзор литературы.....	14
1.1. Современное состояние проблемы диагностики давности наступления смерти.....	14
1.2. Методы применяемые для диагностики ДНС.....	16
1.3. Моделирование температурных процессов в диагностике давности смерти.....	30
1.4. Влияние солнечной радиации на процесс изменения температуры трупа.....	34
Глава 2. Материалы и методы исследования.....	42
2.1. Характеристика исследованного материала.....	42
2.2. Методы термометрии.....	44
2.3. Методы обработки результатов исследования материала.....	51
Глава 3. Разработка математической модели процесса изменения температуры трупа с учетом влияния прямой солнечной радиации.....	54
3.1. Теоретическое обоснование подходов к математическому моделированию процесса изменения температуры трупа с учетом влияния метеорологических факторов.....	54
3.2. Разработка математического аппарата для моделирования тепловых процессов с учетом влияния солнечной радиации.....	58
3.3. Способ установления значений солнечного фактора в условиях эксперимента.....	62
Глава 4. Анализ результатов термоизмерений объектов, находящихся под воздействием прямой солнечной радиации.....	67
4.1. Анализ температурных кривых, полученных в эксперименте на ЗТО различной массы при воздействии прямой солнечной радиации.....	67
4.2. Анализ результатов экспериментов на ЗТО в разное время года.....	72

4.3. Оценка световоспринимающей способности поверхности объекта при моделировании температуры в условиях воздействия солнечной радиации.....	76
4.4. Оценка результатов моделирования температуры при действии солнечной радиации в условиях исследований, произведенных на трупах.....	84
4.5. Анализ погрешности диагностики ДНС методом математического моделирования с учетом наличия прямой солнечной радиации.....	91
Заключение.....	95
Выводы.....	106
Практические рекомендации.....	108
Список литературы.....	111
Приложения.....	142

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Определение давности наступления смерти (ДНС) – одна из основных задач, решаемых в процессе производства судебно-медицинской экспертизы. Точное ее решение необходимо для успешного раскрытия и расследования правоохранительными органами преступлений против жизни граждан. Вывод эксперта о продолжительности времени, прошедшего с момента смерти пострадавшего, приобретает особую важность при оценке следователем алиби подозреваемого. В этих случаях от правильности экспертной оценки зависят судьбы живых людей, причастных или не причастных к преступлению.

Последние десятилетия в судебно-медицинской практике широкое применение нашли методы диагностики ДНС по процессу посмертного изменения температуры трупа. Способы математического моделирования процесса посмертного охлаждения трупа в большинстве случаев зарекомендовали себя как наиболее точные и достоверные методы оценки продолжительности времени, прошедшего с момента смерти человека, до начала исследования его мертвого тела. Однако методы математического моделирования, применяющиеся сегодня в практической судебно-медицинской экспертизе, позволяют устанавливать ДНС с высокой точностью только при отсутствии воздействия на труп метеорологических факторов, и, прежде всего, прямой солнечной радиации. Прямая солнечная радиация оказывает весьма значительное влияние на процесс изменения температуры трупа, а корректных способов учитывать инсоляцию при математическом моделировании тепловых процессов, происходящих в мертвом теле, до настоящего времени не существовало.

Между тем, по данным Челябинского областного бюро судебно-медицинской экспертизы, до 20% случаев насильственной смерти происходят вне помещений, то есть на открытой местности, где имеется потенциальная возможность воздействия на труп прямой солнечной радиации. При этом необхо-

димо учитывать, что, например, в Челябинске количество ясных дней составляет около 40% зимой и около 70% – летом [62, 66, 94, 150, 164]. Количество же убийств, произошедших в условиях «неочевидности», когда труп до момента обнаружения находился на открытой местности под воздействием солнечных лучей, для города Челябинска с миллионным населением составляет порядка 10 случаев в год. В каждом из этих случаев применение отработанных ранее методов математического моделирования температуры трупа для диагностики давности смерти не дает сколько-нибудь достоверных результатов, поскольку данные методы никак не учитывают ту энергию, которая передается трупу при воздействии на него солнечного тепла.

Приведенные основания свидетельствуют об актуальности диссертационной работы, направленной на изучение воздействия прямой солнечной радиации на тепловые процессы, происходящие в трупе, и разработку методов, позволяющих учитывать воздействие инсоляции в практической судебно-медицинской диагностике давности смерти.

Степень разработанности темы исследования

Многие десятилетия процесс охлаждения мертвого тела вызывал интерес отечественных и зарубежных судебных медиков. Предпринимались попытки представить, а затем описать процесс изменения температуры трупа для определения ДНС. Методом проб и ошибок удалось с течением времени дать описание теплофизических процессов, происходящих в мертвом теле. Наблюдение и фиксация изменения температуры трупа производились простым и доступным методом термометрии. Термометрия позволяет оценить процесс охлаждения трупа количественно [65]. Технологический прорыв привел к разработке электротермометров различной модификации, позволяющих производить термометрию в различных органах трупа [29, 87, 98, 189, 196, 238]. Высокие технологии позволили интегрировать термоизмерительную приставку с компьютером. На этой основе П.И. Новиков и Е.Ф. Швед разработали портативный аппаратно-программный комплекс для диагностики давности смерти

«Термит-1». Комплекс хорошо зарекомендовал себя на практике [128, 177, 188].

Дальнейшие научные изыскания на основе количественной оценки изменения температуры трупа позволили математически представить этот процесс. В результате этого появилась возможность дать описание теплофизического процесса с помощью построения математической модели. На сегодняшний день существует много различных модификаций математических моделей позволявших с высокой точностью производить диагностику давности наступления смерти без учета влияния солнечной радиации [22, 27, 28, 86, 88, 122, 125, 162, 166, 187]. Это существенно ограничивает возможность математического моделирования особенно когда труп находился на открытой местности в зоне действия прямой солнечной радиации. Данное обстоятельство обусловило необходимость дальнейшего исследования в этом направлении.

Вышеизложенное определило содержание представленной работы и позволило сформулировать цель и задачи исследования.

Цель исследования

Создание способа учета влияния солнечной радиации на динамику изменения температуры трупа, находящегося под непосредственным воздействием прямой солнечной радиации, при математическом моделировании посмертного изменения температуры мертвого тела в раннем постмортальном периоде в ходе судебно-медицинской диагностики давности наступления смерти.

Задачи исследования

Достижение намеченной цели осуществлялось путем реализации следующих задач:

1. На основе существующих экспоненциальных математических моделей разработать математический аппарат, пригодный для моделирования процесса посмертной динамики температуры трупа с корректным учетом влияния на этот процесс прямой солнечной радиации.

2. Проверить соответствие разработанного математического аппарата реальным температурным кривым, полученным в ходе исследований на замещающих труп объектах (ЗТО) и трупах людей, находившихся в условиях воздействия на них прямой солнечной радиации.

3. Изучить характер взаимосвязей и дать количественную оценку параметрам разработанной математической модели в зависимости от характера объекта, световоспринимающих свойств его поверхности, времени года.

4. Разработать алгоритм, позволяющий использовать математическую модель и выявленные закономерности влияния солнечной радиации на труп при установлении времени смерти.

5. Оценить возможную погрешность моделирования применительно к диагностике давности смерти в условиях практической работы эксперта.

Научная новизна

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые разработана математическая модель посмертного изменения температуры трупа, корректно отражающая посмертную динамику температуры при воздействии на мертвое тело прямой солнечной радиации с отработкой параметров модели и разработкой алгоритмов её использования.

Изучены и количественно оценены влияния на динамику охлаждения мертвого тела свойств его поверхности, определяющих интенсивность поглощения солнечной радиации, соответственно определены параметры разработанной математической модели в зависимости от характера объекта, цвета материала его поверхности, угла падения на нее солнечных лучей.

Теоретическая и практическая значимость работы

Наиболее значимым для современной судебно-медицинской науки и практики следует считать создание в ходе настоящей работы алгоритма диагностики давности смерти методом математического моделирования с корректным учетом влияния прямой солнечной радиации на тепловые процессы

в трупe, что позволяет устанавливать время смерти в раннем посмертном периоде в условиях инсоляции.

Проведенная оценка погрешности созданного метода свидетельствует, что разработанный математический аппарат повышает точность диагностической процедуры, минимизируя ошибки расчетов, обусловленные влиянием на тело прямых солнечных лучей.

Методология и методы диссертационного исследования

Методологической составляющей научного познания является первоначальное осмысление явления, т.е. изменения температуры трупа в условиях инсоляции, теплофизических параметров, построение адекватной математической модели процесса при воздействии прямой солнечной радиации.

Методом познания в ходе диссертационного исследования стал эксперимент, средством – экспериментальное оборудование (заменяющие труп объекты (манекены), имеющие геометрию человеческого тела). Технологией проведения эксперимента считаются теплофизические процессы, происходящие в трупe при действии на него прямой солнечной радиации.

В ходе решения проблемы диссертационного исследования были применены два основных метода научного познания:

1. Эмпирического или опытного исследования;
2. Теоретического познания.

На начальном этапе выполнения исследования проведен анализ (метод-операция) научной литературы (исторический метод операционного эмпирического исследования), позволивший определить степень разработанности проблемы. В результате проведенного анализа были сформулированы цели и задачи научной работы, выстроены рабочие гипотезы (с использованием познавательных действий теоретических методов), установлены объекты исследования и подобраны методы их изучения.

Методом эмпирического или опытного исследования стал эксперимент – воспроизведение объекта исследования в строго контролируемых и управляемых условиях.

При выполнении работы проводились реальные эксперименты на естественных объектах (трупах людей) и эксперименты предметно-модельные (на заменяющих труп объектах-манекенах). По методике эксперименты являлись воспроизводящими явление в целом (трупы людей и ЗТО находились в естественных условиях на открытой местности, при безоблачной и безветренной погоде под прямыми солнечными лучами). По характеру ожидаемого результата – количественные и измеряемые (с помощью электронных термометров, АПК для диагностики давности смерти «Термит-1»).

Методом теоретического познания являлось построение математической модели по полученным результатам измерений с применением математического анализа (статистические методы исследования).

Опираясь на метод восхождения от абстрактного к конкретному, автор сформулировал выводы и разработал практические рекомендации по использованию результатов диссертационной работы в судебно-медицинской деятельности.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Разработанный математический аппарат, представляющий собой новый вариант дискретной конечно-разностной модели, позволяет с высокой точностью воспроизводить кривые динамики температуры в глубоких отделах трупа в условиях воздействия на него прямой солнечной радиации в соответствии с физической природой моделируемого процесса.

2. Основным параметром, отражающим интенсивность воздействия солнечной радиации на труп в разработанной модели, является так называемый солнечный фактор (параметр S), значения которого достоверно изменяются в зависимости от времени года и световоспринимающих свойств поверхности трупа (одежды).

3. Методика оценки световоспринимающих свойств поверхности трупа (одежды), основанная на использовании офисного сканера, позволяет адекватно оценить влияние этих свойств на параметры математической модели и, тем самым, учесть индивидуальную способность поверхности мертвого тела к поглощению им солнечной радиации.

4. Расчетный вклад ошибки, обусловленной усреднением оценок параметра S , отражающего интенсивность воздействия на труп инсоляции, по своему абсолютному значению не превышает других составляющих общей ошибки диагностики давности смерти методом математического моделирования.

Связь с планами научных исследований:

Диссертационное исследование выполнено по плану научных исследований, выполняемых в рамках подготовки кадров высшей квалификации в аспирантуре (номер государственной регистрации 121092800119-6 от 28 сентября 2021 года).

Протокол диссертационного исследования был одобрен комитетом по этике ФГБОУ ВО ИГМА Минздрава России (протокол № 09-21 от 21.10.2021).

Тема диссертационного исследования утверждена на заседании Учёного совета ФГБОУ ВО ИГМА Минздрава России (протокол № 4 от 30.11.2021).

Соответствие диссертации паспорту специальности

Научные положения диссертации соответствуют пунктам 3, 13 паспорта научной специальности 3.3.5. Судебная медицина (медицинские науки).

Личное участие автора

Все этапы данной научной работы не менее чем на 90% выполнены при непосредственном участии автора.

Автором выполнен анализ отечественной и зарубежной научной литературы, в ходе которого освещены современные способы диагностики ДНС, а также дано краткое описание методов, используемых в экспертной практике, тем самым автор показал актуальность его научной работы.

Обозначив проблему, автор сформулировал цель работы и задачи, решение которых даст возможность достичь поставленной цели.

Набор материала для проведения экспериментальной части работы, измерение температуры в печени трупа и ЗТО полностью выполнен автором в «Бюро судебно-медицинской экспертизы» г. Челябинска.

Автором выведено математическое описание динамики изменения температуры трупа при действии на него прямой солнечной радиации.

Обработка первичного материала, его анализ с использованием различных методов анализа и интерпретация результатов самостоятельно выполнялись автором. Использование методов статистической обработки полученных экспериментальных данных, позволило выявить степень влияния индивидуальных факторов исследуемого объекта на результаты измерений. Для оценки влияния световоспринимающей способности поверхности объекта разработана оригинальная методика определения яркости текстильных тканей посредством офисного сканера.

По результатам исследования была разработана специальная модификация конечно-разностной (послойной) математической модели, описывающей процесс изменения температуры трупа при воздействии на него прямой солнечной радиации. Разработанный математический аппарат и выявленные закономерности пригодны для использования в целях установления ДНС в случаях, когда труп до обнаружения находился в условиях инсоляции, что подтверждается высокой точностью созданного метода.

Обоснованность и достоверность полученных результатов

Достоверность результатов работы подтверждается достаточным количеством проведённых и проанализированных практических исследований по моделированию процесса изменения температуры трупа при действии на него прямой солнечной радиации. Всего было исследовано 10 трупов людей, 46 небиологических объектов (ЗТО). Общая продолжительность исследований – 984 часа, количество выполненных термоизмерений – 1810.

Апробация диссертации

Апробация диссертации проведена на расширенном заседании кафедры судебной медицины с курсом судебной гистологии ФПК и ПП ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России с привлечением членов «Ассоциации судебно-медицинских экспертов», НП «Приволжско-Уральская Ассоциация Судебно-медицинских экспертов» и сотрудников БУЗ УР «Бюро судебно-медицинской экспертизы МЗ УР» (протокол № 6 от 20 июня 2024 г.).

Обсуждение основных положений диссертации

Различные разделы диссертационной работы, отражающие результаты, полученные в ходе выполнения этапов исследования, докладывались на заседаниях НП «Приволжско-Уральская Ассоциация Судебно-медицинских экспертов» в ходе проводимых ею конференций:

- Научно-практическая конференция «Судебная медицина: Актуальные вопросы в рамках XV-ой Российской научно-практической конференции с международным участием «Здоровье человека в XXI веке» (г. Казань, 2023 г.);

- Научно-практическая конференция «Актуальные вопросы судебно-медицинской экспертизы и патологической анатомии в современных условиях» (г. Уфа, 2023 г.);

- Научно-практическая конференция «Актуальные вопросы судебно-медицинской экспертизы и патологической анатомии в современных условиях» (г. Уфа, 2024 г.);

Различные разделы настоящей работы на всем протяжении ее выполнения активно обсуждались на заседаниях методических советов судебно-экспертных организаций Челябинской области и Удмуртской Республики (2020-2024 гг.).

Публикации

Методика диссертационного исследования и основные промежуточные результаты освещены в научной печати в ходе опубликования (6) научных работ, все из которых опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикаций материалов исследований на соискание ученых степеней кандидатов и докторов наук.

Структура и объем диссертации

Формирование диссертации по главам выполнено традиционно для подобных научных исследований.

«Введение» представлено на 10-и страницах;

«Обзор литературы» изложен на 28-и страницах;

«Материал и методы исследования» занимают 12 страниц.

Собственные исследования составляют материал двух глав, изложены в сумме на 41-х страницах.

«Заключение» на 11-и страницах резюмирует результаты работы.

«Выводы» в количестве 4-х изложены на 2-х страницах.

«Практические рекомендации» на 3-х страницах представляют алгоритм действий врача при участии его в ходе экспертной диагностической процедуры исследования трупа на месте его обнаружения.

«Список использованной литературы» на 31-й страницах включает 244 позиции, 50 из которых относятся к иностранным публикациям.

«Приложение» оформлено в виде сводных таблиц.

Общий объем диссертации – 172 страницы.

Разделы диссертации иллюстрированы таблицами, графиками и фотографиями, общим числом 50 (таблицы – 16, рисунки – 34).

ГЛАВА 1

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Современное состояние проблемы диагностики давности наступления смерти

Проблема диагностики ДНС в современных условиях продолжает оставаться наиболее актуальной не только для судебно-медицинской науки и практики, но и для органов правосудия. Несмотря на то, что по данной проблеме выполнено большое количество научных работ, нельзя считать вопрос окончательно решенным [117].

В конце XX века необходимость интенсификации и внедрения в практику судебной медицины новых методов диагностики ДНС неоднократно подчеркивалась на III и IV Всероссийских съездах судебных медиков в 1992 и 1996 годах. Дальнейшая перспектива внедрения современных достижений в области судебно-медицинской науки была определена отраслевой научно-исследовательской программой 2001-2005 гг. «Разработка современных методов судебно-медицинской экспертизы живых лиц, трупов, вещественных доказательств, судебно-химического анализа и организационных основ судебно-медицинской экспертизы».

В настоящее время актуальность разработки новых методов диагностики ДНС обусловлена утверждением нового Порядка проведения судебно-медицинской экспертизы (утв. приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 25.09.2023 № 491н. Зарегистрирован 24.10.2023 № 75708) и соответствующего создания методических рекомендаций по всем направлениям судебно-медицинской деятельности, в т.ч., порядку осмотра трупа на месте его первоначального обнаружения.

Ранее В.В. Томилин [167] с сожалением констатировал имеющийся по данному вопросу информационный пробел – недостаточное издание совместных бюллетеней, методических писем, экспресс-информации, хотя такая информация крайне необходима органам правосудия при раскрытии преступлений. В ходе расследования преступлений против жизни и здоровья человека правильное определение времени наступления смерти одинаково важно и судебным медикам и юристам. Это обстоятельство, по утверждению указанного автора, позволяет уделять большее внимание взаимодействию учреждений судебно-медицинской экспертизы и правоохранительных органов по совместной разработке пограничных проблем судебной экспертизы и экспертной техники.

Действительно, передовые технологии в области судебной медицины, особенно по проблеме определения ДНС, сегодня нужны не только судебным медикам. Информацией о них должны обладать и следователи прокуратуры [7, 29], сотрудники оперативных служб органов внутренних дел, судьи.

Существенную роль в понимании природных процессов и явлений играет такое перспективное направление в науке, как их моделирование. Математический аппарат позволяет реконструировать тот или иной процесс, с высокой точностью воспроизведя прошедшее событие во времени, на основе изучения диагностической выборки процесса. Моделирование как метод познания с каждым годом получает все большее распространение и в медицине. В настоящее время, зная комплекс элементов, характеризующих определенное состояние организма, можно, используя адекватный математический аппарат, установить его состояние в будущем. Либо, изучив процессы в организме в настоящее время, промоделировать его состояние в прошлом. Судебная медицина, как и другие медицинские дисциплины, настоятельно рекомендует широкое внедрение этого метода в научно-практическую деятельность, но, не как искусственное воспроизведение определенных процессов в эксперименте, а как соответствующий метод познания, позволяющий не только объяснить какие-либо стороны действительности, но и прогнозировать их [35, 60, 138, 229].

Из большого числа опубликованных в последние годы работ особое внимание заслуживают научные разработки, направленные не только на совершенствование традиционных методов диагностики ДНС, но и на разработку и применение принципиально новых подходов [110]. В этом отношении метод математического моделирования не является исключением. Сфера его применения расширяется и распространяется, как на традиционно используемый посмертный процесс – охлаждение трупа [120], так и на другие посмертные процессы – аутолиз [141], гниение [76, 77], энтомологические исследования [90, 102, 149] и другие разделы судебно-экспертной деятельности.

1.2. Методы, применяемые для диагностики ДНС.

Методы, применяемые для диагностики ДНС, широко используют различные признаки и процессы, относящиеся к категории ранних трупных изменений. Одним из таких признаков являются трупные пятна [114]. Стадии образования и развития трупных пятен подробно описаны в отечественной литературе. Процесс формирования и развития трупных пятен происходит под влиянием большого количества факторов (причина, генез смерти и др.), среди которых температуру окружающей среды хотелось бы выделить особо [43, 83, 92, 190, 213, 226].

В работе «О методике исследования трупных пятен» С.Н. Бакулева [11] имеются указания на то, что после наступления смерти трупные пятна способны образовываться в течение первого часа и достигать своего максимального развития уже через 16-18 часов. Автором было отмечено, что при разной температуре окружающего воздуха и силе надавливания на трупное пятно, спустя 24 часа после наступления смерти восстановление окраски пятна происходит с различной скоростью. Через 24 часа значительным и продолжительным давлением, удавалось достичь полного исчезновения трупного пятна у трупов, находившихся при температуре 8 – 12°C. С повышением температуры

выше 20°C даже от давления большой силы трупные пятна не имели тенденции к полному исчезновению, а отмечалось лишь значительное их побледнение. Температура от 0 до 10°C вызывала более медленное изменение трупных пятен, и побледнение от давления наблюдалось даже после 4 суток, но оно оказалось слабее и требовало более продолжительного надавливания. Эти свойства трупных пятен позволили значительно точнее определять давность наступления смерти, особенно в течение 1-х суток. Следовательно, для определения давности наступления смерти необходимо учитывать не только скорость восстановления трупного пятна после прекращения надавливания, но и температуру окружающего воздуха. Ведь именно с температурой окружающего воздуха непосредственно связаны сроки появления и динамика развития трупных пятен. Подтверждением этому был сравнительный анализ сроков появления и динамики развития трупных пятен для умеренного и жаркого климата, проведенный К.Ш. Шагылыджовым, Т.Х. Наубатовым [181], показавший значительное ускорение их появления и развития в жарком климате.

Заслуживающим внимания является факт необходимости учета причины смерти, человека, т.к. установлены особенности динамики изучаемого процесса при различных видах механической травмы [74].

Одним из способов объективизации исследования трупных пятен является их динамометрия. В последние десятилетия различными авторами были предложены разнообразные модификации динамометров [11, 49, 72, 171]. Тем не менее, динамометрия как метод не нашла широкого применения в практической деятельности судебно-медицинского эксперта [137]. Это связано с тем, что динамичный рост показателей динамометрии, отмечается только в первые 16 часов посмертного периода, поэтому в тех случаях, когда с момента наступления смерти прошло более 16 часов, ценность метода существенно ограничена [143].

Ф.Г. Джамшиди [49] методом двузональной динамометрии с учетом ряда факторов (причина смерти, возраст, температура окружающей среды)

разработал комплекс диагностических таблиц, позволяющих определить давность наступления смерти с точностью до 1-2 часов в течение первых суток посмертного периода. Однако с увеличением длительности посмертного периода ошибка при установлении давности смерти может достигать 8-12 часов.

На основании динамометрии А.А. Матышевым и А.Р. Деньковским [162] были предложены диагностические таблицы времени восстановления окраски трупных пятен с целью определения длительности посмертного периода. Однако приведенные в таблицах показатели существенно отличаются друг от друга.

Помимо динамометрии, исследовались гистологические изменения кожи из области трупного пятна при определении ДНС в течение первых суток посмертного периода [144]. Кроме этого В.И. Кононенко [73] изучался также химический состав микроэлементов в коже из области трупного пятна. Исследованию были подвергнуты более 420 проб кожи, взятой от трупов через 3, 6, 12, 18, 24, 36, 48 и 72 часа после смерти. Отмечено, что количественное изменение содержания железа, фосфора, алюминия и меди позволяет установить время наступления смерти только на протяжении первых 72 часов. Точное определение давности смерти при этом возможно лишь в 17-20% исследованных проб кожи, а в остальных наблюдениях точность составила от 3 до 18 часов.

Вопросу изучения трупного (мышечного) окоченения посвящено значительное количество работ, в которых авторы подробно описали механизм его образования, химизм макро- и микроэлементов, биохимические процессы, происходящие не только в скелетных мышцах, но также в миокарде и ткани легкого [18, 19, 57, 67, 68, 69, 105, 129, 198, 199, 202].

Трупное окоченение, как объективный признак наступившей смерти широко используется в целях определения ДНС [237]. На этот процесс оказывает влияние большое количество разнообразных факторов [155]. К ним относится и такой фактор, как особенности окружающей среды (температура,

влажность и т.д.), с которой непосредственно контактирует труп. Влияние различных температур на развитие трупного окоченения было показано в экспериментах на крысах. Так, при температуре окружающей среды 6°C трупное окоченение полностью развивалось к 48-60 ч и разрешалось через 168 ч после смерти, при 24°C оно формировалось к 5 ч и разрешалось через 16 ч и, наконец, при 37°C трупное окоченение заканчивало свое развитие к 3 ч и разрешалось к 6 ч после смерти. В результате была выявлена выраженная зависимость интенсивности трупного окоченения от окружающей температуры [100, 221]. Следует так же отметить, что при низкой температуре окружающего воздуха трупное окоченение может сохраняться до 6-7 дней и более, тогда как в условиях высоких температур окружающего воздуха сроки появления мышечного окоченения значительно сокращаются. Так, при температуре 24-31°C оно появляется уже через 40-60 минут и в течение 30 минут при более высокой температуре 32-40°C. Кроме того, значения температуры могут определять и порядок наступления трупного окоченения. Классическая форма развития окоченения мышц тела по нисходящему варианту возможна только при умеренной температуре воздуха до 24°C, а при температуре 32-40°C окоченение появляется одновременно во всех мышечных группах [183] и суждение о нем становится затруднительным.

Как известно процесс развития мышечного окоченения условно подразделяется на три периода: начало окоченения, полное его развитие и начало разрешения [203]. В связи, с чем Е.М. Евгеньев-Тиш [53], сравнивая данные исследований разных авторов о сроках появления трупного окоченения, отметил их несомненное расхождение.

Количественную оценку степени выраженности трупного окоченения исследовали с помощью динамометра, пружинных весов и тонометра. Измерялось оно в относительных единицах – степени уменьшения пассивной подвижности в суставах и в конкретных единицах веса – килограммах [115, 169,

201]. Г.Н. Назаров [115], используя возможности тонометра при разной температуре воздуха 18 – 20°C в условиях морга и имитаторе климатических воздействий при температуре воздуха 8 – 10°C, сравнивал агрегатное состояние (твердость) скелетных мышц шеи, верхних и нижних конечностей. Твердость мышц измерялась количественно в относительных единицах. Отмечено, что в условиях меняющейся температуры числовые показатели твердости мышц шеи, верхних конечностей с увеличением сроков смерти имеют тенденцию к относительно медленному повышению, по сравнению с мышцами нижних конечностей. По мнению автора, приведенные результаты нуждаются в дальнейшем изучении при более широком диапазоне изменяющихся условий окружающей среды. Поэтому в силу определенной сложности количественной оценки трупного окоченения данный метод оказался малоэффективным.

Особенности динамики аутолитических изменений внутренних органов, особенно в ближайшее время после наступления смерти, имеют определенное значение при диагностике её давности. Для суждения о выраженности аутолиза в посмертном периоде необходимо учитывать изменение температуры, как тканей трупа, так и окружающей среды [97, 112]. До последнего времени определение трупного аутолиза пока не нашло широкого применения при диагностике ДНС, поскольку в его изучении преобладал лишь качественно-описательный подход. И только с помощью морфометрического метода появилась возможность количественной оценки состояния внутренних органов при установлении ДНС в течение 2 суток с точностью до 6 часов. Но все же и у данного метода имеется существенный недостаток – его трудоемкость [75].

Следует также отметить, что на характер и выраженность аутолиза оказывает влияние температура окружающей среды, в связи с чем может существенно меняться электропроводность тканей трупа. Именно это явление было положено в основу метода импедансометрии, предложенного для определения ДНС [142].

Аутолитические изменения, происходящие в органах и тканях, отличаются большим разнообразием. Из них наиболее яркие проявления аутолиза наблюдались в головном мозге, сердце, печени, почках [42, 219], поджелудочной железе [51, 174, 175], роговице глаза [50, 97]. В.А. Соболевский [159] наблюдал микроскопическую картину аутолитических изменений различных тканей (крови, нервной, эпителиальной, мышечной и соединительной) в период от 8 до 96 ч после наступления смерти. Автор допускает, что тканевая динамика развития аутолиза может быть использована для более точного определения ДНС.

V. Korman, M. Kokavec [219] на трупах людей, погибших насильственной смертью, отметили, что при аутолизе в печени умеренно снижалась активность щелочной фосфатазы, снижение активности кислой фосфатазы началось спустя 24 часа после смерти. Изменения эстераз были непостоянны. Наиболее резко и быстро снижалась активность лактатдегидрогеназы, которая к 48 часам сохранялась лишь в отдельных клетках печени. Продолжением изучения аутолитических процессов в трупе было исследование динамики протеолитических ферментов катепсинов в ликворе, миокарде и скелетных мышцах. Постепенное нарастание активности катепсинов наблюдалось на протяжении первых 60 часов посмертного периода [55, 178, 228].

В известной степени показателем сохранившейся жизнедеятельности отдельных органов и тканей мертвого организма являются интерлетальные реакции. Эти реакции используются для определения давности наступления смерти и могут иметь экспертное значение [44, 89, 121, 163, 231]. Р. Zink и G. Reinhardt [244] для определения ДНС исследовали электровозбудимость мышц с помощью сконструированного ими портативного прибора. По их данным сроки полного угасания посмертной сократимости мышц составили 4 часа. В.В. Билкун [14] при диагностике ДНС наблюдал в области травм своеобразную реакцию скелетных, гладких мышц и зрачков глаз на электрораздра-

жение. Им отмечено, что в области массивных кровоподтеков на лице сокращение мышц под действием переменного электрического тока было вдвое дольше обычного, а в некоторых случаях такая реакция могла сохраняться более суток. Зрачковая реакция на электрораздражение у трупов людей, погибших от ЧМТ, по его мнению, имеет диагностическую ценность при определении давности смерти.

А.П. Белов [13] исследовал посмертную реакцию зрачков на введение в переднюю камеру глаз растворов атропина и пилокарпина. Стойкая реакция зрачков была выявлена только в первые 24 часа после наступления смерти, а после указанного срока вовсе прекращалась, причем в первые 7-9 часов была получена двойная реакция.

S. Raszeja, S. Bardzik [232] проводили оценку посмертной реакции потовых желез подкожным введением ацетилхолина и пилокарпина. Результатом этого было выделение капелек пота при действии ацетилхолина более 8 ч, пилокарпина – до 8 ч после наступления смерти.

Посмертное состояние глаз и зубов предлагается некоторыми авторами в качестве признака для определения времени наступления смерти. Как писал А.В. Вальтер [33], помутнение роговицы обусловлено рядом факторов: внешней температурой, влажностью среды, окружающей труп, степенью обезвоженности организма, открытием или закрытием глазных щелей и некоторыми другими. S. Watanabe [242], а затем Sh. Tsunenari, S. Watanabe, K. Takahama, M. Kanda [240, 241] в эксперименте на животных определяли степень помутнения роговицы при открытых и закрытых глазах в различные сроки после наступления смерти. Ими установлено, что, чем выше температура окружающей среды, тем быстрее прогрессирует помутнение. Летом оно быстрее наступает при закрытых глазах, зимой – при открытых.

Е.М. Евгеньев-Тиш [52] исследовал посмертные изменения внутриглазного давления методом эластотонометрии. Он установил, что снижение внут-

риглазного давления протекает параллельно увеличению времени, прошедшего после смерти. Позднее I. Littenberger и B. Vojnikovic [223] наблюдали у трупов людей ранние изменения внутриглазного давления и изменения в области глазного дна в первые 3 часа посмертного периода. Полученные ими количественные значения внутриглазного давления имели тенденцию к постепенному снижению спустя 2-3 ч после смерти. Изменения со стороны глазного дна выявлялись в виде снижения яркости отблеска центральной ямки сетчатки, которая полностью исчезала уже через 40-50 минут после смерти. Впоследствии Г.Ф. Мещерякова [111] проводила свои исследования в этом же направлении, а несколькими годами ранее Вирабов Р.Х. [34] предпринял экспериментальное описание динамики морфологических изменений роговицы в зависимости от срока смерти.

З.Ю. Соколова [160] при измерении внутриглазного давления с помощью специально сконструированного устройства отметила, что показания внутриглазного давления к первому часу постмортального периода имели тенденцию к значительному снижению и составляли от 5 до 7 мм. рт. ст. в интервале от 7 до 8,5 часов.

Некоторые авторы изучали динамику калия и глюкозы стекловидного тела глаз в зависимости от ДНС. D. Krause, A. Klein, D. Meibner et al. [220] методом пламенной фотометрии исследовали калий в стекловидном теле 262 трупов. Статистическая обработка материала позволила вывести формулу для определения времени смерти. W. Hughes [215], F. Schleyer [236], применив этот же метод, напротив получили разброс данных. В противовес сказанного выше, работами Н.П. Марченко [104] и А.С. Жакенова [54] показано, что имеется прямая зависимость активности ионов калия в стекловидном теле от времени наступления смерти, особенно в первые 2 суток. А. Jaklinska и Z. Tomaszewska [216] выявили, что концентрация глюкозы в стекловидном теле не зависит от времени наступления смерти.

К. Sliwka, В. Hausman [239], определяли время смерти по электропроводности стекловидного тела, которая возрастала с удлинением посмертного периода, но в итоге был получен большой разброс значений, что не позволяет использовать их для установления давности смерти.

И.А. Ледянкина [93] установила зависимость величины оптической плотности стекловидного тела глаза от времени наступления смерти, при температуре окружающей среды от 10 до 30°C, показатели оптической плотности повышались со вторых до седьмых суток постмортального периода. Позднее Оняновым А.М. [133] при исследовании электропроводящей способности стекловидного тела глаза при температуре окружающей среды от 4 до 20°C расчетным путем вычислен коэффициент поляризации (дисперсии электропроводности) стекловидного тела глаза, который увеличивается с 3-их по 8-е сутки постмортального периода.

Н. Hattori [204] определял содержание остаточного азота в зубах трупов при установлении ДНС. В зубах, хранившихся на воздухе и в почве, летом быстрее нарастало содержание остаточного азота, и последнее было более высоким, чем в холодное время года.

При определении давности смерти может иметь значение биохимический метод исследования. Посмертное определение содержания основных ингредиентов углеводного, белкового, липидного, минерального обмена, энзимологические исследования, позволяют судить о биохимических сдвигах, предшествующих наступлению смерти и выявить определенные экспертные критерии для диагностики ДНС [173, 218].

В динамике посмертного периода биохимические процессы продолжают ещё длительное время, и их течение зависит от различных факторов внутренней и внешней среды, в особенности от времени года, температуры и влажности воздуха, которые либо замедляют, либо ускоряют их. Именно этим объясняются биохимические сдвиги, происходящие в органах и тканях трупа. Проведенным сравнительным анализом изменений некоторых биохимических

показателей сыворотки крови для жаркой аридной зоны и умеренного климата было показано, что сроки изменения содержания общего белка, неорганического фосфора и калия в условиях жаркого климата ускоряются в 2-3 раза. Использование данных биохимических показателей для определения ДНС в условиях умеренного климата возможно на протяжении 44 – 48 часов посмертного периода, а при высокой температуре окружающего воздуха такая возможность ограничивается лишь 16 – 20 часами [179].

Г.Б. Алексин и А.Ф. Рубежанский [4, 5] исследовали содержание аскорбиновой кислоты в костной ткани трупа. Отчетливая динамика снижения содержания аскорбиновой кислоты наблюдалась на 2 – 5 сутки после наступления смерти. Проведенный анализ результатов показал, что содержание аскорбиновой кислоты в первые 12 – 24 часа после наступления смерти в первую очередь зависит от времени года. Наибольшее содержание её отмечалось в августе – октябре, наименьшее – в январе – марте.

Гистохимическими и биохимическими методами в зависимости от температуры окружающей среды и причины смерти изучалась активность некоторых ферментов коры головного мозга, поджелудочной железы, миокарда, селезенки и почек лабораторных животных. Была установлена биологическая закономерность в динамике лактатдегидрогеназы (ЛДГ), сукцинатдегидрогеназы (СДГ), глутаматдегидрогеназы (ГДГ), Г-6-Ф-ДГ, α -Г-Ф-ДГ, МДГ, кислотой фосфатазы и катепсинов в пределах 48 часов после наступления смерти [9, 39, 56, 59, 96, 108, 154, 168]. В эксперименте на животных Омаров Г.Г. и соавт. [134] определяли динамику содержания свободных аминокислот, аминокислотного состава белков и пептидгидролазной активности ткани головного мозга при ЧМТ и отравлении сероводородом на протяжении 24 часов после наступления смерти.

Ю.Л. Мельниковым и К.Н. Алыбаевой [6, 109] была изучена динамика свободных аминокислот в печени и легких трупов, погибших от механической травмы с учетом влияния температуры воздуха, его влажности, причины

смерти, длительности посмертного периода. В итоге ими предложены диагностические микроблоки аминокислот, определение которых в условиях умеренно высокой и умеренно низкой температур воздуха позволит устанавливать время наступления смерти с достоверностью до 95%.

A. Sawaguchi, T. Funao [235] определяли в крови активность малат-, лактат-, сорбитол-, гидроксibuтират- и сукцинатдегидрогеназ, альдолазы и других ферментов. Ими установлено, что большинство из них проявляло повышенную активность в сыворотке крови уже через 3 ч после смерти. Однако авторы не приводят конкретных данных, на основании которых можно судить о давности смерти.

Е.Н. Травенко [170] исследована динамика ферментативной активности моноаминоксидазы печени и крови при разных температурах. При этом было установлено влияние температурного фактора на изменение активности моноаминоксидазы печени, в крови таких изменений не отмечалось.

Более успешно были применены биохимические методы, направленные на изучение динамики гликогена, остаточного азота, мочевины, калия, натрия, кальция, неорганического фосфора, хлора в спинномозговой жидкости, сыворотке крови и миокарде трупов [46, 47, 99, 136, 158, 194, 197, 223, 234]. Дворцин Ф.Б. [46] и Sasaki S. [234], в частности, отметили значение влияния внешней среды на содержание некоторых химических элементов сыворотки крови и ликвора. Полученные результаты позволили авторам рекомендовать такие исследования как дополнительные при установлении давности смерти.

По мнению Б.С. Лакиза и А.Н. Островерхого [91] перспективным в целях диагностики ДНС следует считать метод определения клеточного состава костного мозга. Данными миелограмм зафиксировано устойчивое снижение клеточного состава на 2-е сутки, сохраняющееся до 5 суток посмертного периода.

М.Ф. Яблонским и И.И. Шабановой [192] при изучении кислотно-основного состояния крови и жидких сред глаза (камерной жидкости, стекловидного

тела глаза) было показано снижение показателя рН. Точность установления ДНС по параметрам КЩС крови и жидких сред глаза составляет от ± 30 минут до $\pm 6 - 8$ часов в течение первых 2-х суток посмертного периода.

Состояние иммунной системы человека несёт комплексную информацию, и после наступления смерти. В связи с этим ряд работ, опубликованных Костылевым В.И. по проблеме диагностики ДНС [78, 79, 80, 81, 82], были посвящены иммунологическому методу. В одной из них В.И. Костылев [78], утверждает, что после смерти в иммунной системе происходят существенные изменения, позволяющие решать вопрос о давности наступления смерти в первые 3-е суток. Для определения этих изменений использовался комплекс иммунологических тестов: реакций, бласттрансформации лимфоцитов (РБТЛ) и спонтанного розеткообразования Т и В – лимфоцитов. В период 6 – 72 ч после наступления смерти показатели РБТЛ и розеткообразования имели тенденцию к снижению. Снижение способности Т и В – лимфоцитов к розеткообразованию зависит от температуры окружающей среды. Эта способность лимфоцитов при температуре 15 – 20°C в осенне-зимний период выше, чем при температуре 20 – 25°C в весенне-летний. Метод позволяет определять давность смерти с погрешностью, не превышающей 10% от истинной давности смерти.

Аналогичным образом с использованием реакции розеткообразования и фагоцитарной активности нейтрофилов крови была исследована биологическая активность щелочных полипептидов цитомединов печени трупов. Установлено, что биологическая активность их равномерно снижается, переходя от стимулирующего действия на реакцию розеткообразования и фагоцитарную активность нейтрофилов крови, к ее угнетению. Выявленная закономерность изменения полипептидов печени в постмортальном периоде может служить достоверным критерием ДНС [2].

В целях установления ДНС перспективными считаются энтомологические, микологические и ботанические методы. Многочисленные исследования

в области судебно-медицинской энтомологии свидетельствуют о том, что процесс взаимодействия энтомофауны с трупом имеет четкую зависимость от влияния ряда факторов, таких как солнечная радиация, погода, климат и время года. Сезонные колебания этих факторов могут сказываться на точности определения времени наступления смерти [103, 149, 200, 244]. Об этом же указывают Е. С. Недилько и В. В. Войченко [118] наблюдавшие за динамикой скелетирования трупа, находящегося на открытой местности, отметив, что этот процесс находится в прямой зависимости от указанных выше факторов.

В отечественной литературе были опубликованы данные об использовании для установления ДНС судебно-микологических исследований, свидетельствующие о том, что заселение трупа грибами происходит достаточно рано и интенсивно в условиях захоронения в почве. Состав микобиоты почвы и трупных тканей значительно отличаются. Детальное изучение микобиоты трупных тканей является важным при определении ДНС [15, 16, 90].

Дальнейшими работами в области судебно-медицинской энтомологии был создан расчетный метод установления времени пребывания трупа на открытой местности при действии на него солнечной радиации в разные сезоны года с учетом его энтомофауны [101, 116]. М. И. Марченко [102] так же было рекомендовано использование математического моделирования в энтомологии, которое может существенно повлиять на точность определения ДНС.

Несомненный интерес представляют некоторые биофизические методы в целях установления времени наступления смерти. Так методом кондуктометрии Теньков А.А. и соавт. [165] исследовали электропроводность ряда внутренних органов (печени, почек, селезенки, поджелудочной железы, головного мозга) и мягких тканей (кожи, мышц) в НЧ-диапазоне, что позволило выявить некоторые закономерности, обусловленные развитием посмертных процессов. Затем Саакян Е.С. и Симонян Р.Г. [153] с помощью сконструированного ими измерительного прибора изучали показатели электропроводности скелетных

мышц для определения сроков посттравматического периода с учетом давности наступления смерти.

Опубликован ряд работ по применению метода определения комплексной относительной диэлектрической проницаемости с помощью 10-сантиметровых радиоволн в различных тканях трупа [85, 157]. С этой же целью использован метод электронного парамагнитного резонанса, который эффективен через 6 суток и в более поздние сроки после наступления смерти [58, 139].

В 1986 году Быстров С.С. [25] представил некоторые теоретические аспекты радиоизотопного метода установления ДНС во временном периоде от нескольких часов до нескольких недель. Сущность метода заключается в оценке соотношений продуктов превращения радона и торона, содержащихся в легких трупа и атмосфере конкретного географического региона.

Н.Д. Воробьева [38] исследовала влияние температуры окружающей среды на динамику изменения коэффициента поляризации мышечной ткани в случаях смерти от механической травмы. Отмечено, что при температуре окружающей среды от 11 до 23°C происходит снижение коэффициента поляризации мышц, строго убывающее по времени на протяжении первых двух суток посмертного периода. На основании этого разработаны экспоненциальные уравнения, которые можно использовать для вычисления ДНС в первые двое суток посмертного периода с учётом температуры окружающей среды.

Подводя итог вышеизложенному, следует отметить, что значительное количество авторов отмечают влияние температуры окружающей среды на интенсивность протекания различных диагностических посмертных процессов. Поэтому большинство из перечисленных выше методов для более точной диагностики ДНС требуют учета колебаний температуры окружающей среды, которая, в свою очередь во многом определяется солнечной активностью.

1.3. Моделирование температурных процессов в диагностике давности смерти.

С момента срыва температурного гомеостаза [166] начинается процесс передачи тепла от глубоких слоев тела человека во внешнюю среду, обусловленный индивидуальными изменениями теплофизических свойств его тканей [26]. В силу физических законов теплообмена с окружающей средой мертвое тело постепенно охлаждается, и его температура также постепенно стремится к температуре окружающего воздуха [26, 29, 119, 184, 214, 243].

Процесс охлаждения трупа из всех посмертных процессов имеет наиболее точную количественную оценку, так как может численно регистрироваться по меняющейся температуре [65]. Именно изменение температуры трупа позволяет моделировать этот процесс с помощью соответствующего математического аппарата. Вместе с тем, на данный процесс оказывает значительное влияние множество факторов. К ним относятся гелиофизические (солнечная радиация, продолжительность солнечного сияния), метеорологические (температура окружающей среды, её влажность, облачность, прозрачность атмосферы, скорость движения воздуха) факторы, а также одежда, место нахождения трупа (в закрытом помещении, открытом месте, в воде, земле и др.) и внутренние условия (причина смерти, возраст, упитанность умершего, его масса и т.д.).

Солнечная радиация в различных географических условиях, в которых находится труп, влияет на скорость его охлаждения. Разная интенсивность солнечной активности в климатогеографических зонах оказывает воздействие на процесс изменения температуры трупа, и охлаждение мертвого тела протекает с различной скоростью или может приостанавливаться, сравниваясь с температурой окружающего воздуха. К.Ш. Шагылыджов и Т.Х. Наубатов [179, 180, 181, 182, 183] в условиях жаркой аридной зоны отметили, что летом при средней дневной температуре в тени 33-38°C охлаждение трупа сильно

замедляется. В северных регионах этот процесс протекает быстрее [44]. Отсюда следует, что процесс охлаждения трупа непосредственно зависит от прямого действия солнечной радиации, прозрачности атмосферы, облачности, продолжительности солнечного сияния, скорости движения воздуха (ветер), наличия осадков в виде дождя, а также времени суток и года [37, 123, 126, 135, 172, 185, 186, 225].

Наиболее простым и надежным методом определения температуры трупа является его термометрия. За прошедшие десятилетия термометрия как метод претерпела значительные изменения. На смену простым ртутным термометрам пришли высокоточные термоизмерители на основе современных технологий, позволяющие производить регистрацию температуры в различных частях тела (диагностических зонах) [29, 87, 98, 189]. Исходя из этого практический интерес, по мнению ряда авторов, представляет электротермометрия внутренних органов. Так J. Simonsem, J. Voigt, N. Jeppensen [238] провели исследование на 20 трупах людей с известными сроком и причиной смерти. Температуру непрерывно измеряли электротермометром в прямой кишке, подмышечной впадине, икроножной мышце, печени и головном мозге. В. Brinkmann, D. May, U Riemann [196] с помощью специальных гибких датчиков, введенных в полость черепа, измеряли температуру в стволовой части и коре головного мозга. Другие авторы более уверенно рекомендуют проводить измерение внутригрудной температуры с последующим расчетом, что делает возможным установление времени наступления смерти, в течение первых суток, с точностью до 2-4 часов [89, 106, 107].

Традиционной зоной для проведения термометрии является прямая кишка трупа, обеспечивающая хороший доступ, возможность измерения температуры трупа без повреждения тканей диагностической зоны, и адекватное применение метода как к исследованию трупов взрослых лиц, так и новорожденных [64]. В тоже время работами отечественных авторов было установлено, что наиболее термостабильным органом является печень, динамика

охлаждения которой имеет линейный характер, то есть потеря тепла печенью наиболее стабильна в единицу времени [130, 131, 132, 191]. Ими же была применена 2-зональная электротермометрия печени. Однако информации, полученной от 2-х датчиков, авторам оказалось недостаточно, чтобы по процессу изменения температуры проводить диагностику давности наступления смерти. Впоследствии П.И. Новиков [127] предложил измерять температуру в печени посредством использования 6 высокочувствительных датчиков, что позволило полно оценивать все теплообменные параметры трупа для установления давности смерти.

W. James, B. Knight [217], К.И. Хижнякова [176], Г.А. Ботезату [23], В. Forster [201], С. Hennsge [205, 206], L. Nokes, A. Brown, B. Knight [230] исследовали ректальную температуру трупов, находившихся в различных условиях внешней среды. По мнению F. Kuroda, K. Hiraiwa, S. Oshida et al. [222], измерение ректальной температуры является наиболее надежным методом установления посмертного периода в пределах 1-2 суток. Подтверждением этому были работы С. Hennsge [205-210], который исследовал динамику ректальной температуры трупов в зависимости от температуры окружающего воздуха и массы тела. Разработанные им номограммы широко используются для определения давности наступления смерти с ошибкой, не превышающей 2,5 ч. Автором были предложены поправочные коэффициенты, полученные с учетом температуры окружающего воздуха, ветра и характера одежды трупа, для установления ДНС на месте его обнаружения. Дальнейшая отработка и детализация указанных коэффициентов для номограмм С. Hennsge была произведена Е.М. Кильдюшовым и И.В. Буромским [63]. Точность определения ДНС по данным этих авторов колебалась в пределах $\pm 1,5$ ч.

Из всего многообразия методов и способов, применяемых в целях диагностики давности наступления смерти, необходимо выделить метод математического моделирования по процессу изменения температуры трупа, кото-

рый считается перспективным и открывающим широкие возможности для судебно-медицинской науки и практики. На сегодняшний день существует несколько вариантов этого метода. Вариант линейной математической модели, предложенной А.А. Матышевым и А.Р. Деньковским [162, 163], позволяет описать процесс изменения температуры трупа спустя 4 часа после смерти. Однако использование линейного варианта приводит к получению весьма ориентировочных данных и не позволяет в полной мере описать динамику изменения температуры трупа [28]. Параболическая модель Г.А. Ботезату [21, 22] с рассчитанными коэффициентами и учетом местных географических условий, температуры окружающего воздуха и его влажности, достаточно полно отражает только тот участок динамики температуры трупа, который не выходит за пределы изучаемого временного интервала [28]. Экстраполяция за исследуемый промежуток времени может приводить к неустойчивости работы модели. Экспоненциальная модель предполагает включение в расчет некой «дифференциальной температуры», которая с точки зрения теории теплопроводности обозначается как «избыточная температура». Понятие «избыточной температуры» представляет собой разность между исходными данными, полученными в ходе термоизмерений и температуры окружающей среды. Работами П.И. Новикова и соавт. [113, 122-128] установлено, что использование данного понятия позволяет перейти к графической демонстрации процесса снижения температуры трупа в виде экспоненциальной зависимости. Продолжением работы было создание двухэкспоненциальной математической модели. В ходе ее отработки выявлен недостаток, которой не позволяет воспроизводить контроль изменения температуры трупа при переменных условиях внешней среды [27, 88]. Этот недостаток, по мнению В.Н. Крюкова и соавт. [86] может быть нивелирован, если учитывать температуру окружающей среды, теплофизические характеристики трупа и его одежды. Дальнейшая апробация двухэкспоненциальной математической модели по процессу изменения температуры трупа в условиях меняющейся температуры окружающей

среды привела к разработке диагностической программы для персонального компьютера [187]. Логистическая модель [166] имеет те же недостатки, что и предыдущие модели, так как в ней не учитываются конкретные теплофизические параметры трупа, а приведенная автором S-образная функция температурного тренда не отвечает законам термодинамики и не встречается при охлаждении физических тел [28].

Определенный интерес представляет способ диагностики ДНС посредством математического моделирования в реальном масштабе времени и вне трупа с применением разработанного идентификатора теплового состояния трупа. С помощью этого оборудования появилась возможность методом итераций воспроизводить процесс изменения температуры в конкретном трупе, находившемся как в постоянных, так и в переменных условиях внешней среды [127].

В последние годы использование высоких технологий позволило производить обработку данных термометрии с помощью компьютера [211, 212]. В нашей стране одним из примеров тому служит разработанный П.И. Новиковым и Е.Ф. Шведом портативный аппаратно-программный комплекс для диагностики давности смерти «Термит-1», который успешно зарекомендовал себя на практике [128, 177, 188] и применен в рамках настоящей работы.

1.4. Влияние солнечной радиации на процесс изменения температуры трупа.

Солнце является всего лишь рядовой звездой Галактики, однако для человека его значение исключительно велико. В первую очередь это источник многих видов энергии, получаемых человеком на Земле. Пожалуй, нет другой такой проблемы, которая в той или иной степени не интересовала столь многих специалистов в различных областях знаний, как проблема воздействия Солнца на земную жизнь. В свое время академик С.И. Вавилов писал, что

Солнце оказывает влияние на все живое, и человеку нужно иметь ясное и отчетливое представление о роли Солнца в жизни Земли, чтобы знать, чего нужно опасаться, что и как можно использовать и с чем по мере сил бороться [145].

В настоящее время имеется значительное количество литературных источников, посвященных изучению влияния солнечной радиации на различные стороны жизнедеятельности человека.

Как указывал А.Л. Чижевский – основоположник отечественной гелиобиологии [41], при изучении биологических или физиологических эффектов солнечных факторов, оказывающих специфическое воздействие на организм человека, необходимо принимать во внимание для каждого отдельного случая действие погоды и климата [20, 95, 151]. Различные биологические процессы, в том числе и посмертные, формируются не только путем прямого солнечного влияния, но и опосредованно через солнечно обусловленное влияние внешней среды.

Климат любого района Земного шара в первую очередь зависит от Солнца, его лучей и того, под каким углом они падают [70, 84, 152]. Солнечная радиация, поступающая на земную поверхность, является одним из климатообразующих факторов, а также источником тепловой энергии для всех природных процессов. Солнечная радиация, приходящая на земную поверхность в виде параллельных лучей, исходящих непосредственно от диска Солнца, называется прямой солнечной радиацией. Солнце – это самый большой инфракрасный носитель тепла. На долю инфракрасной части солнечного спектра приходится 50% и более потока солнечной энергии, поступающей на земную поверхность.

Резкое изменение солнечной активности, метеорологических факторов, таких как температура воздуха, атмосферное давление, влажность воздуха, скорость ветра в различных климатогеографических зонах может оказывать влияние на ухудшение состояния здоровья человека, приводить к различным

травмам, обострению сердечно-сосудистых заболеваний и даже к смерти. По данным ряда авторов, в дни с высокой солнечной активностью наблюдается увеличение частоты самоубийств, скоропостижной смерти от ИБС, смерти в результате ДТП, детской смертности [10, 48, 146, 156, 227].

Известно, что климатические условия могут играть существенную роль в возникновении и особенностях течения многих заболеваний, среди которых одно из первых мест занимают сердечно-сосудистые заболевания, а среди них ИБС, атеросклероз, гипертоническая болезнь. Резкое повышение температуры воздуха в летнее время отмечается не только в южных регионах нашей страны, но и в средней полосе России, в Сибири и на Дальнем Востоке. Неблагоприятное воздействие высокой температуры на организм человека может привести к острому перегреванию (тепловой, солнечный удар). В связи, с этим большое значение приобретает изучение циркадных и сезонных биологических ритмов, формирующихся в процессе адаптации организма человека к различным климатогеографическим и социально-производственным факторам внешней среды.

В 1980 году Сибирским отделением АМН СССР в области медицинской климатологии и гелиобиологии была создана комплексная программа «Солнце – климат – человек». Основной целью программы было доказательство влияния солнечной активности, магнитного поля Земли, климата и погоды на биологические объекты, разработка прогнозов поведения биологических систем, мероприятий по профилактике неблагоприятных воздействий экстремальных факторов внешней среды. В разделе программы «Больной человек» отводилось существенное место вопросам климатокардиопатологии [3, 71, 146, 147, 156, 161].

В соответствии с целью настоящей работы нами использован упрощенный подход, рассматривающий солнце исключительно как источник излучения широкого спектра, инфракрасная часть которого обладает способностью нагревать предметы, на которые это излучение падает [61]. В качестве таких

предметов могут фигурировать трупы людей, находящихся на местах происшествий. При этом под воздействием солнечного тепла процесс изменения температуры трупа замедляется или даже может изменять направление в сторону нагрева [182].

Для корректного моделирования температурных процессов в условиях инсоляции важно учитывать не только интенсивность солнечной радиации, но и свойства поверхности трупа, которая в большинстве случаев представлена одеждой. С этой точки зрения необходимым является правильная трактовка основ текстильного материаловедения в той его части, где речь идет о различных физических свойствах текстильных материалов. Из всего многообразия физических свойств текстильных материалов, используемых при изготовлении одежды, нами принимались во внимание лишь те свойства, которые непосредственно касались предмета исследования. Из них наиболее значимыми являются теплофизические и оптические свойства. Эти свойства и определяют способность одежды защищать тело человека от воздействия окружающей среды (холода, жары, солнечных лучей, атмосферных осадков и т.д.). Теплоемкость и теплопроводность одежды – свойства, определяющие инертность теплообменной системы «труп – окружающая среда». Световоспринимающие свойства определяют интенсивность поглощения энергии солнца, то есть интенсивность нагрева солнцем поверхности, находящейся под его лучами [17].

Как известно, к текстильным товарам относятся изделия, полученные из волокон различного происхождения. Текстильные волокна по своей природе подразделяются на две большие группы: натуральные и химические. К первой группе относятся органические волокна растительного (хлопок, лён) и животного (шерсть, шёлк) происхождения. Вторая группа представлена органическими волокнами искусственного (вискозные, ацетатные) и синтетического (капрон, лавсан) происхождения [148].

Под действием тепловой энергии текстильные материалы способны проявлять ряд теплофизических свойств, а именно проводить тепло (теплопроводность, температуропроводность) и его поглощать (теплоёмкость).

Процесс передачи тепла текстильными материалами весьма сложен. В целом существуют три способа переноса тепла: теплопроводность, конвекция и тепловое излучение. Теплопроводность осуществляется посредством переноса тепла в твердом теле, неподвижной жидкости или газе между участками с различной температурой. Механизм теплопроводности связан с тепловым движением микрочастиц (атомов, молекул) тела и энергетическими взаимодействиями между ними. Конвективный перенос тепла происходит вследствие течения воздуха по границам тела. Движущиеся частицы воздуха забирают тепло, нагреваются, уступают место новым, холодным. Чем ниже температура окружающей среды и сильнее ветер (течение), тем выше конвекция [140]. Тепловое излучение представляет собой процесс переноса тепла посредством электромагнитных волн. Излучаемая телом в окружающее пространство тепловая энергия превращается в лучистую, а при поглощении лучистой энергии телом она превращается в тепловую.

Температуропроводность текстильных материалов заключается в способности ткани выравнивать температуру в различных точках, передавать тепло от более нагретых участков к менее нагретым. Скорость выравнивания температуры определяет теплоинерционные свойства текстильных материалов. Из натуральных волокон наибольшей температуропроводностью обладает хлопок, наименьшей – шерсть.

Не менее важным теплофизическим свойством материалов для одежды, определяющим их тепловую инерцию, является теплоёмкость. Теплоёмкость представляет собой способность текстильных материалов поглощать тепло при повышении температуры. Материалы с большой теплоёмкостью обладают лучшими теплозащитными свойствами.

Оптические свойства текстильных материалов способны количественно и качественно изменять световой поток солнечного спектра. Световой поток представляет собой видимую часть спектра электромагнитных излучений, имеющих длину волны от 400 до 700 нм. Световой поток, падающий на текстильный материал, претерпевает ряд изменений: часть его отражается от поверхности волокон, часть поглощается и часть проходит через материал.

Поглощение светового потока текстильными материалами может быть равномерным, когда волны всех длин спектра поглощаются в одинаковой степени, и избирательным, когда преимущественно поглощаются волны определённых длин (непоглощённая часть светового спектра в этом случае отражается). Поглощающая способность волокон и нитей определяется химическим составом и молекулярным строением вещества волокон и красителя (или пигмента). Красители и пигменты в свою очередь проявляют наибольшую способность к избирательному поглощению светового потока [8, 24, 45].

При взаимодействии светового потока с непрозрачной преградой энергия инфракрасных лучей поглощается поверхностью, например, тканью одежды или кожным покровом, и проникает в них на глубину от 3 мм до 4 см. По данным А. Бартона, О. Эдхолма [12] поглощающая способность одежды для чёрной ткани равна 88% (12% солнечных лучей отражается), для белой ткани – 20%, военно-маскировочной цвета хаки или серовато-оливкового цвета – около 57%. При отсутствии движения воздуха (ветра) солнечная радиация средней интенсивности способна повысить температуру поверхности чёрной одежды на 19,4°C, а одежды цвета хаки – только на 5°C. К сожалению, приведенные результаты исследований получены и применимы исключительно к живому человеку.

В судебно-медицинской литературе имеется множество упоминаний о том, что в регионах с жарким климатом посмертные процессы, в том числе посмертное изменение температуры протекают не так, как на территории средней полосы с менее жарким климатом [44, 180].

Более того, в течение многих лет для случаев, когда труп находился под воздействием прямой солнечной радиации, задача моделирования температуры трупа и, соответственно, определения времени смерти по температурным процессам, считалась невыполнимой [209].

По-нашему же мнению методологически правильным при разработке проблемы диагностики давности смерти по процессу изменения температуры трупа является не стремление сформировать полный арсенал моделей для каждой климатической зоны, а поиск одной наиболее оптимальной модели процесса, позволяющей воспроизводить тепловые процессы в трупе с адекватным учетом температуры окружающего воздуха и воздействия солнечного тепла.

В качестве положительного сдвига в этом направлении необходимо отметить появление в 2001 году публикации Витера В.И. и Куликова В.А. [36], показавшей принципиальную возможность учета влияния солнечной радиации при моделировании температурных процессов в трупе с использованием методов теплофизики. Указанное влияние авторы предлагают учитывать как интенсивность теплового потока солнечной радиации (q_c), определяемой уравнением $q_c = I \cos \varphi$, где $I = \frac{I_0 \sin h}{\sin h + C}$ – интенсивность прямой солнечной радиации по Кастрову-Савинову; $I_0 = 1353 \text{ Вт/м}^2$ – солнечная постоянная; h – угол высоты солнцестояния; C – эмпирический коэффициент, характеризующий прозрачность атмосферы; φ – угол падения солнечных лучей на поверхность. Значение $\cos \varphi$ вычисляется в зависимости от ориентации по сторонам света. Погрешность определения ДНС, установленная расчетным способом, не превышала 1,2%, что позволило сделать авторам предположение о возможности использования на практике предложенных подходов.

Однако, сложность теплофизического подхода, направленного на моделирование всего температурного поля трупа при отсутствии конкретных рекомендаций по практическому применению метода, до сих пор существенно ограничивала его использование в судебно-медицинской практике.

На ликвидацию указанного ограничения теплофизического метода диагностики давности смерти и направлено настоящее исследование.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика исследованного материала

Работа выполнена на основе использования практического судебно-медицинского и экспериментального материала.

Работа проводилась в два этапа.

Основной целью первого этапа являлось определение путей учета воздействия прямой солнечной радиации при моделировании посмертного изменения температуры, а также определение количественных характеристик этого влияния.

В качестве экспериментального материала на этом этапе использовались заменяющие труп объекты (ЗТО, модели), имеющие геометрию человеческого туловища, и представляющие собой мешки из прочного полиэтилена, плотно заполненные умеренно влажным черноземом без посторонних включений [195]. Выбор наполнителя был обусловлен необходимостью неограниченной продолжительности использования и подходящими теплофизическими свойствами (теплоемкость и теплопроводность) материала. Были изготовлены модели массой 5,5, 11, 16,5 и 22 кг. Перед экспериментами ЗТО плотно оборачивались в хлопчатобумажную ткань различных расцветок. Данные объекты использовались для проведения серий экспериментов в одних и тех же условиях, а также для серий экспериментов на одном и том же ЗТО, но с изменением цвета и фактуры тканей, имитирующих одежду трупа. В виду большой продолжительности исследований, проводимых на одном и том же объекте, использование трупов или биоблоков, изготовленных из трупных тканей, в этом варианте экспериментов было невозможно. Процедура термоизмерений каждого из объектов продолжалась с 00 часов 01 минуты до 19 часов 50 минут и

обязательно захватывала как дневное время солнечной инсоляции, так и вечерне-ночной период, в течение которого влияние солнечной радиации исключалось.

В общей сложности на ЗТО было произведено 46 исследований. Общая продолжительности исследований – 984 часа, количество выполненных термоизмерений – 1810.

Главной задачей второго этапа была проверка возможности использования результатов анализа данных, полученных на первом этапе, при моделировании теплового состояния трупов, находившихся под прямыми солнечными лучами. Получены данные посмертной термометрии 10-ти трупов, поступивших на исследование в Челябинское областное бюро судебно-медицинской экспертизы за период 2020-2023 гг.

По сравнению с ЗТО, экспериментальные исследования динамики температуры на трупах людей, находящихся под непосредственным воздействием солнца, имеет ряд сложностей, обусловленных быстрым развитием гнилостных изменений в тканях трупа под воздействием солнечного тепла. Для того чтобы избежать развития гнилостных процессов, нами использованы сохраняющие труп процедуры, в частности, защита головы так называемой формалиновой маской – обертывание головы хлопчатобумажной тканью, пропитанной 5% раствором формалина с герметизацией полиэтиленом.

Продолжительность экспозиции трупа под прямыми солнечными лучами в наших экспериментах составляла от 3 до 6 часов.

Исследованию были подвергнуты трупы взрослых людей различного возраста с заведомо известной причиной и временем наступления смерти. Все трупы для исследования были подобраны таким образом, чтобы исключить грубую травматизацию тела (размятие и расчленение тела, массивные разрушения внутренних органов) и обильную кровопотерю. Из 10 трупов было 7 трупов мужского пола и 3 – женского. В 4-х случаях была констатирована не-

насильственная смерть, в 3-х – смерть в результате отравления этиловым алкоголем, в 2-х – смерть в результате повешения, в 1-ом – в смерть в результате сдавления шеи петлей при удушении. Возраст варьировал от 23 до 59 лет. Вместе с тем, отметим, что указанные выше факторы: пол, возраст и причина смерти, – по нашему мнению, не имеют отношения к влиянию солнечной радиации на процесс изменения температуры трупа.

2.2. Методы термометрии

Одним из методов термометрии, наиболее часто используемым для целей диагностики ДНС, является посмертная регистрация внутрипеченочной температуры с применением высокоточных измерительных приборов и аппаратов (электронные термометры, АПК для диагностики ДНС «Термит-1» и др.) [29, 113, 127, 188].

Температура воздуха в тени, а также поверхностного слоя одежды трупов и ЗТО измерялась цифровым термометром с жидкокристаллическим дисплеем фирмы «hama». Термометр изготовлен с использованием специализированного микроконтроллера, предназначенного для измерения температур от двух термодатчиков. Один датчик, встроенный в корпусе термометра, для измерения температуры внутри помещения. Другой датчик выносной, для измерения температуры вне помещения. Выносной датчик подключается к прибору при помощи кабеля длиной до 3 м.

В основу работы термометра положен принцип аналогово-цифрового преобразования (АЦП). Результат измерения отображается на цифровом жидкокристаллическом дисплее с двумя рабочими окнами для каждого датчика в отдельности. Периодичность контроля температур происходит с тактовой частотой около 1 сек. Эта величина фиксирована для данного типа термометра и оперативно не изменяется.

Диапазон измеряемых температур для внутреннего датчика (in) от -5 до $+50^{\circ}\text{C}$, а для выносного (out) от -50 до $+70^{\circ}\text{C}$. Разрешающая способность прибора составляет $0,1^{\circ}$. Погрешность измерения не превышает $\pm$ один знак младшего разряда индикатора.

Температура в глубоких отделах трупа измерялась посредством аппаратно-программного комплекса для диагностики давности наступления смерти «Термит – 1». В состав комплекса входят:

1. Портативный компьютер (ноутбук, IBM-совместимый, АТ-486, операционная система – Free-Dos).
2. Термоизмерительная приставка.
3. Программное обеспечение для измерения температуры и расчёта давности смерти.

Термоизмерительная приставка представляет собой электронное устройство, состоящее из трёх автогенераторов, которые вырабатывают прямоугольные импульсы с частотой около 32 кГц. Частота работы этих генераторов задаётся кварцевыми резонаторами.

Один из автогенераторов с термостабильным кварцевым резонатором используется для создания «эталонной» частоты, которая не зависит ни от температуры трупа, ни от температуры окружающего воздуха. В двух других частотах задаётся зависимость от температуры термочувствительными кварцевыми резонаторами. Эти резонаторы выполняют функцию термодатчиков. Один из них выведен на конец иглы, и служит для измерения температуры трупа. Другой находится в корпусе «чехла», надетого на иглу, и служит для измерения температуры воздуха (Рис. 2.1).

Приставка соединяется с персональным компьютером 3-х метровым кабелем через параллельный (принтерный) порт. Питание приставка получает от ноутбука. Туда же поступают сигналы от всех трёх автогенераторов.

Специальная измерительная программа сравнивает частоты, определяемые термочувствительными резонаторами, с «эталонной» частотой и вычисляет с высокой (до $0,001^{\circ}\text{C}$) точностью температуру в глубоких отделах туловища трупа и температуру воздуха (Рис. 2.2).



Рис. 2.1. Термоизмерительная приставка к компьютеру, включающая игольчатый щуп для измерения температуры в глубоких отделах трупа и датчик для измерения температуры окружающего воздуха

Программное обеспечение было адаптировано к условиям эксперимента, что позволяло вести длительную непрерывную запись результатов измерений, фиксировать время замеров, следить за изменением параметров трупа по ходу эксперимента.

Принцип измерения температуры основан на использовании кварцевых автогенераторов, частота которых задается термочувствительными опорными кварцевыми резонаторами. Частотные сигналы от автогенераторов поступают

на параллельный порт компьютера, их характеристики пересчитываются специально разработанной программой в значения температуры. Чем выше продолжительность одного измерения температуры, тем выше разрешающая способность измерения.

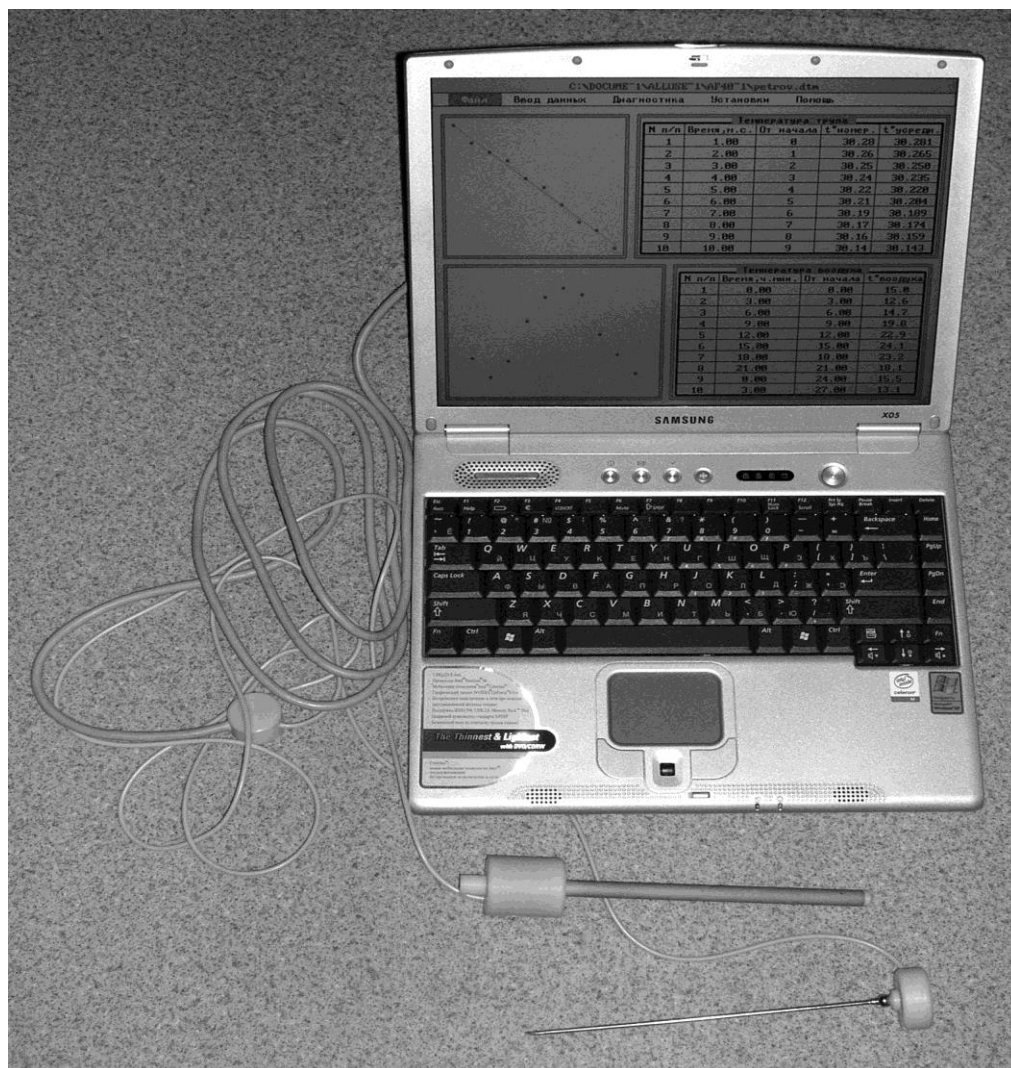


Рис. 2.2. Внешний вид программно-аппаратного комплекса

В экспериментальной работе были использованы два режима измерений:

I режим — измерения продолжительностью четыре секунды с разрешающей способностью около $0,01^{\circ}\text{C}$ — для поиска точки измерений температуры тканей трупа (наиболее теплой зоны), в соответствии с рекомендациями П.И. Новикова и соавт. [113];

II режим – измерения продолжительностью три минуты с разрешающей способностью около $0,001^{\circ}\text{C}$ – для продолжительного мониторинга температуры в выбранной точке измерений.

Измерения температуры производили в печени по методикам, предложенной Новиковым П.И. [125], Шведом Е.Ф. [185]. Труп укладывали на спину. Термощуп погружали через прокол кожи в проекции угла между мечевидным отростком грудины и правой реберной дугой в направлении спереди назад, несколько снизу вверх и слева направо (под углом примерно 75° к фронтальной плоскости). Плавно меняя глубину погружения термодатчика под контролем показаний прибора (при I режиме измерений), находили экстремум распределения температуры в органе по ходу погружения термощупа.

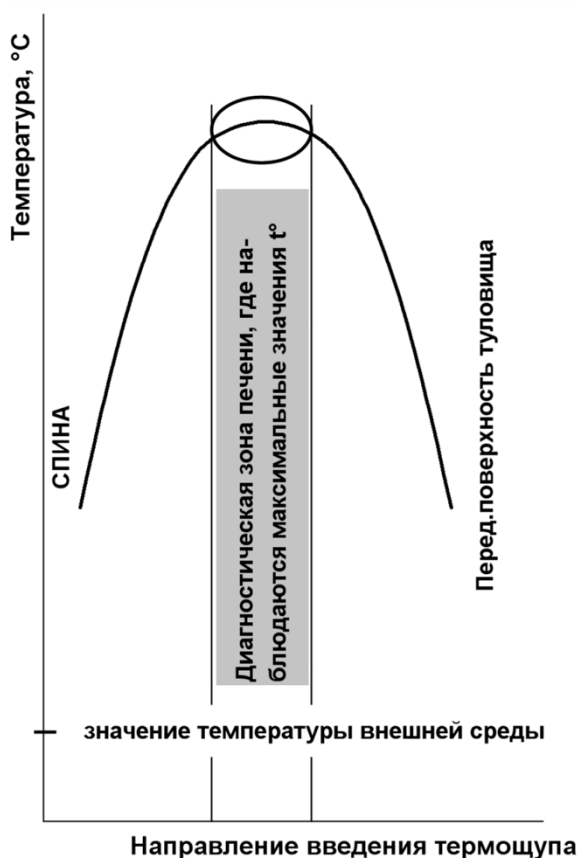


Рис. 2.3. Схема распределения температур в трупе в направлении введения термощупа (по Е.Ф. Шведу [183])

Обычная форма распределения температур в туловище остывающего трупа по направлению погружения термодатчика схематически представлена

на рисунке 2.3, из которого экстремум представленного распределения температуры в туловище трупа соответствует наиболее теплой зоне тканей по ходу погружения термощупа.

Как справедливо отмечено авторами указанных методик, разработка способов диагностики давности смерти, основанных на термоизмерениях в зонах экстремумов распределения температур в трупе, имеет, по сравнению с другими точками измерений, три важных преимущества.

Во-первых, процесс изменения температуры трупа в данном месте имеет наибольшую инерционность, а значит, моделирование температур в этих зонах позволит диагностировать давность смерти при максимально возможной продолжительности посмертного периода.

Во-вторых, характеристики процесса изменения температуры трупа в зоне экстремума ее распределения в значительно меньшей степени зависят от положения трупа (на спине, на животе и т.п.), чем температурные кривые, полученные для фиксированных анатомических точек, например, в просвете прямой кишки [113].

Третьим важным преимуществом является высокая точность математического моделирования давности смерти, т.к. при использовании фиксированных анатомических точек термометрии возможна ситуация выполнения исследования в зоне, не совпадающей с температурным ядром тела и, следовательно, появление «диагностического промаха», ведущего к формированию ошибки определения ДНС [29, 127].

В наших экспериментах выбор точки измерения производился по вышеописанной методике – путем поиска наиболее теплой зоне внутри объектов с последующей фиксацией термощупа для последующих измерений температуры.

Однако, после длительного воздействия на труп прямой солнечной радиации распределение температур внутри трупа (объекта) существенно меня-

2.3. Методы обработки результатов исследования материала

Основным методом настоящего научного исследования является математическое моделирование процесса посмертного изменения температуры трупа. При этом производилась отработка способа, позволяющего корректно воспроизводить процесс изменения температуры трупа во времени при действии на труп прямой солнечной радиации [30].

Для моделирования процесса изменения температуры трупа в условиях инсоляции нами использован широко применяемый в современной математической физике метод конечных математических разностей [36, 119]. Мы применили упрощенный одномерный вариант этого метода, предложенный применительно к процессу посмертного охлаждения трупа Шведом Е.Ф. и Новиковым П.И. [187]. В основу указанного метода моделирования положено допущение о том, что передача тепла в трупе осуществляется не непрерывно из глубины трупа к его поверхности, а дискретно – от одного слоя к другому, причем количество этих слоев имеет вполне определенное конечное значение. В создаваемой модели такие изотермические слои называются узлами. Посмертный период, соответствующий времени протекания моделируемого процесса, также разбивается на дискретные интервалы небольшой продолжительности. Величина и направление изменения температуры в течение временного интервала для каждого из узлов рассчитывается по формуле:

$$\Delta t_n = k \times (t_{n-1} + t_{n+1} - 2 \times t_n) \times \Delta \tau \quad (2.1),$$

где Δt_n – величина изменения температуры в n-ом узле системы;
 t_n – текущая температура в n-ом узле системы;
 $\Delta \tau$ – продолжительность интервала времени;
 k – коэффициент, отражающий теплообменные параметры трупа.

За узел с нулевым индексом принимается наиболее инерционная, то есть, медленно остывающая зона трупа. Узел с наибольшим значением соответствует температуре окружающего воздуха.

Анализ полученных результатов осуществлялся в соответствии с правилами, принятыми для медицинской статистики:

Ошибка средней арифметической вычислялась по формуле:

$$m_{\dot{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}; \quad (2.2)$$

где n – количество исследованных случаев;
 σ – среднее квадратическое отклонение.

Величина среднего квадратического отклонения определялась как:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \dot{x})^2}{n}}; \quad (2.3)$$

где x_i – числовое значение исследуемого признака.

Для определения корреляционных зависимостей, в качестве меры взаимосвязи нами использован коэффициент линейной корреляции Пирсона, выражаемый, как известно, не в абсолютных единицах измерения признаков, а в долях среднего квадратического отклонения результативного признака:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \dot{x})(y_i - \dot{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \dot{x})^{-2} \sum_{i=1}^n (y_i - \dot{y})^{-2}}}; \quad (2.4)$$

где r_{xy} – коэффициент корреляции (Пирсона),
 x_i и y_i – первичные данные,
 n – количество наблюдений.

Для определения ошибки коэффициента корреляции использовалась следующая формула:

$$m_r = \sqrt{\frac{1 - r_{xy}^2}{n - 2}}; \quad (2.6)$$

Определение достоверности коэффициента корреляции производилось по формуле:

$$t = \frac{r_{xy}}{m_r} \quad (2.7)$$

В качестве платформы для проведения математической обработки полученных результатов использован портативный компьютер с процессором

Celeron M, 1,3 ГГц, операционной системой ASP Linux. В процессе оформления работы, формирования базы данных и статистической обработки данных использовались приложения пакета офисных программ *Open Office* (Writer и Calc), позволяющие работать с традиционными форматами коммерческих приложений MSWord и MS Excel. Вышеуказанное программное обеспечение относится к категории свободно распространяемых программных продуктов, на которые распространяется действие Стандартной Общественной Лицензии (GPL).

ГЛАВА 3.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТРУПА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ПРЯМОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

3.1. Теоретическое обоснование подходов к математическому моделированию процесса изменения температуры трупа с учетом влияния метеорологических факторов.

Погода представляет собой состояние атмосферы в данной местности в данный момент или за какой-либо промежуток времени. Характеристиками погоды являются её элементы и явления. Основным погодообразующим фактором на Земле является Солнце. Солнечное тепло, поступающее на земную поверхность, оказывает влияние на погодные условия и формирование климата на различных географических широтах Земного шара. К элементам погоды относятся температура воздуха, влажность и атмосферное давление. Явления погоды – ветер, облачность и атмосферные осадки. Погода обладает чрезвычайной изменчивостью, которая обусловлена двумя основными причинами: с одной стороны, изменением солнечного тепла, получаемого в течение суток и в течение года, с другой, – перемещением воздушных масс [126, 151].

Основным элементом погоды, определяющим направление (охлаждение или нагревание) и скорость посмертной динамики температуры трупа, является температура окружающего воздуха. Большинство математических моделей процесса изменения температуры трупа, используемых в диагностических целях, позволяют учитывать этот элемент погоды в виде параметра, который включается в производимые расчеты. Одна из таких моделей [186] дает возможность даже последовательного пошагового воспроизведения динамики

температуры трупа в дискретных интервалах времени любой продолжительности, что позволяет задавать значения температуры воздуха, изменяющейся в течение предполагаемого посмертного периода.

Для правильной оценки механизмов влияния прямой солнечной радиации на процесс изменения температуры трупа исключительно важным является понимание того факта, что излучение солнца, главным образом, инфракрасная часть его спектра, нагревает не воздух, а поверхности и предметы, находящиеся в зоне прямых солнечных лучей. Таким образом, при безоблачной погоде и нахождении трупа под прямыми лучами солнца его лучистая энергия передается поверхности трупа (одежда, кожные покровы открытых частей тела), нагревая ее выше значений температуры воздуха, создавая более или менее постоянный температурный градиент между поверхностью мертвого тела и окружающим воздухом. В глубоких отделах трупа значения температуры начинают стремиться не к температуре воздуха, а к температуре поверхности трупа, нагретой солнечными лучами. Поэтому можно добиться существенного повышения точности диагностики ДНС, если в качестве параметра температуры среды, вместо предоставляемых метеослужбой значений температуры окружающего воздуха в тени, в расчетах использовать значения температуры поверхности трупа, нагретой солнцем.

Значения градиента температур, обусловленного действием солнечной энергии, различны в разное время суток, в разные периоды календарного года, а также на различных географических широтах. Кроме того, этот температурный градиент зависит от состояния поверхности трупа (цвет кожных покровов обнаженного тела либо цвет и фактура ткани одежды) и наличия движения воздуха (ветра) вокруг указанного объекта. При безветренной погоде, в противовес воздействию на его поверхность солнечной радиации, происходит естественная тепловая конвекция, заключающаяся в том, что нагретый от более теплой поверхности воздух, как более легкий, поднимается вверх, а на его место поступает более холодный воздух, окружающий объект. При наличии

ветра, процесс смены воздуха у поверхности мертвого тела происходит значительно быстрее, чем при пассивной тепловой конвекции, в результате чего влияние солнечной радиации в виде нагрева поверхности трупа в значительной степени нивелируется.

Ветер оказывает также и непосредственное воздействие на труп как на термодинамическую систему. Дело в том, что труп, как открытая термодинамическая система, включает в себя не только само охлаждающееся тело и его одежду, но и относительно медленно обновляющийся при безветрии слой воздуха, непосредственно прилежащий к телу и нагревающийся от него. Движением воздуха (ветром) эта воздушная оболочка «сдувается», из-за чего уменьшается инерционность термодинамической системы и ускоряется процесс охлаждения трупа.

Атмосферные осадки оказывают весьма разностороннее отрицательное влияние на возможности диагностики ДНС методом математического моделирования процесса охлаждения. Во-первых, температура выпавших и вошедших в соприкосновение с поверхностью тела осадков обычно неизвестна и может значительно отличаться от температуры окружающего воздуха. Во-вторых, пропитанная влагой одежда имеет другие теплопроводные характеристики, чем сухая. В-третьих, влажная одежда в процессе высыхания дополнительно охлаждается за счет поглощения энергии при испарении воды, а интенсивность такого охлаждения тесно связана с влажностью воздуха и скоростью ветра. В-четвертых, попадание твердых осадков (снег, град) на относительно теплую поверхность трупа сопровождается полным или частичным их переходом из твердого агрегатного состояния в жидкое, а затем, при достаточно низкой температуре окружающего воздуха, обратно — из жидкого состояния в твердое. Первый фазовый переход сопровождается интенсивным поглощением тепловой энергии, а второй — ее выделением.

С практической точки зрения, представляется возможным и целесообразным изучить второй и третий из вышеперечисленных аспектов влияния атмосферных осадков на процесс охлаждения трупа (влияние увлажнения одежды на теплопроводные характеристики одежды и теплообменные параметры трупа в целом, и степень охлаждения влажной поверхности трупа в зависимости от влажности воздуха и скорости ветра).

Приведенные факторы внешней среды и их воздействие на процесс охлаждения трупа представлены на рисунке 3.1.

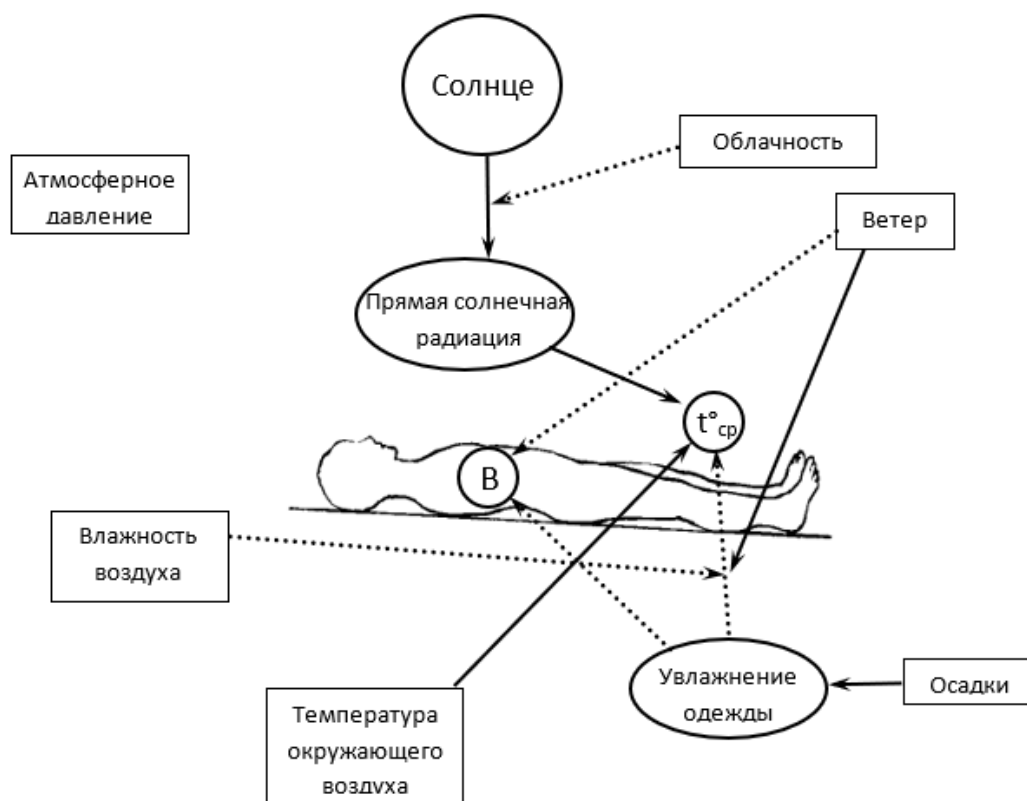


Рис. 3.1. Влияние факторов внешней среды на параметры, используемые при математическом моделировании процесса охлаждения трупа в целях диагностики давности смерти.

- где С - интегрированный теплообменный параметр трупа;
 t°_{cp} - параметр «температуры внешней среды», используемый при математическом моделировании процесса изменения температуры трупа;
 —→ - условно положительное влияние (увеличение значения параметра t°_{cp} , изменение параметра В в направлении повышения инерционности термодинамической системы (трупа), усиление воздействия на эти параметры других внешних факторов);
► - условно отрицательное влияние факторов внешней среды – в направлении, противоположном вышеуказанному.

Для повышения точности диагностики ДНС при моделировании процесса изменения температуры трупa должны быть разработаны алгоритмы, позволяющие учитывать влияние каждого из факторов внешней среды на этот процесс.

В настоящей работе мы ограничились изучением влияния прямой солнечной радиации на труп в чистом виде, при отсутствии существенного движения воздуха в месте его расположения, оставив вопрос взаимодействия этих факторов внешней среды для последующих исследований.

3.2. Разработка математического аппарата для моделирования тепловых процессов с учетом влияния солнечной радиации

В расчетах мы применили упрощенную одномерную конечно-разностную модель Шведа Е.Ф., Новикова П.И. [187]. Для демонстрации модели авторы использовали физический аналог передачи тепла из глубоких отделов тела к поверхностным, и далее во внешнюю среду, в качестве которого была выбрана система сосудов, сообщающихся между собой и с внешней средой, как это показано на схематическом рисунке 3.2.

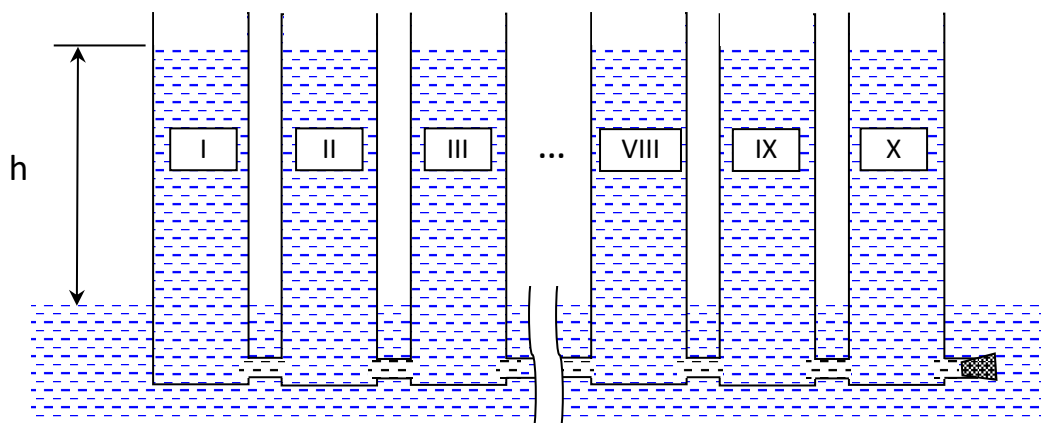


Рис. 3.2. Схематическое изображение системы сообщающихся сосудов как физического аналога процесса теплопередачи в трупe (по Шведе Е.Ф., Новикову П.И. [187])

В настоящей работе мы также использовали вариант модели, состоящий из десяти узлов, расположенных на одном векторе теплопередачи. Временной

континуум разбивали на интервалы продолжительностью 0,01 часа. За узел с нулевым индексом принимали наиболее инерционную, то есть, медленно остывающую зону трупа. Последний (десятый) узел соответствовал самому поверхностному слою. В начале моделирования для каждого виртуального слоя (узла) задавались первоначальные значения температуры, соответствующие реальному распределению температур в трупе на конкретный момент времени. Достоверность этих значений контролировалась путем сопоставления расчетной и реальной температурных кривых в первые десятки минут после начала термоизмерений.

Использованная математическая модель в дискретном виде может быть представлена системой уравнений, отражающих изменение значения температуры для каждого из узлов за определенный интервал времени небольшой продолжительности (в нашем случае – 0,01 часа). При этом величина и направление изменения температуры каждого из узлов определяется суммарным градиентом температур в данном узле и в двух соседних узлах, а также продолжительностью временного интервала.

$$\begin{cases} \Delta t_1 = C \times (t_2 - t_1) \times \Delta \tau \\ \Delta t_n = C \times (t_{n-1} + t_{n+1} - 2 \times t_n) \times \Delta \tau \\ \Delta t_{10} = C \times (t_9 + t_{\text{возд.}} - 2 \times t_{10}) \times \Delta \tau \end{cases} \quad (3.1)$$

где t_1-t_{10} – расчетные значения температур в узлах модели на момент начала интервала времени $\Delta \tau$;

$\Delta t_1-\Delta t_{10}$ – изменение температур в узлах модели за период времени $\Delta \tau$ (повышение температуры принимается за положительное изменение, снижение температуры – за отрицательное изменение);

под индексами (1...10, n) обозначены номера узлов модели;

n – номера узлов (с 2-го по 9-й);

$t_{\text{возд.}}$ – температура воздуха;

C – коэффициент, отражающий теплообменные параметры трупа;

$\Delta \tau$ – продолжительность одного шага моделирования (0,01 часа).

В вышеописанной дискретной математической модели аналогом поверхности трупа является последний (десятый) узел модели. Для того чтобы симитировать воздействие на поверхность трупа солнечного излучения, в настоящей работе мы предусмотрели возможность искусственного прираще- ния значения температуры в этом узле. Такое приращение может задаваться для каждого из интервалов на всё время воздействия на труп прямых солнеч- ных лучей.

Схематически такое воздействие можно продемонстрировать на ри- сунке, изображающем физический аналог тепловых процессов, как поступле- ние в крайнюю емкость дополнительного объема жидкости, что будет выгля- деть следующим образом.

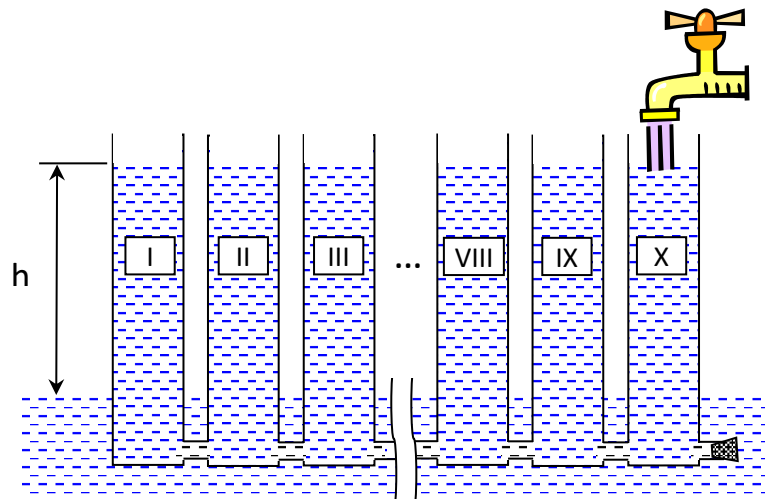


Рис. 3.3. Схематическое изображение системы физического аналога тепловых процессов в трупе при воздействии прямой солнечной радиации

В формульном представлении, моделирование влияния солнечной ради- ации достигнуто нами введением дополнительной переменной (S) дискретное описание динамики температуры для последнего узла модели. При этом по- следняя часть системы уравнений (3.1) будет выглядеть следующим образом:

$$\Delta t_{10} = C \times (t_9 + t_{\text{возд.}} - 2 \times t_{10}) \times \Delta \tau + S \times \Delta \tau \quad (3.2)$$

Таким образом, в рамках настоящего исследования нами разработан и использован вариант упрощенной конечно-разностной модели, описывающий процесс изменения температуры трупа при воздействии на него прямой солнечной радиации. Этот вариант может быть представлен в виде системы уравнений следующего вида:

$$\begin{cases} \Delta t_1 = C \times (t_2 - t_1) \times \Delta \tau \\ \Delta t_n = C \times (t_{n-1} + t_{n+1} - 2 \times t_n) \times \Delta \tau \\ \Delta t_{10} = C \times (t_9 + t_{\text{возд.}} - 2 \times t_{10}) \times \Delta \tau + S \times \Delta \tau \end{cases} \quad (3.3)$$

где t_1-t_{10} – расчетные значения температур в узлах модели на момент начала интервала времени $\Delta \tau$;

$\Delta t_1-\Delta t_{10}$ – изменение температур в узлах модели за период времени $\Delta \tau$ (повышение температуры принимается за положительное изменение, снижение температуры – за отрицательное изменение);

под индексами (1...10, n) обозначены номера узлов модели;

n – номера узлов (с 2-го по 9-й);

$t_{\text{возд.}}$ – температура воздуха;

C – коэффициент, отражающий теплообменные параметры трупа;

$\Delta \tau$ – продолжительность одного шага моделирования (0,01 часа);

S – солнечный фактор (интенсивность нагрева поверхности трупа солнечными лучами).

В представленных уравнениях (3.2, 3.3) введена новая переменная – S отражающая интенсивность нагрева поверхности трупа солнечными лучами. В доступной нам судебно-медицинской литературе мы не встретили подобного способа учета влияния солнечной радиации. Поэтому мы сочли возможным ввести для переменной S собственное обозначение – «солнечный фактор». Последующие этапы настоящего исследования, как раз, направлены на разработку способа установления значений этого фактора в контролируемых условиях эксперимента, а также условиях практической работы в зависимости от ряда параметров, характеризующих труп как открытую термодинамическую и световоспринимающую систему. Под первой группой параметров мы понимаем характеристики, влияющие на инерционность теплообмена между трупом и внешней средой. Это антропометрические показатели трупа (рост и

вес), характер подложки, количество и теплоизоляционные свойства одежды и т.п. Под световоспринимающими свойствами поверхности трупа подразумевается способность его внешнего слоя аккумулировать в виде тепла либо отражать солнечные лучи.

3.3. Способ установления значений солнечного фактора в условиях эксперимента

Суть способа состоит в том, что расчетные температурные кривые (результаты моделирования) сопоставлялись результатами реальных термоизмерений. При этом подбирались такие параметры модели, при которых достигались наилучшие результаты аппроксимации экспериментальных данных математическим описанием процесса, то есть, наблюдалось наименьшее возможное значение среднеквадратичного отклонения математической модели от экспериментальных данных.

В качестве образцов для сопоставления были использованы результаты термоизмерений, произведенных в глубоких частях ЗТО, находившихся в течение примерно одних суток на открытой местности, в том числе, в течение нескольких часов под прямыми лучами солнца.

Для выполнения расчетов и подбора параметров указанной математической модели отработана методика, использующая табличный процессор «Calc» из пакета «Open Office» (свободно распространяемый аналог коммерческого продукта Microsoft® Excel). Создан табличный файл, именованный «SunCalc.ods»¹, состоящий из двух страниц. Содержание первой страницы («Измерения») показано на рис. 3.4. Все столбцы страницы, за исключением второго («В»)² содержат реальные экспериментальные данные.

¹ Файлы с расширением «ods» – это стандартные табличные файлы программы «Calc» открытого пакета Open Office, аналогичные файлам с расширением «xls» программы «Excel» коммерческого пакета MSOffice.

² Здесь и далее двойные (не угловые) кавычки используются для обозначения табличных ячеек и диапазонов.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Время сут. (формат Excel)	Время, час. от начала измерения	Т°объекта (измеренная)	Т°возд.	Наличие солнца						
2	08:02	0,000	28,441	21	0						
3	08:05	0,050	28,397	20,9	0						
4	08:08	0,100	28,365	21,2	0						
5	08:11	0,150	28,334	21,3	0						
6	08:14	0,200	28,302	21,6	0						
7	08:17	0,250	28,270	21,7	0						
8	08:20	0,300	28,238	21,9	0						
9	08:23	0,350	28,206	22	0						
10	08:26	0,400	28,173	22	0						
11	08:29	0,450	28,141	22	0						
12	08:32	0,500	28,109	22,3	0						
13	08:35	0,550	28,077	22,3	0						
14	08:38	0,600	28,045	22,5	0						
15	08:41	0,650	28,013	22,6	0						
16	08:44	0,700	27,981	22,3	1						
17	08:47	0,750	27,949	22,6	1						
18	08:50	0,800	27,917	22,8	1						
19	08:53	0,850	27,885	22,6	1						
20	08:56	0,900	27,853	22,6	1						
21	08:59	0,950	27,821	22,5	1						
22	09:02	1,000	27,790	22,4	1						
23	09:05	1,050	27,758	22,6	1						
24	09:08	1,100	27,727	22,7	1						
25	09:11	1,150	27,696	22,9	1						
26	09:14	1,200	27,665	22,8	1						
27	09:17	1,250	27,635	22,9	1						
28	09:20	1,300	27,605	22,7	1						
29	09:23	1,350	27,575	23,1	1						
30	09:26	1,400	27,545	23,1	1						
31	09:29	1,450	27,516	23,3	1						
32	09:32	1,500	27,488	23,3	1						
33	09:35	1,550	27,460	23,5	1						
34	09:38	1,600	27,432	23,7	1						
35	09:41	1,650	27,405	24	1						
36	09:44	1,700	27,379	24,2	1						
37	09:47	1,750	27,354	24,2	1						
38	09:50	1,800	27,329	24,2	1						
39	09:53	1,850	27,305	24,1	1						
40	09:56	1,900	27,282	24,3	1						
41	09:59	1,950	27,260	24,4	1						
42	10:02	2,000	27,239	24,2	1						

Рис.3.4. Вид первой страницы табличного файла «SunCalc.ods» – «Измерения» (пояснения в тексте).

Столбец “А” содержит время суток в формате “ЧЧ:ММ”. Столбцы “С” и “D” – данные реальных измерений температуры, соответственно, глубоких отделов трупа и воздуха в тени, произведенных и записанных на электронные носители (жесткий диск) через каждые три минуты аппаратно-программным комплексом «Термит-1». В столбце “Е” отражено наличие или отсутствие воздействия на труп прямых солнечных лучей (“1” – наличие, “0” – отсутствие). Столбец “В” – результат пересчета табличного формата времени, записанного

в первом столбце, в продолжительность периода от начала термоизмерений, выраженную в часах и долях часа. Формула для ячейки “B2” и направление копирования в виде стрелки показаны на рисунке 3.4. Кроме того, для обеспечения процесса вычислений введено наименование «TTable» для диапазона столбцов “B: E”. В показанном случае таблица «Измерения» состояла из 472 строк-измерений, что охватывало 23,5 часа экспериментального наблюдения.

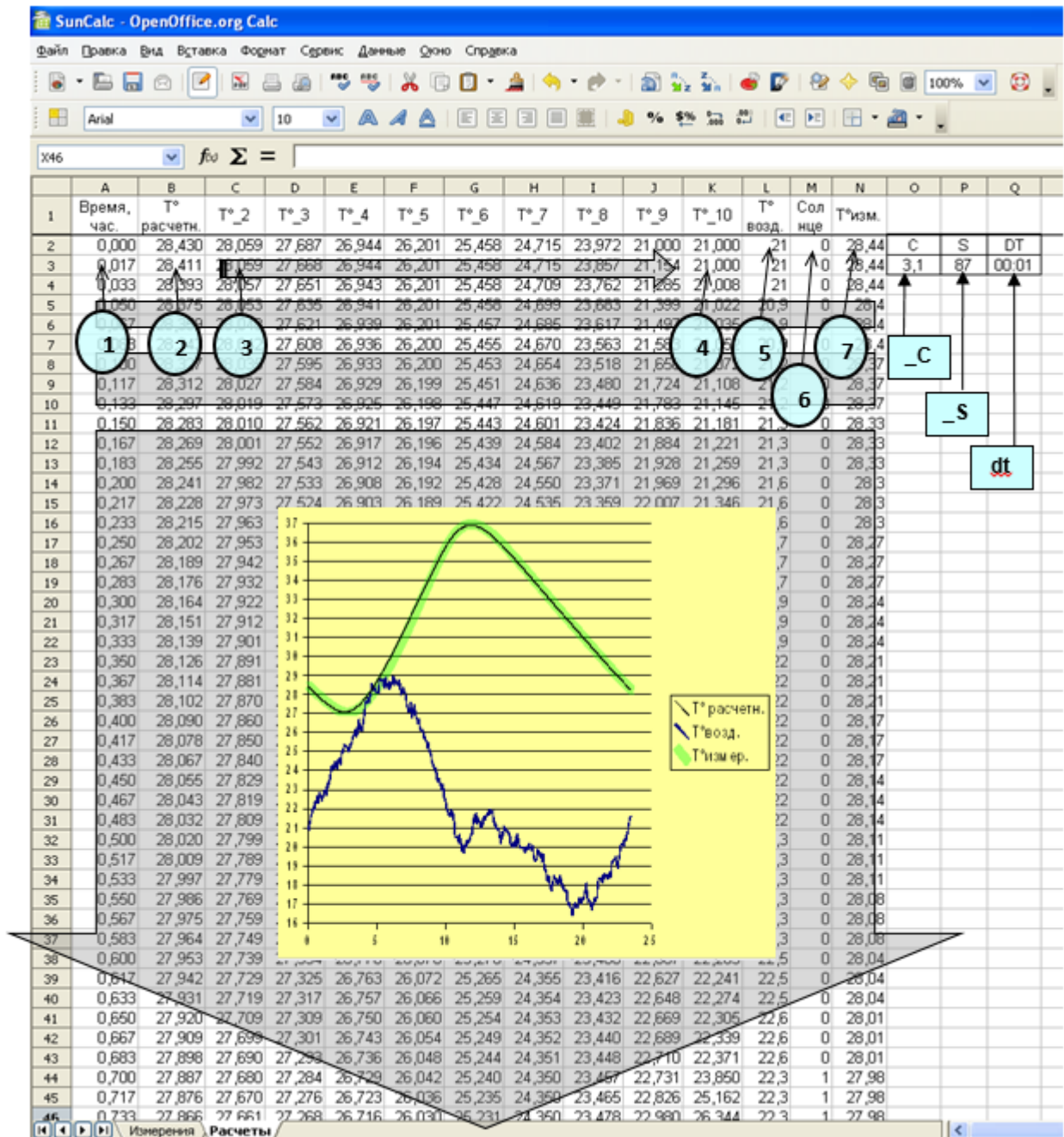


Рис. 3.5. Вид второй страницы табличного файла «SunCalc.ods» – «Расчеты» (пояснения в тексте).

Второй лист табличного файла фактически содержит дискретную математическую модель изменения температуры трупа, описанную выше системой уравнений 3.3. Внешний вид листа показан на рисунке 3.5.

Указатели в прямоугольных рамках обозначают стрелками ячейки, которым следует присвоить имена (соответственно, «_C», «_S», «_dt»). Указатели в овальных рамках показывают стрелками на ячейки, в которые вводятся следующие формулы:

Таблица 3.1

**Формулы, содержащиеся в ячейках второй страницы
(«Расчеты») табличного файла «SunCalc.ods»**

№ указателя	Формула, содержащаяся в ячейке ³
①	=A2+dt*24
②	=B2-(B2-C2)*_C*(dt*24)
③	=C2-(2*C2-B2-D2)*_C*(dt*24)
④	=K2-(2*K2-J2-L2)*_C*(dt*24)+_S*(dt*24)*M3
⑤	=VLOOKUP(\$A2;TTable;3;TRUE())
⑥	=VLOOKUP(\$A2;TTable;4;TRUE())
⑦	=VLOOKUP(\$A2;TTable;2;TRUE())

Начальное время – 0,000 вносится в ячейку “A2”. Диапазон ячеек “B2:K2” (от T°расчетн. до T°_10) содержит начальные значения температуры в узлах системы, которые подбираются так, чтобы расчетная и реальная температурные кривые максимально соответствовали друг другу на начальном участке (первые 3-4 часа).

Широкие полупрозрачные стрелки показывают направление копирования вышеуказанных формул. Разумеется, что на рисунке 3.5 показана лишь небольшая часть рабочей таблицы, соответствующая продолжительности менее одного часа. Результаты термоизмерений и расчетов для суточного интер-

³ При воспроизведении приведенных таблиц в русифицированной версии табличного процессора Microsoft Excel латинские обозначения следует заменить на русские: «VLOOKUP» на «ВПР», «TRUE» на «ИСТИНА»

вала при шаге (dt), равном одной минуте, размещаются в 1440 строках таблицы. Для визуального сопоставления расчетной и реально полученной температурной кривых строится график изменения во времени (столбец “А”) следующих величин: расчетной температуры (столбец “В”), реально измеренной температуры (“N”) температуры воздуха (“L”).

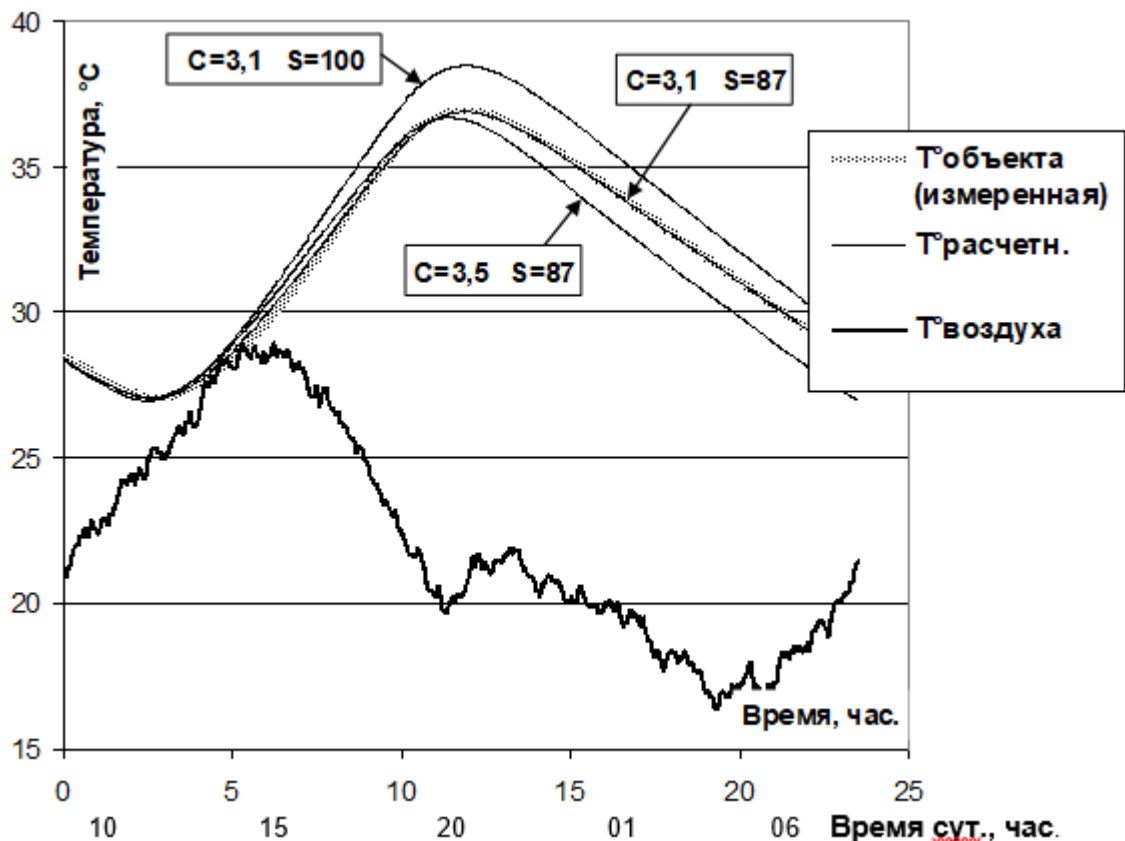


Рис. 3.6. График, демонстрирующий подбор параметров C и S . Искомое сочетание значений этих параметров обеспечивает совпадение расчетной и реальной температурной кривых на всем протяжении

Изменяя значения теплообменного параметра (C) и солнечного фактора (S) в соответствующих именованных ячейках таблицы, мы добивались наилучшего совпадения расчетной и реальной температурных кривых по всей протяженности процесса. На рисунке 3.6 приведен график, показывающий три шага подбора вышеуказанных параметров. Наилучшее соответствие кривых наблюдается при единственном сочетании их значений: $C=3,5$; $S=87$.

ГЛАВА 4.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕРМОИЗМЕРЕНИЙ ОБЪЕКТОВ, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРЯМОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

4.1. Анализ температурных кривых, полученных в эксперименте на ЗТО различной массы при воздействии солнечной радиации.

Обработаны результаты экспериментального исследования процесса изменения температуры 12-ти объектов (ЗТО), находившихся под прямыми солнечными лучами. Все объекты были обернуты в хлопчатобумажную ткань черного цвета, обеспечивавшую максимальное поглощение солнечной радиации, и, соответственно, максимальное аккумулялирование тепла поверхностью объекта. Для экспериментов выбирались дни с безоблачной или малооблачной погодой при отсутствии ветра.

Исследованные ЗТО отличались между собой массой и, соответственно, размерами. Всего проведено четыре серии экспериментов с ЗТО различной массы. В каждой серии – по три эксперимента.

Визуальной оценкой полученных температурных кривых было установлено, что благодаря предварительному термостатированию ЗТО, на начало термоизмерений их температура во всех случаях была выше температуры воздуха (в пределах между 21,2 и 28,4°C), имела тенденцию к снижению, стремясь к температуре внешней среды. Время начала воздействия солнечной радиации на ЗТО в летний период находилось в пределах между 9 часами 40 минутами и 10 часами 14 минутами. Окончание воздействия солнца – между 16 часами 04 минутами и 17 часами 00 минутами.

Во всех случаях обращало на себя внимание запаздывание реакции глубокой температуры на начало и окончание прямого воздействия солнечной радиации. Кроме того, с началом инсоляции в глубоких отделах исследуемых

объектов отмечалось постепенное замедление их охлаждения. Смена же направления процесса изменения температуры в сторону нагрева происходила через 2 – 10 минут. С прекращением инсоляции наблюдалась обратная картина. В начале в течение 6 – 12 минут происходило замедление процесса нагрева глубоких слоев объекта. Затем изменялось направление процесса изменения температуры в сторону его охлаждения. Одно из наблюдений в качестве примера продемонстрировано в виде графика на рисунке 4.1.

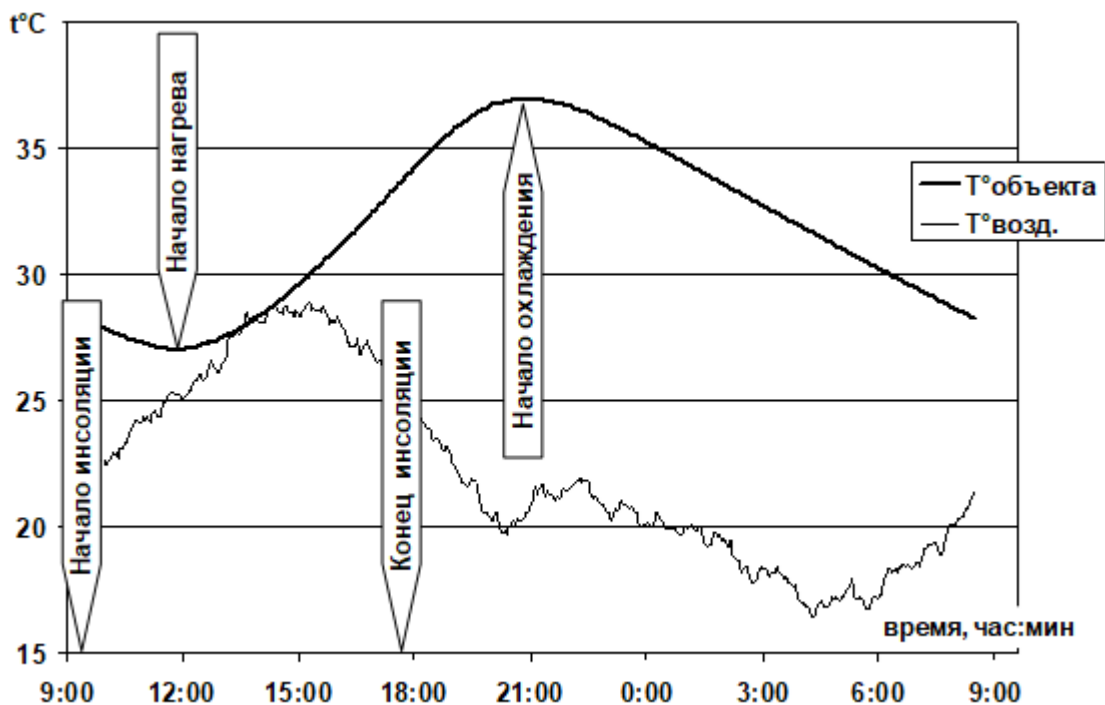


Рис. 4.1. Графическое представление реакции температурной кривой в глубоких слоях ЗТО на процесс инсоляции

Поскольку целью настоящего исследования является разработка способа математического моделирования процесса изменения температуры объектов, находящихся под воздействием солнечного излучения, мы сочли возможным не проводить углубленное изучение и статистическую разработку вышеприведенных характеристик температурных кривых, поскольку такое исследование оказалось бы за пределами последовательности вопросов и задач, разрешаемых для достижения поставленной цели.

Основные усилия были направлены на сопоставление вышеописанной математической модели (п.3.2.) и температурных кривых, полученных в результате реальных термоизмерений, а также на подбор параметров моделирования, обеспечивающих наилучшее совпадение расчетной и реальной кривых на всем их протяжении.

Результаты определения параметров C и S по вышеописанной методике (п. 3.3.) приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

**Результаты определения параметров C и S
в серии экспериментов с ЗТО различной массы**

№ п/п	Масса, кг	Размеры, см	Значение C	Значение S
1	22,0	54 x 42 x 25	3,10	76
2	22,0	54 x 42 x 25	3,10	87
3	22,0	54 x 42 x 25	2,83	71
4	16,5	49 x 37 x 22	3,95	100
5	16,5	49 x 37 x 22	4,10	105
6	16,5	49 x 37 x 22	4,15	111
7	11,0	42 x 30 x 19	5,90	113
8	11,0	42 x 30 x 19	5,80	126
9	11,0	42 x 30 x 19	5,80	114
10	5,5	33 x 25 x 14	9,45	156
11	5,5	33 x 25 x 14	9,50	133
12	5,5	33 x 25 x 14	9,50	131

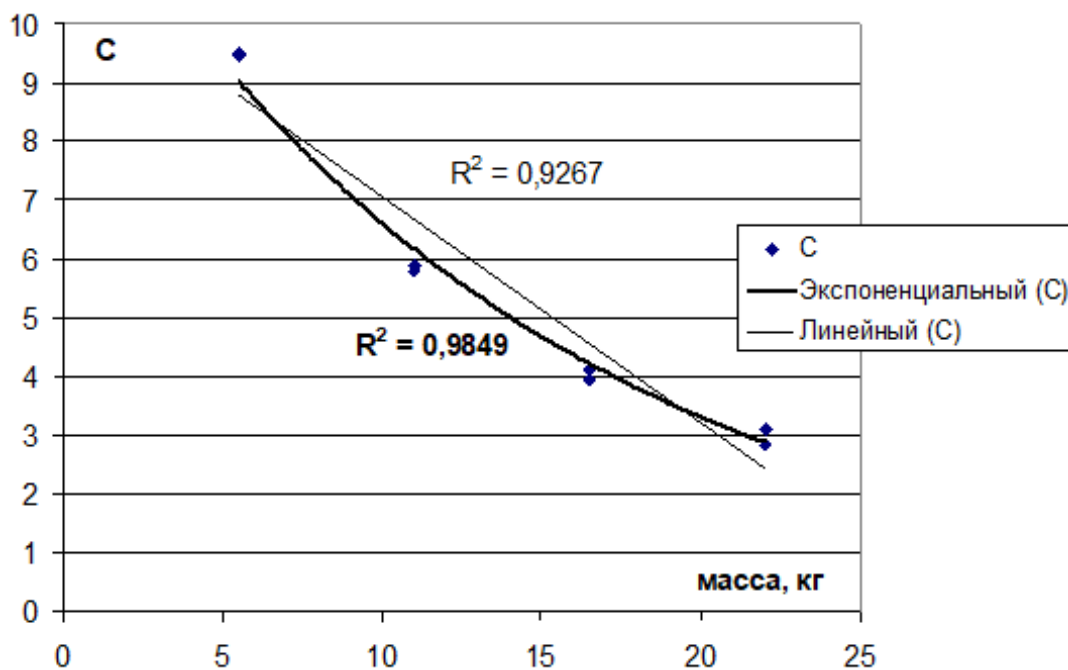
Наличие тесной взаимосвязи между массой объекта и его размерами очевидно. Данная зависимость не имеет научного и практического значения, и поэтому отдельно нами не была исследована.

Исследована взаимосвязь между следующими парами рядов данных:

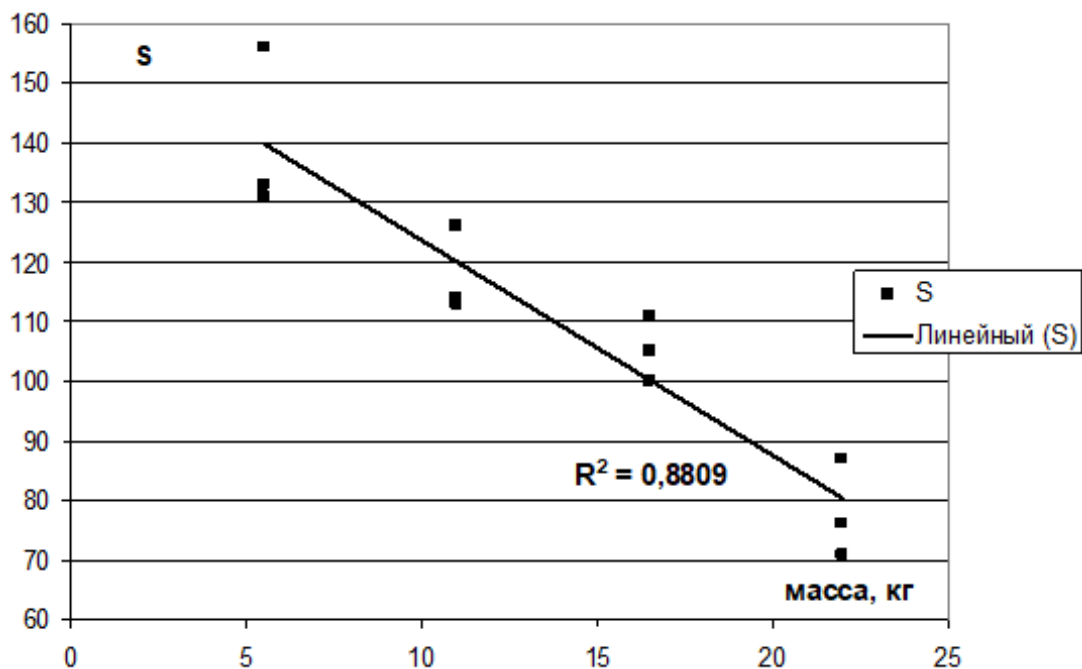
- теплообменной характеристикой (C) и массой объекта;
- значением солнечного фактора (S) и массой объекта;
- значением солнечного фактора (S) теплообменной характеристикой (C).

Полученные результаты графически представлены на рисунке 4.2.

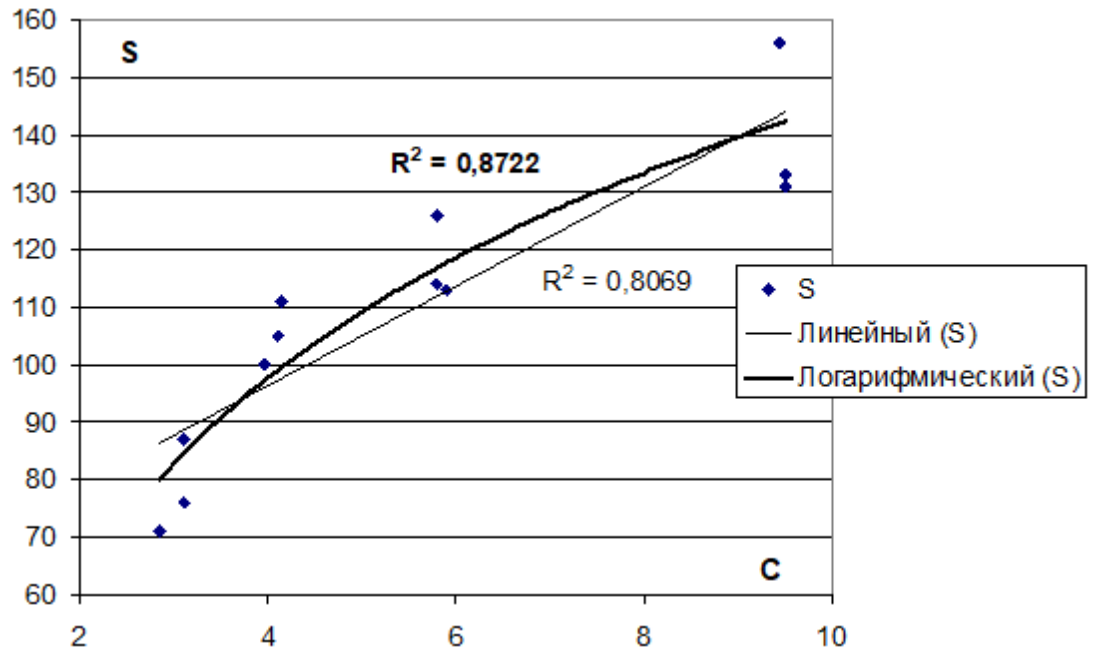
Результаты линейного и нелинейного регрессионного анализа вышеуказанных параметров приведены в таблице 4.2.



а) Зависимость теплообменной характеристики (C) от массы (линейный и логарифмический тренды)



б) Зависимость солнечного фактора (S) от массы (линейный тренд)



в) Зависимость солнечного фактора (S) от теплообменного параметра (C)
(линейный и логарифмический тренды)

Рис. 4.2. Графики зависимостей между параметрами C, S, и массой ЗТО

Таблица 4.2

Результаты регрессионного анализа значений
параметров C, S и массы ЗТО

Наименование характеристики	Исследуемые параметры		
	C и масса (m)	S и масса (m)	S и C
Аппроксимирующая зависимость	Экспоненциальная	Линейная	Логарифмическая
Линеаризующая функция	$\ln(C)$	-	$\ln(C)$
Коэффициент детерминации (R^2)	0,9849	0,8809	0,8722
Коэффициент корреляции Пирсона (r)	-0,9924	-0,9386	0,9339
F-статистика Фишера	654,2	74,0	68,23
Значимость критерия Фишера	1,92E-10	6,22E-06	8,89E-06
Вид и коэффициенты зависимостей	$C = 13,208e^{-0,0692m}$	$S = -3,606m + 159,8$	$S = 51,454\ln(C) + 26,422$
Стандартная ошибка	0,0576	8,932	9,253

Из приведенной таблицы видно, что между исследованными параметрами (C и S) и массой ЗТО существует сильная взаимная зависимость.

Практически полная зависимость отмечена между теплообменной характеристикой (C) и массой ЗТО, что свидетельствует о том, что этот параметр детерминирован массой ЗТО, и совершенно незначительном влиянии на него каких-либо внешних и внутренних факторов.

Параметр, отражающий влияние солнца (солнечный фактор, S), также характеризуется сильной зависимостью от массы ЗТО. Но зависимость эта заметно слабее. Объясняется это, по-видимому, различными условиями нагрева поверхности солнечными лучами в разные дни: различная активность солнца, различная прозрачность атмосферы, отсутствие или наличие хотя бы минимального движения воздуха и т.д.

4.2. Анализ результатов экспериментов на ЗТО в различное время года

С целью изучения влияния времени года на параметры математической модели процесса изменения температуры глубоких отделов ЗТО в условиях инсоляции нами произведен ряд экспериментов с одним и тем же объектом массой 22 кг, обернутым в хлопчатобумажную ткань черного цвета. Всего было произведено 9 экспериментов в различные сезоны года: 3 – в июле-августе, 3 – в октябре и 3 – в декабре-январе. Мы посчитали возможным не производить исследования в весенний период, поскольку, как известно из теплофизики, основным фактором, определяющим сезонную динамику интенсивности инсоляции, является угол высоты солнцестояния [164], а этот показатель в весенний и осенний периоды является идентичным. Поэтому есть все основания ожидать отсутствие существенной разницы в значениях показателя, характеризующего интенсивность инсоляции, в осенний и весенний периоды.

Была произведена обработка результатов девяти вышеупомянутых экспериментальных исследований. Производили сопоставление реальных и расчетных температурных кривых (п.3.2.), а также подбор параметров моделирования (C и S , как описано в п. 3.3.), обеспечивающих наилучшее совпадение реальной и расчетной кривых на всем их протяжении.

Результаты определения параметров C и S для экспериментов, производившихся на одном и том же объекте в различные сезоны, приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

**Результаты определения параметров C и S
в серии экспериментов с ЗТО в различные сезоны**

№ п/п	Месяц	Значение C	Значение S
1	Июль	3,10	76
2	Июль	3,10	87
3	Август	2,83	71
4	Октябрь	2,90	49
5	Октябрь	2,90	69
6	Октябрь	2,90	58
7	Декабрь	2,90	40
8	Январь	2,88	41
9	Январь	2,90	32

Оценим влияние времени года на значения коэффициентов C и S , определенные для одного и того же объекта. Введем обозначения времен года:

ЛЕТО – для исследований, произведенных в июле-августе;

ОСЕНЬ – для исследований, произведенных в октябре;

ЗИМА – для исследований, произведенных в декабре-январе.

Таблица значений параметра C , сгруппированных по временам года для однофакторного дисперсионного анализа, выглядит следующим образом:

Таблица 4.4

Значения параметра С.

ЛЕТО	ОСЕНЬ	ЗИМА
3,1	2,9	2,9
3,1	2,9	2,88
2,83	2,9	2,9

Результаты однофакторного дисперсионного анализа представленных значений параметра С показаны в таблице 4.5.

Таблица 4.5

**Результаты оценки значимости влияния времени года на параметр С
методом однофакторного дисперсионного анализа**

Группы	Среднее	Дисперсия
ЛЕТО	3,01	0,0243
ОСЕНЬ	2,90	0,0
ЗИМА	2,89	0,0001
F (критерий Фишера)	1,5812	
P (значимость критерия Фишера)	0,2808	
F критическое (P=0,05)	5,1433	

Аналогичным образом в нижеследующих двух таблицах покажем результаты однофакторного дисперсионного анализа, произведенного для значений параметра S.

Таблица 4.6

Значения параметра S.

ЛЕТО	ОСЕНЬ	ЗИМА
76	49	40
87	69	41
71	58	32

Таблица 4.7

**Результаты оценки значимости влияния времени года на параметр S
методом однофакторного дисперсионного анализа**

Группы	Среднее	Дисперсия
ЛЕТО	78,00	67,00
ОСЕНЬ	58,67	100,33
ЗИМА	37,67	24,33
F (критерий Фишера)	19,11	
P (значимость критерия Фишера)	0,0025	
F критическое (P=0,05)	5,1433	

Приведенные результаты однофакторного анализа свидетельствуют об отсутствии заметного влияния времени года на значение параметра С. Действительно, значение критерия Фишера (F) существенно ниже критического значения для $P=0,05$ ($1,5812 < 5,1433$). Высокий показатель значимости критерия Фишера указывает на высокую вероятность нулевой гипотезы об отсутствии влияния времени года на этот параметр (вероятность – 0,28).

Необходимо заметить, что приведенные результаты были вполне ожидаемы, поскольку параметр С является ничем иным, как теплообменной характеристикой объекта, определяющей общую инерционность происходящих в нем теплообменных процессов. Значения этого параметра определяются массой объекта, теплообменными свойствами субстанций, его составляющих, и другими, не учитываемыми параметрами. Интенсивность солнечной радиации не влияет на значения этого параметра, что находится в соответствии с результатами приведенного выше статистического анализа в его отношении.

Что касается солнечного фактора (S), то в отношении этого параметра получены противоположные данные. Значение критерия Фишера (F) существенно выше критического значения для $P=0,05$ ($19,11 > 5,1433$). Чрезвычайно низкий показатель значимости критерия Фишера, несмотря на относительно малое количество исследований, практически исключает возможность

нулевой гипотезы об отсутствии влияния времени года на величину солнечного фактора (вероятность – 0,0025).

И этот результат, показывающий влияние сезона на значения солнечного фактора, можно было прогнозировать заранее, поскольку, как известно из теплофизики, основным фактором, определяющим сезонную динамику интенсивности инсоляции, является угол высоты солнцестояния [62, 94], а этот показатель в средних широтах, где производились исследования, существенно изменяется со сменой времен года.

Полученные соотношения средних величин для солнечного фактора (S) позволяют предложить понижающие коэффициенты по отношению к летнему времени года:

0,75 – для осеннего и весеннего сезонов;

0,5 – для зимнего сезона.

4.3. Оценка световоспринимающей способности поверхности объекта при моделировании температуры в условиях воздействия солнечной радиации.

Как известно, интенсивность теплопередачи путем прямой солнечной радиации зависит не только от параметров, характеризующих солнечное излучение, но и от световоспринимающей способности поверхности объекта, находящегося под лучами. Для обозначения данного свойства различных поверхностей в разных областях знаний используется понятие альбедо, обозначающее отношение отраженной лучистой солнечной энергии к энергии, поглощенной поверхностью объекта и выражается оно обычно в процентах или долях единицы [95, 193]. К настоящему исследованию имеет отношение, так называемое, интегральное (энергетическое) альбедо текстильных тканей предметов одежды, преимущественно для инфракрасной части солнечного спектра.

Основным фактором, определяющим альbedo текстильных материалов, является цвет ткани [12, 95]. Немаловажное значение при формировании световоспринимающей способности поверхности ткани имеет также ее фактура (свойства и характер плетения нитей и др.) [45].

В доступной литературе нам встретились лишь данные по значениям альbedo кожи и текстильных тканей для коротковолновой (ультрафиолетовой) части солнечного спектра [95]. Данные представлены в виде сводной таблицы значений альbedo кожи человека и различных образцов текстиля, полученные разными авторами (таблица 4.8).

Таблица 4.8

**Значение альbedo кожи человека и тканей одежды
для коротковолновой радиации по данным разных авторов**

Отражающая Поверхность	По Адольффу	По Мани и Мера	По Бютт- неру	По Ефимо- вой и Циценко
Кожа белая	0,45		0,40	
Кожа среднего блон- дина	0,43			
Кожа смуглого брю- нета	0,35		0,30	
Кожа темная (индеец)	0,22			
Кожа темная (негр)	0,16			
Ткань белая		0,75		
Ткань белая неотбе- ленная	0,56	0,61		
Ткань защитного цвета	0,30-0,40	0,35-0,40		0,51
Ткань синяя	0,33			0,21
Ткань голубая				0,34
Ткань серая				0,20
Ткань розовая				0,33
Ткань черная	0,07	0,14		

Обращает на себя существенный разброс полученных данных, что может быть обусловлено отличиями выбранных методик определения альbedo и

различиями в оттенках и фактуре выбранных материалов. Поэтому, вышеприведенные коэффициенты пригодны лишь для ориентировочной оценки световоспринимающих свойств текстиля различной окраски и не могут быть использованы при моделировании температурных процессов объектов, находящихся под солнцем и обернутых (одетых) в конкретные образцы текстильных тканей (конкретные предметы одежды).

Мы поставили задачу разработки методики, позволяющей учитывать световоспринимающие свойства поверхности объектов (трупов), находящихся под прямыми лучами солнца при моделировании процесса изменения температуры в глубоких отделах этих объектов.

Для исследования нами были отобраны образцы хлопчатобумажной ткани различных расцветок: черной, белой, зеленой, красной, желтой и синей. Цвет ткани объективизирован по шкале Г.Г. Автандилова [1]. Размеры образцов были таковы, что позволяли плотно обернуть в один слой ЗТО массой 22 кг размерами 54 x 42 x 25 см. С каждым из образцов тканей было произведено по 3 однотипных эксперимента. Все исследования с различными образцами тканей производились на одном и том же ЗТО при ясной безветренной погоде в летние месяцы (июнь-август).

Методика исследования не отличалась от методики, применявшейся при исследовании ЗТО с различной массой. Термоизмерения в глубине объектов производились как описано в п. 2.2. настоящей работы. Моделирование тепловых процессов и подбор значений теплообменной характеристики (C) и солнечного фактора (S) параметров осуществлялся, как описано выше в п. 3.3.

Выше уже было показано, что значения теплообменной характеристики (C), определенные на одном и том же объекте, не зависят от времени года и интенсивности солнечной радиации. В данном же случае, есть основания предполагать, что использование различных образцов текстиля: более плотных и толстых, менее плотных и тонких, должно влиять на теплообменные свойства всего объекта, а значит и на значение параметра (C). Однако, данное

влияние текстильной оболочки объекта связано не с альбедо поверхности ткани, и не с влиянием солнечной радиации, а с ее теплоизолирующими характеристиками. Поэтому изучение корреляций между характером (цветом) тканевой оболочки объекта и теплообменным параметром (С) явилось бы отклонением от основной цели исследования, и мы сочли это нецелесообразным.

Напротив, есть все основания полагать, что значения солнечного фактора (S) должно зависеть от альбедо поверхности ткани, а значит, и от ее цвета.

Полученные значения солнечного фактора для одного и того же ЗТО, обернутого в текстильную ткань (шесть образцов текстиля – по три эксперимента с каждым), приведены в таблице ниже.

Таблица 4.9

Значения параметра S, полученные в серии экспериментов с ЗТО обернутых текстильными тканями различных расцветок

ЧЕРНЫЙ	КРАСНЫЙ	ЖЕЛТЫЙ	ЗЕЛЕНый	СИНИЙ	БЕЛый
76	76	42	59	47	28
87	60	43	64	48	36
71	67	50	67	60	38

Результаты однофакторного дисперсионного анализа представленных значений параметра S для исследованных образцов показаны в таблице 4.10.

Таблица 4.10

Результаты оценки значимости влияния цвета ткани на параметр S методом однофакторного дисперсионного анализа

Группы	Среднее	Дисперсия
ЧЕРНЫЙ	78,00	67,00
КРАСНЫЙ	67,67	64,33
ЖЕЛТЫЙ	45,00	19,00
ЗЕЛЕНый	63,33	16,33
СИНИЙ	51,67	52,33
БЕЛый	34,00	28,00
F (критерий Фишера)	18,881	
P (значимость критерия Фишера)	2,59E-05	
F критическое (P=0,05)	3,106	

Результаты однофакторного дисперсионного анализа параметра S в группах с различными расцветками текстильных тканей поверхности ЗТО свидетельствуют о чрезвычайно высокой значимости влияния цвета ткани на солнечный фактор. Значение критерия Фишера (F) существенно выше критического значения для $P=0,05$ ($18,881 > 3,106$).

Таким образом, необходимость учета тепловоспринимающих свойств поверхности объектов, находящихся в условиях инсоляции, при моделировании тепловых процессов, не вызывает сомнений.

Произведенная серия экспериментов с использованием шести образцов текстиля не может охватить всей цветовой гаммы и возможных вариантов фактуры тканей. Поэтому для оценки оптических свойств текстиля нами разработана специальная методика исследования, предназначенная для исследования конкретных образцов текстильных тканей, использованных в экспериментах на ЗТО или трупах, в практической работе – для исследования ткани наружного слоя одежды, находившейся на трупе [32].

Методика базировалась на использовании офисного сканера марки Epson Perfection 2480 Photo. Под крышку сканера помещались расправленные образцы исследуемых текстильных тканей. Размеры образцов выбирались произвольно от 5х5 до 10х15 см. Далее производилось сканирование поверхностей исследуемых образцов при следующих установках программы – драйвера сканера:

- режим сканирования – профессиональный;
- тип изображения – цветной 24 бита;
- разрешение – 300 dpi;
- размер изображения – в пределах от 150х150 до 250х250 точек;
- выбрана опция «без коррекции цвета» во вкладке «цвет» конфигурации сканирования.

Сканированные изображения сохранялись в виде графических файлов в формате Bitmap (*.bmp).

Сохраненные в файлах изображения анализировались специально разработанной компьютерной программой, производящей количественную оценку яркости образцов, выраженную в процентах. Программа позволяет манипулятором «мышь» выделить в изображении участок прямоугольной формы произвольного размера. При этом изображение внутри этого прямоугольника автоматически переводится из цветного в режим градаций серого цвета, затем оценивается среднее значение яркости на отмеченном участке. Нулевой яркости соответствует абсолютно черный цвет, стопроцентной яркости – абсолютно белый цвет обработанного изображения.

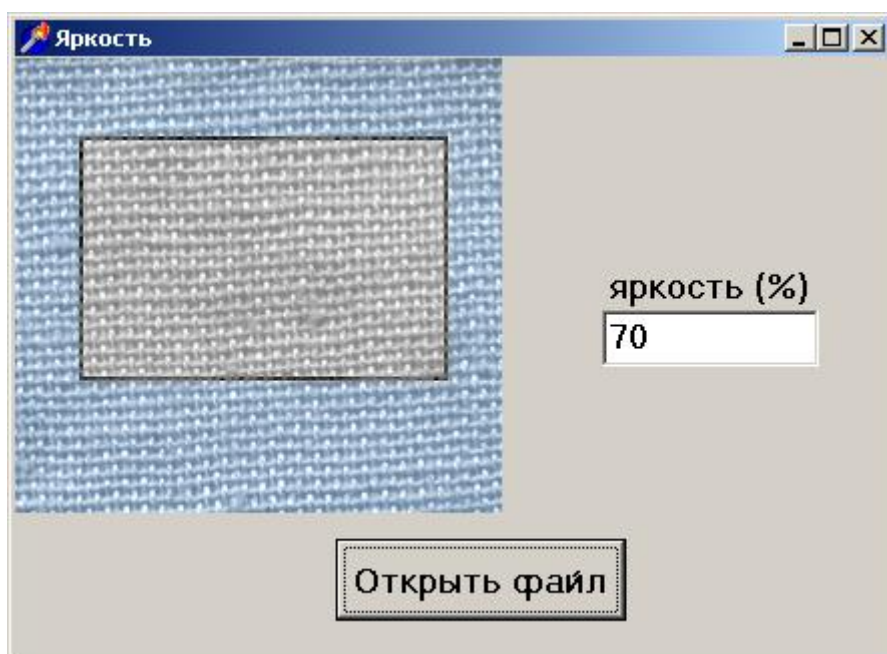


Рис. 4.3 Окно программы для количественной оценки яркости отсканированных образцов текстильных тканей

Листинг программы на языке программирования Object Pascal для интегрированной среды Delphi приведен в приложении.

Ниже в таблице приведены результаты исследования использованных в эксперименте образцов текстильных тканей различных расцветок по вышеописанной методике. Для каждого цвета получено значение яркости (W), которое сопоставлялось со значениями солнечного фактора (S), представленными в таблице 3.10 (по серии из трех определений для каждого из образцов).

Таблица 4.11

Результаты определения яркости образцов текстиля различных расцветок (W) и установленных для них в эксперименте значений солнечного фактора (S)

ЦВЕТА	W	S
ЧЕРНЫЙ	8	76
		87
		71
БЕЛЫЙ	90	28
		36
		38
СИНИЙ	70	47
		48
		60
ЖЕЛТЫЙ	73	42
		43
		50
ЗЕЛЕНый	28	59
		64
		67
КРАСНЫЙ	28	76
		60
		67

Наличие взаимосвязи между значением солнечного фактора и показателем яркости, определенным с помощью сканера, отчетливо просматривается на нижеприведенном графике рисунка 4.4.

Полученные данные подвергнуты статистической обработке. Выявлена тесная взаимосвязь между показателями солнечного фактора и яркости ткани.

Коэффициент корреляции Пирсона	0,924
Стандартная ошибка	6,337
Статистика Фишера (F)	93,061
Значимость F	4,519E-8

Полученные статистические показатели практически исключают нулевую гипотезу об отсутствии взаимосвязи между значениями S и W.

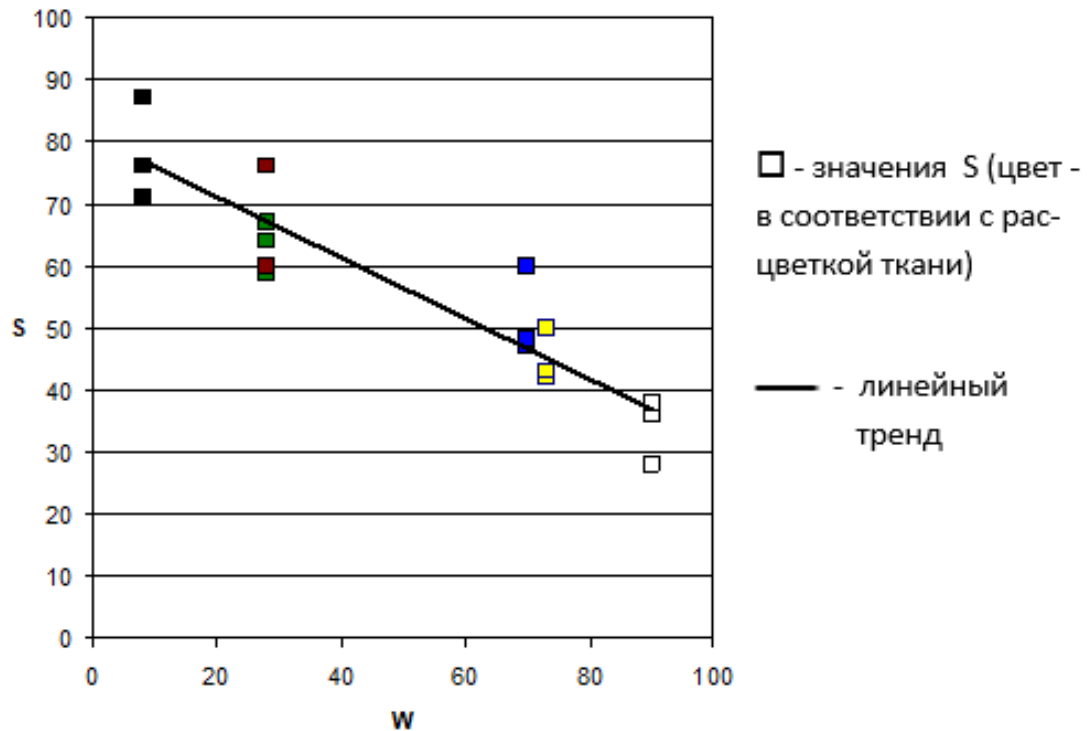


Рис. 4.4. Зависимость солнечного фактора (S) от уровня яркости ткани (W)

Для вышеприведенных данных рассчитаны параметры уравнения линейной регрессии вида $S = a + b \times W$.

В результате, получена следующая оценка уравнения линейной регрессии для зависимости указанных параметров:

$$S = 80,7 - 0,487 \times W \quad (4.1)$$

Необходимо отметить, что результаты проведенных экспериментов свидетельствуют лишь о наличии линейной зависимости между рассматриваемыми показателями: солнечного фактора, являющегося параметром математической модели, отражающим влияние солнечной радиации, и яркости ткани, полученной по оригинальной методике с использованием сканера. Конкретные же значения коэффициентов линейной регрессии ($a = 80,7$, $b = 0,487$), несомненно, являются присущими конкретному объекту, использованному в эксперименте – ЗТО массой 22 кг. Несомненно, что при обработке результатов экспериментов на других объектах (ЗТО другой массы, трупы людей) были бы

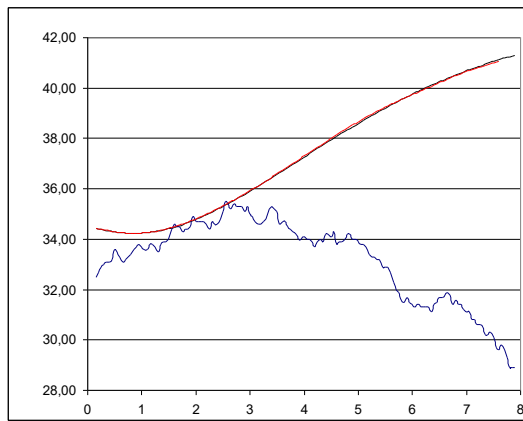
получены иные значения коэффициентов рассматриваемой линейной зависимости. Поэтому, было бы неправильно непосредственно использовать количественные характеристики указанной зависимости в практической деятельности для моделирования температуры трупов. Однако, выявленные закономерности использованы нами для проверки теоретических положений исследования при обработке температурных кривых, полученных путем измерения температуры в глубоких отделах реальных трупов людей, что показано ниже в следующем параграфе.

4.4. Оценка результатов моделирования температуры при действии солнечной радиации в условиях исследований, произведенных на трупах.

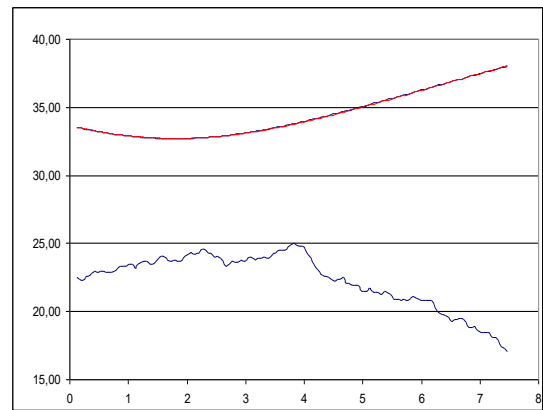
Были исследованы температурные процессы, происходящие в глубоких отделах 9-ти трупов, находившихся на открытой местности под воздействием прямой солнечной радиации при отсутствии или незначительном движении воздуха (ветре). По результатам каждого из исследований были построены по два графика, один из которых отражал процесс изменения температуры в глубоких отделах трупа, другой – результаты математического моделирования и подбора параметров C и S , также, как это было показано для искусственных объектов (ЗТО) выше в п.3.3 настоящей главы. В отличие от ЗТО, адекватное моделирование участков температурных кривых на трупах потребовало дополнительного подбора первоначального послойного распределения температур в трупе. Последнее формируется под влиянием предшествовавшей исследованию истории пребывания трупа при той или иной температуре окружающего воздуха, то есть, колебаниями температуры окружающей среды, контактами трупа и различных поверхностей, особенно при его перемещениях и переворачиваниях.

Критерием правильного подбора параметров C и S , и послойного распределения температур также являлось максимально полное совпадение реально измеренной и расчетной температурных кривых.

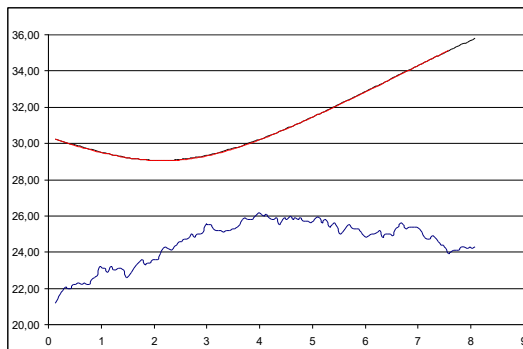
Графический подбор параметров показан ниже на рисунке 4.5.



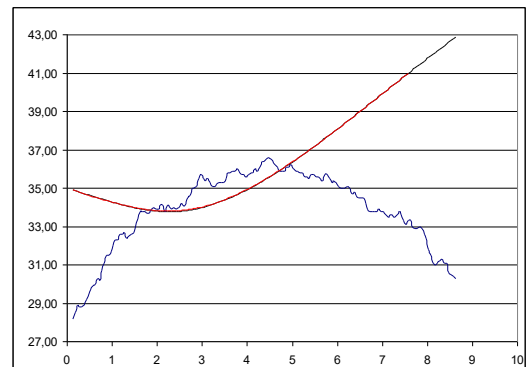
Труп № 1



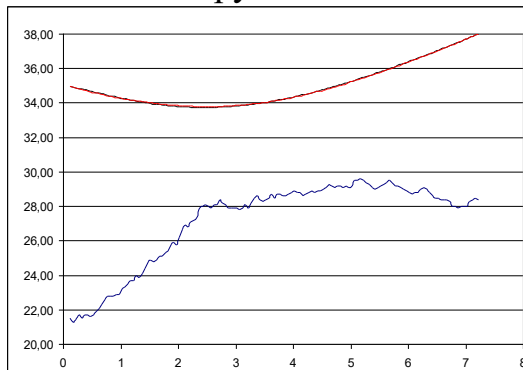
Труп № 2



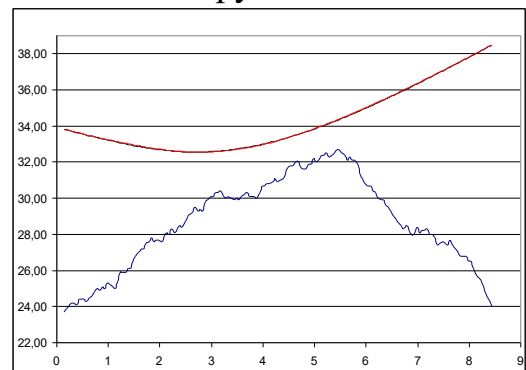
Труп № 3



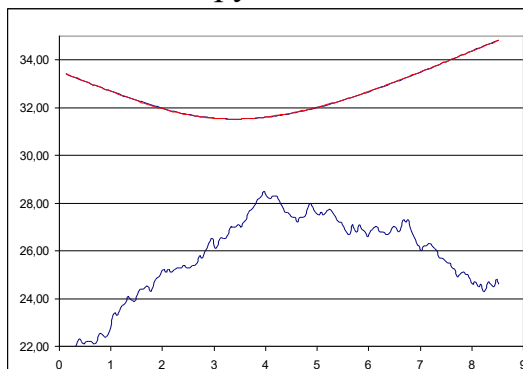
Труп № 4



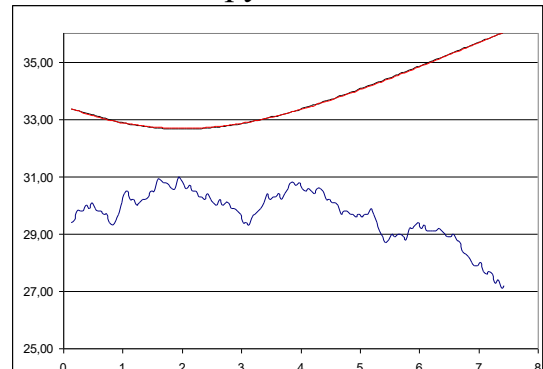
Труп № 5



Труп № 6



Труп № 7



Труп № 8

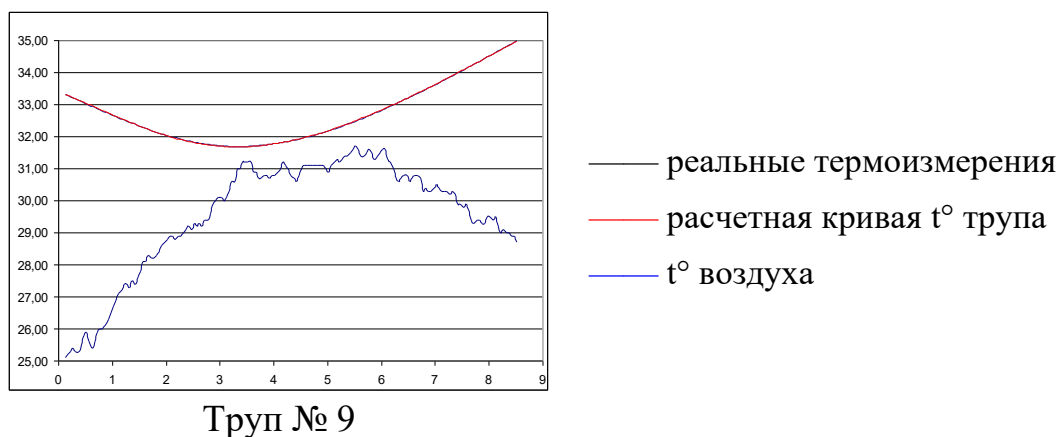


Рис. 4.5. Графический подбор параметров, обеспечивающих максимальное совпадение реальной и расчетной температурной кривых

В таблице 4.12 представлены числовые значения теплообменной характеристики (C) и солнечного фактора (S) для девяти исследованных трупов.

Таблица 4.12

**Результаты подбора параметров C и S
по данным исследований на трупах людей**

№ п/п	Пол	Масса, кг	Цвет ткани	Параметры	
				C	S
1.	Жен.	50	Черный	3,4	96
2.	Жен.	66	Черный	2,8	101
3.	Муж.	58	Черный	3,1	103
4.	Муж.	62	Черный	2,7	110
5.	Муж.	74	Черный	2,4	97
6.	Муж.	83	Черный	2,4	96
7.	Муж.	66	Белый	2,7	64
8.	Муж.	70	Белый	2,5	59
9.	Муж.	77	Белый	2,3	59

При обработке данных, полученных на трупах, для восполнения вынужденно малого числа наблюдений были использованы аналогичные зависимости, полученные при исследовании ЗТО.

Исследование зависимости теплообменной характеристики (C) было произведено исключительно графическим методом, результат которого показан на рисунке 4.6.

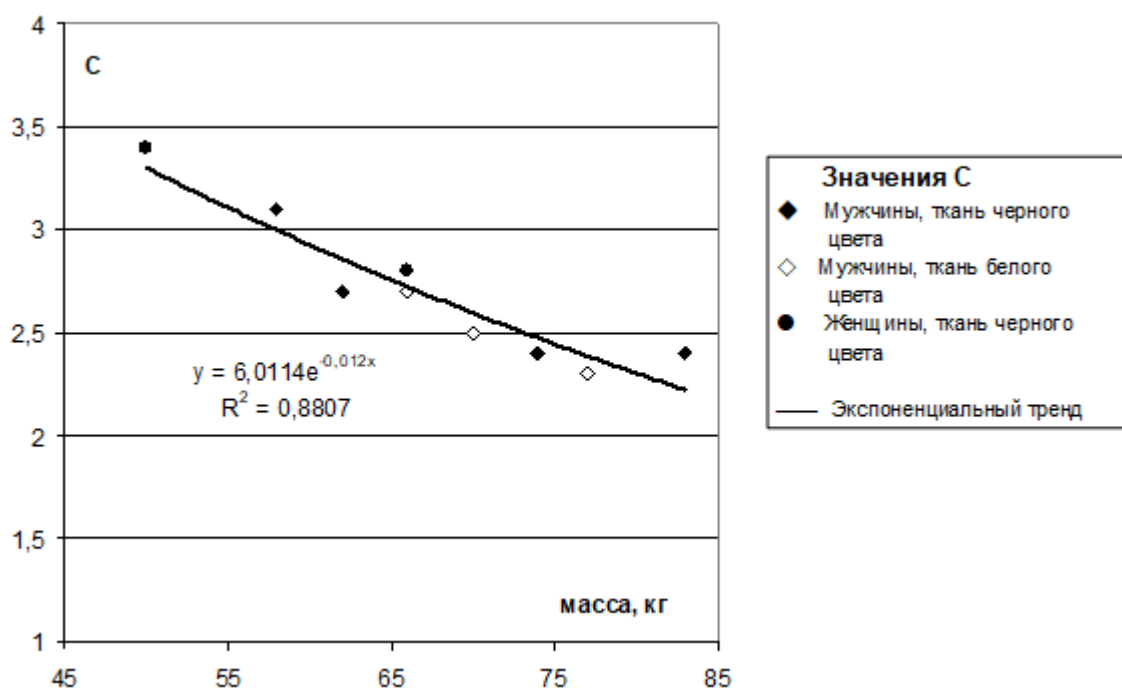


Рис. 4.6. Исследование зависимости теплообменной характеристики (C) от массы трупa и других факторов

Из приведенного графика видно, что существует тесная взаимосвязь между теплообменным параметром (C) и массой трупa. Экспоненциальная форма взаимосвязи между этими параметрами выбрана по результатам аналогичного исследования на ЗТО. Коэффициент корреляции Пирсона составил 0,9385 ($\sqrt{0,8807}$). Таким образом, при исследовании трупов отмечен несколько более существенный разброс данных, чем при аналогичном исследовании на ЗТО (коэффициент корреляции – 0,9924). Данное обстоятельство, очевидно, объясняется отсутствием такой же жесткой повторяемости соотношения формы, размеров, теплофизических параметров тканей исследованных трупов, как это достигалось в эксперименте на ЗТО, в том числе, путем использования одних и тех же объектов в разных исследованиях. К тому же, меньшему разбросу данных на ЗТО способствовал более широкий диапазон объектов по их массе – от 5,5 до 22 кг, то есть, в четыре раза, в то время как самый тяжелый труп превышал самый легкий по массе всего в 1,7 раза.

Приведенные графические данные, позволяют с большой долей вероятности полагать, что такие факторы, как цвет ткани, покрывающей труп, а

также пол трупа не оказывают существенного влияния на определяемые массой значения теплообменного параметра (С). Однако, для более детальной статистической проработки этой гипотезы об отсутствии влияния цвета поверхности и пола трупа на параметр (С) приведенного количества исследований явно недостаточно.

Основной задачей настоящего этапа исследования является установление значений солнечного фактора (S) и подтверждение тех зависимостей этого параметра, которые были выявлены в экспериментах на ЗТО.

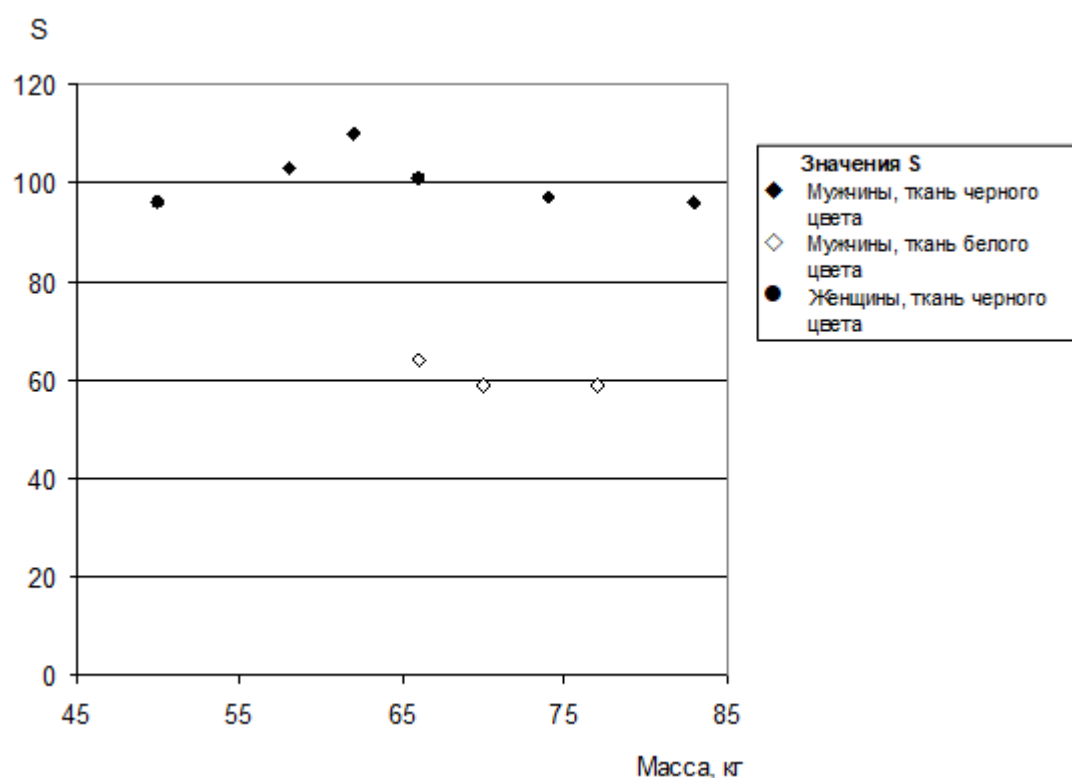


Рис. 4.7. Исследование зависимости солнечного фактора (S) от массы трупа, цвета ткани и пола

Оценка представленной на рисунке 4.7 графической информации, несмотря на ограниченное количество наблюдений, позволяет сделать ряд заключений:

- о существенном влиянии на значение солнечного фактора (S) цвета текстильной ткани, покрывающей труп;
- об отсутствии существенного влияния на солнечный фактор (S) таких факторов, как пол и масса трупа.

Статистический анализ (таблица 4.13) двух групп исследований (для черного и белого цвета ткани) подтверждает выявленные визуально различия.

Таблица 4.13.

Цвет	Кол-во исследований	Оценка среднего значения S	Дисперсия
Черный	6	100,5	29,9
Белый	3	60,7	8,3
Критерий Фишера (F)	133,7 (критическое значение ($p=0,05$) – 5,59)		
Вероятность нулевой гипотезы об отсутствии различий		8,16E-06	

Неожиданным результатом статистической обработки стала невозможность подтвердить взаимосвязь между значениями солнечного фактора (S) и массой трупа, так как в экспериментах на ЗТО наличие такой связи было установлено с высокой определенностью.

Отсутствие связи между указанными параметрами перепроверено путем статистических расчетов по результатам шести исследований на трупах, покрытых текстилем черного цвета. Получены низкий коэффициент корреляции (0,2823) и низкие показатели значимости критерия Фишера (0,59), исключающие гипотезу о наличии взаимосвязи между этими показателями.

Такое противоречие между результатами, полученными на стандартных объектах различной массы (ЗТО) и на трупах людей, по-видимому, объясняется существенно меньшим диапазоном варьирования массы трупов по сравнению с экспериментами на ЗТО, а также, возможно, относительно небольшим количеством наблюдений, произведенных на трупах.

Исходя из результатов, полученных при глубокой термометрии трупов, находившихся под прямыми солнечными лучами, можно сделать вывод о допустимости использования средних значений солнечного фактора (S), независимо от массы трупа, но дифференцированно, в зависимости от цвета и фактуры текстильного материала (одежды), находящегося на поверхности тела.

В наших исследованиях на поверхности мертвых тел использовалась хлопчатобумажная ткань черного и белого цветов. Оценки средних значений солнечного фактора составили, соответственно, для черного цвета – $100,5 \pm 5,7$ ($p=0,05$), для белого цвета – $60,7 \pm 7,2$ ($p=0,05$).

По вышеуказанным причинам технического характера, мы не производили эксперименты на трупах, покрытых текстильными тканями других расцветок, так, как это было сделано в экспериментах на искусственных объектах (ЗТО). Тем не менее, следует обратить внимание на два момента. Во-первых, при анализе результатов глубокой термометрии искусственных объектов (ЗТО), покрытых текстильными тканями различных расцветок, установлено наличие линейной зависимости между показателями солнечного фактора (S) и яркости (W), определенной посредством настольного сканера. Во-вторых, при анализе результатов термометрии глубоких отделов трупов зафиксировано существенное и достоверное различие между значениями солнечного фактора (S) в двух группах: для текстильной ткани черного цвета и белого цвета.

Таким образом, есть все основания считать правомерным использование при математическом моделировании температуры глубоких отделов трупов аналогичной полученной в экспериментах на ЗТО линейной зависимости между параметрами S и W . Естественно, что коэффициенты этой зависимости отличаются от таковых, определенных для ЗТО.

Полученные по результатам исследований на трупах средние значения S , а также значения W (см. таблицу 4.11) для крайних точек: черной и белой текстильных тканей – позволяют рассчитать коэффициенты a и b линейной зависимости вида $S = a + b \cdot W$.

Использованные значения приведены в нижеследующей таблице.

Таблица 4.14

Цвет ткани	S	W
Черный	100,5	8
Белый	60,7	90

По приведенным данным получена следующая линейная зависимость:

$$S = 104,4 - 0,485 \cdot W \quad (4.2)$$

Использование указанной формулы линейной зависимости совместно с методикой оценки световоспринимающих свойств текстильной ткани посредством сканера, по нашему мнению, является единственно приемлемым и доступным для практического использования вариантом учета влияния свойств поверхности при математическом моделировании температуры глубоких отделов трупа в условиях воздействия на него прямой солнечной радиации.

4.5. Анализ погрешности диагностики ДНС методом математического моделирования с учетом наличия прямой солнечной радиации.

В практической работе судебно-медицинских экспертов при построении математических моделей процесса изменения температуры трупов в целях диагностики ДНС неизбежно возникают отклонения результатов моделирования от температурных процессов, реально протекавших в трупах, что, в конечном итоге, приводит к некоторым ошибкам диагностики. Источники этих отклонений разнообразны. Это и разброс начальных значений температуры тела на момент смерти [127, 166, 185], и неучтенное перераспределение тепла между трупом и его ложем, и отклонения моделируемых параметров внешней среды от имевших место в реальном микроклимате конкретного места происшествия. Помимо температуры окружающего воздуха для открытой местности к этим параметрам следует относить скорость движения воздуха (ветра), наличие или отсутствие солнечной радиации, влажность и наличие осадков.

Статистическая проработка всего комплекса факторов, обуславливающих отклонения результатов диагностики ДНС, по нашему убеждению, является проблемой, заслуживающей отдельного комплексного исследования. В настоящей работе мы ограничились лишь анализом той составляющей общей ошибки диагностики, которая обусловлена именно моделированием воздействия на труп солнечной радиации в условиях отсутствия движения воздуха.

Как было показано выше, при моделировании интенсивность влияния солнечной радиации на труп задается значением одного из параметров модели – солнечного фактора (S). Для того чтобы оценить возможные значения ошибки диагностики ДНС, обусловленной использованием усредненных значений S , вместо значений, обеспечивающих максимально точное совпадение модели и реальной температурной кривой практически без погрешности, произведено графическое установление значений ошибки для каждого отдельного случая, представляемое на рисунке 4.8.

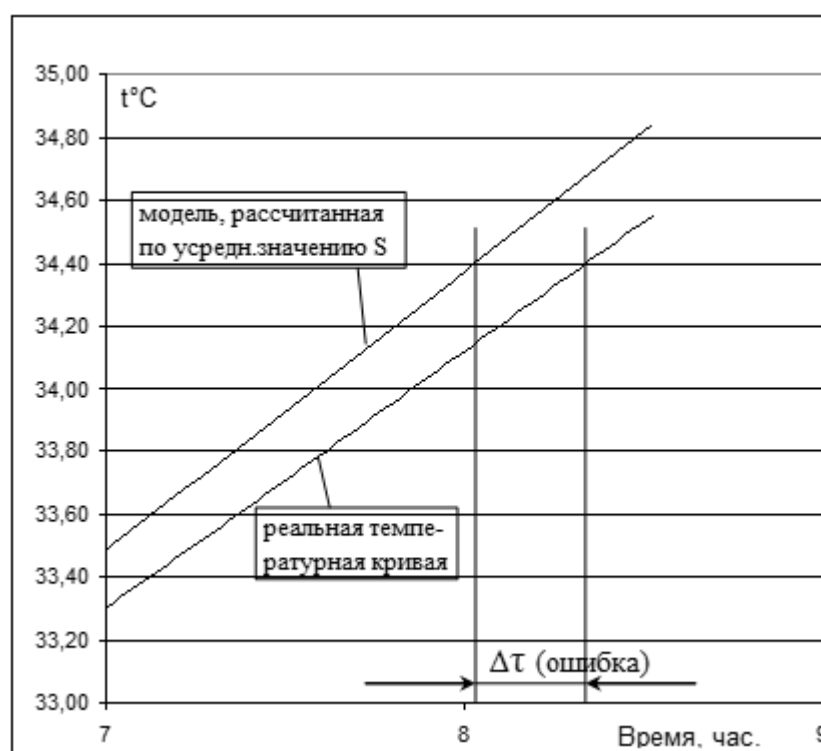


Рис. 4.8. Определение значения отклонения по времени модели процесса изменения температуры от реальной температурной кривой для конкретного случая

Полученные таким образом значения отклонений по времени моделей от реальных температурных кривых ($\Delta \tau$) соответствуют той порции общей ошибки диагностики давности смерти, которая обусловлена именно погрешностью предлагаемого метода учета влияния солнечной радиации за весь период инсоляции, продолжительность которого в наших исследованиях на трупах составляла от 6,4 до 8,5 часов.

Значения полученных отклонений расчетной и реальной кривых приведены в нижеследующей таблице.

Таблица 4.15

**Величина отклонения (ошибки) определения давности смерти
термометрическим методом в условиях инсоляции**

№ п/п	Цвет ткани	$\Delta \tau$, час.
1.	Черный	+0,10
2.	Черный	-0,06
3.	Черный	-0,15
4.	Черный	-0,35
5.	Черный	+0,15
6.	Черный	+0,20
7.	Белый	-0,35
8.	Белый	+0,05
9.	Белый	+0,10

И визуальная оценка значений ошибки, полученных для черного и белого цветов, а также статистическая обработка полученных данных методом однофакторного дисперсионного анализа указывают на то, что, приведенные значения ошибки, независимо от цвета текстильной ткани, принадлежат одной генеральной совокупности ($p = 0,77$). Следовательно, является правомерным определение элементов описательной статистики для всей совокупности значений без учета цвета ткани. В итоге, получена оценка среднего значения ошибки, достаточно близкая к нулю ($-0,034 \pm 0,160$ при $p = 0,05$), что свидетельствует о симметричности данных по отношению к нулевой отметке. С практической же точки зрения нас интересует, не среднее значение ошибки, а ее возможные максимальные значения. С учетом значения стандартного отклонения выборки ($\sigma = 0,21$), есть основания считать, что за пределами диапазона $\pm 0,42$ часа (± 25 минут) возможны погрешности не более чем в 5% случаев.

В качестве примера приведём данные реальных измерений температуры на трупе гражданки Е., который находился на открытом для солнечных лучей месте. Труп был одет в хлопчатобумажный халат черного цвета, другой

одежды не было. Воздействие солнечной радиации продолжалось на протяжении полутора часов, а измерения температуры проводились в течение четырех часов. Методика измерений описана выше. После измерений, проводили моделирование методом конечных математических разностей с корректировкой на влияние солнечной радиации. Наилучшего соответствия модели данным реальных термоизмерений удалось достичь при значениях теплообменных параметров (k) и параметра S , равных 3.2 и 103, соответственно. Результаты графического сопоставления математической модели и реальной кривой температуры в глубоких отделах трупa представлены на графике.

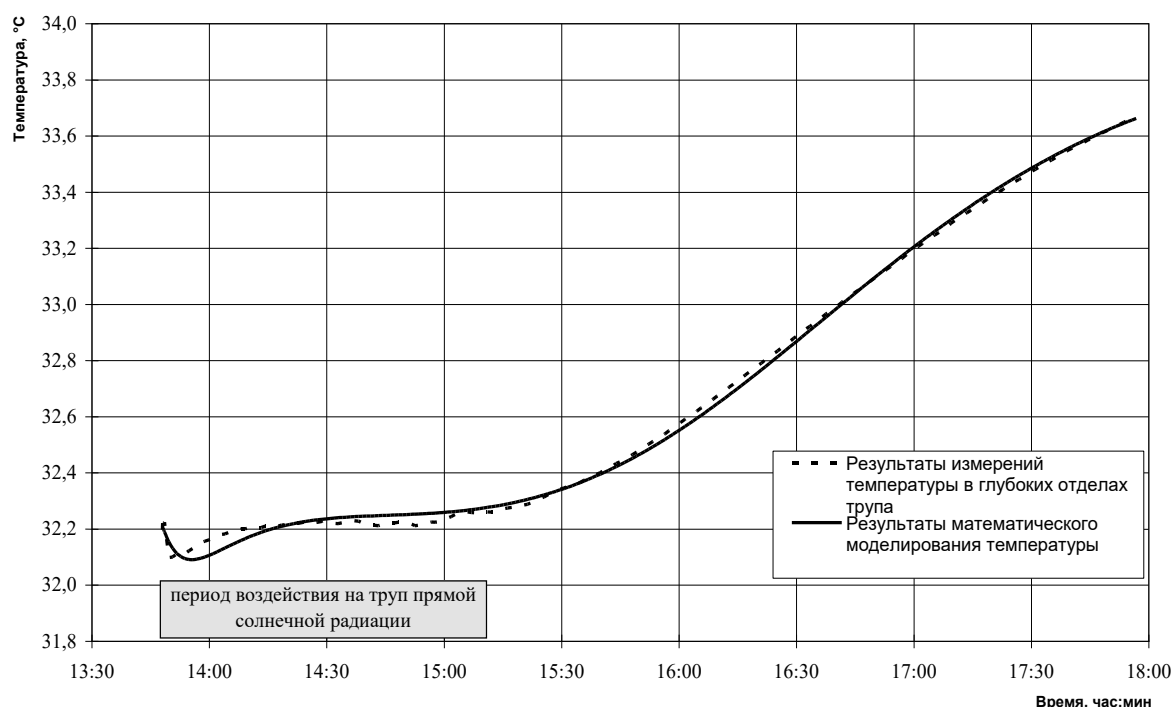


Рис.3. Результаты моделирования температуры в глубоких отделах трупa гр-ки Е., находившейся под воздействием прямой солнечной радиации ($t_{\text{возд. в тени}} 29^{\circ}\text{C}$)

Из приведенного графика видно, что предложенная методика математического моделирования процесса изменения температуры трупa в условиях воздействия солнечной радиации по точности описания процесса вполне приемлема для использования и на реальных трупax.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненная в рамках настоящего диссертационного исследования работа впервые позволила осуществлять моделирование температурных процессов, происходящих в трупе, с учетом влияния на него инсоляции.

Предложена специальная модификация [30, 31] конечно-разностной (послойной) математической модели [187], описывающая процесс изменения температуры трупа при воздействии на него прямой солнечной радиации. Указанный вариант модели представлен в виде системы уравнений следующего вида:

$$\begin{cases} \Delta t_1 = C \times (t_2 - t_1) \times \Delta \tau \\ \Delta t_n = C \times (t_{n-1} + t_{n+1} - 2 \times t_n) \times \Delta \tau \\ \Delta t_{10} = C \times (t_9 + t_{\text{возд.}} - 2 \times t_{10}) \times \Delta \tau + S \times \Delta \tau \end{cases} \quad (5.1)$$

где t_1-t_{10} – расчетные значения температур в узлах модели на момент начала интервала времени $\Delta \tau$;

$\Delta t_1-\Delta t_{10}$ – изменение температур в узлах модели за период времени $\Delta \tau$ (повышение температуры принимается за положительное изменение, снижение температуры – за отрицательное изменение);

n – номера узлов (с 2-го по 9-й);

под индексами (1...10, n) обозначены номера узлов модели;

$t_{\text{возд.}}$ – температура воздуха;

S – солнечный фактор;

C – коэффициент, отражающий теплообменные параметры трупа;

$\Delta \tau$ – продолжительность одного шага моделирования (0,01 часа).

В отличие от своей предшественницы, в данной модификации модели предусмотрен специальный параметр, именованный нами как «солнечный фактор» (S), значение которого определяет интенсивность моделируемого воздействия солнечного излучения.

Основная исследовательская часть диссертационной работы была направлена на разработку способа установления значений этого фактора в контролируемых условиях эксперимента, а также условиях практической работы в зависимости от ряда параметров, характеризующих труп как открытую термодинамическую и световоспринимающую систему.

Суть способа состоит в том, что расчетные температурные кривые (результаты моделирования) сопоставлялись с результатами реальных термоизмерений. При этом подбирались такие параметры модели, при которых достигались наилучшие результаты аппроксимации экспериментальных данных математическим описанием процесса, то есть, наблюдалось наименьшее возможное значение среднеквадратичного отклонения математической модели от экспериментальных данных.

В качестве образцов для сопоставления были использованы результаты термоизмерений, произведенных в глубоких отделах ЗТО, находившихся в течение примерно одних суток на открытой местности, в том числе, в течение нескольких часов, под прямыми лучами солнца.

Для выполнения расчетов и подбора параметров указанной математической модели отработана методика использования табличного процессора «Calc» из пакета «Open Office» (свободно распространяемый аналог коммерческого продукта Microsoft® Excel).

Изменяя значения теплообменного параметра (C) и солнечного фактора (S), мы добивались наилучшего совпадения расчетной и реальной температурных кривых по всей протяженности процесса.

Рисунок 5.1 демонстрирует три шага подбора вышеуказанных параметров, в том числе единственно возможный вариант их сочетания ($C=3,5$; $S=87$), обеспечивающий наилучшее соответствие вышеуказанных кривых.

В серии экспериментальных наблюдений за температурными процессами, происходящими в искусственных объектах (ЗТО) установлены факторы, оказывающие влияние на значение солнечного фактора (S), соответствующего

интенсивности воздействия прямого солнечного излучения в разработанной нами модели (система уравнений 5.1.).

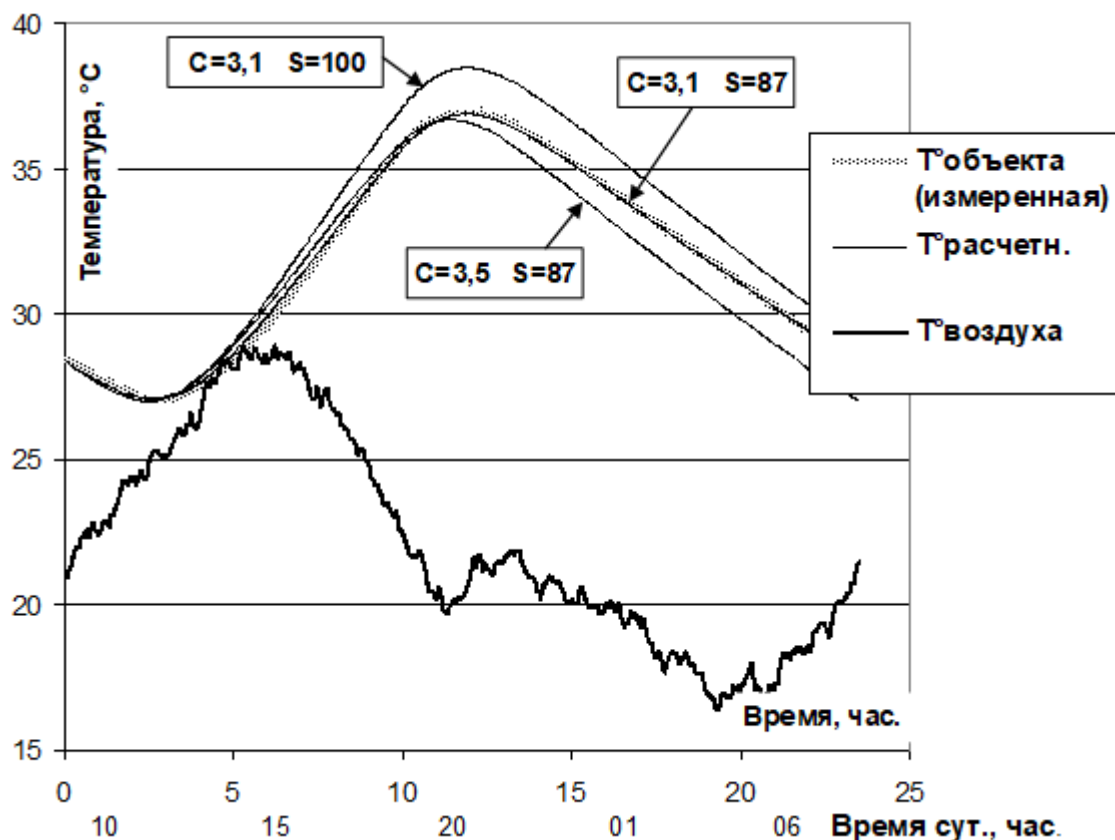


Рис. 5.1. График, демонстрирующий подбор параметров C и S . Искомое сочетание значений этих параметров обеспечивает совпадение расчетной и реальной температурной кривых на всем протяжении

Таковыми факторами, по результатам наших исследований, являются:

- масса объекта;
- время года;
- цвет текстильной ткани (одежды), покрывающей объект.

Выявлен ряд закономерностей, описывающих взаимосвязь между указанными факторами и значениями параметра S .

Во-первых, в экспериментах на ЗТО достоверно установлено наличие линейной зависимости между массой объекта (m) и значением параметра S .

Данная серия экспериментов производилась в летний период на ЗТО различной массы, покрытых хлопчатобумажной тканью черного цвета. Полученные результаты представлены графически на рисунке 5.2.

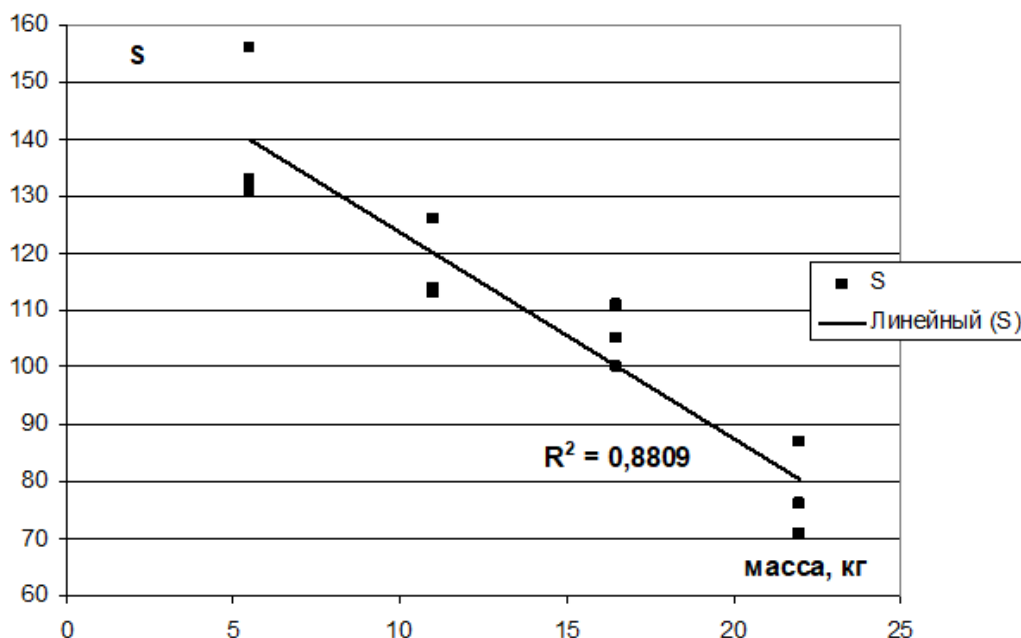


Рис.5.2. Линейная зависимость значений солнечного фактора (S) от массы ЗТО

Статистическая обработка показанных результатов указывает на наличие тесной взаимосвязи между параметром S и массой объекта (коэффициент корреляции Пирсона (r) равен 0,9386). Указанная зависимость для исследованных объектов может быть описана уравнением линейной регрессии следующего вида:

$$S = -3,606 \times m + 159,8 \quad (5.2)$$

На следующем этапе исследований при проверке полученных данных путем глубокой термометрии трупов людей, нам не удалось подтвердить наличие взаимосвязи между значениями солнечного фактора (S) и массой трупа.

Отсутствие связи между указанными параметрами перепроверено путем статистических расчетов по результатам шести исследований на трупах, покрытых текстилем черного цвета. Получены низкий коэффициент корреляции

(0,2823) и низкие показатели значимости критерия Фишера (0,59), исключаяющие гипотезу о наличии взаимосвязи между этими показателями. Такое противоречие между результатами, полученными на стандартных объектах различной массы (ЗТО) и на трупах людей, по-видимому, объясняется существенно меньшим диапазоном варьирования массы трупов по сравнению с экспериментами на ЗТО, а также, вероятно, относительно небольшим количеством наблюдений, произведенных на трупах.

Отсутствие заметной взаимосвязи между массой трупа и значением солнечного фактора (S) позволяет рекомендовать к использованию средних значений S , независимо от массы, по крайней мере, для трупов взрослых людей. Так, например, для летнего периода и для трупов людей, обернутых в хлопчатобумажную ткань черного цвета, такое среднее значение оказалось равным 100,5, а для трупов, обернутых в хлопчатобумажную ткань белого цвета, – 60,7.

Влияние времени года на значение солнечного фактора (S) производилось на одном и том же ЗТО массой 22 кг, покрытом черной хлопчатобумажной тканью. Исследования производились в зимний, летний и осенний периоды. При этом мы посчитали возможным не производить исследования в весенний период, поскольку основным фактором, определяющим сезонную динамику интенсивности инсоляции, является угол высоты солнцестояния, а этот показатель для весеннего и осеннего периодов является идентичным.

Установлены статистически достоверные различия между значениями солнечного фактора (S) для летнего, осеннего и зимнего периодов года. Оценки средних величин S для каждого из сезонов составили:

- для летнего периода 78,0;
- для осеннего периода 58,67;
- для зимнего периода 37,67.

Очевидно, что приведенные абсолютные значения S подходят лишь для моделирования тепловых процессов в конкретном исследованном объекте

(ЗТО массой 22 кг, обернутом в черную ткань) и не могут использоваться для моделирования температуры трупов. Однако, полученные данные позволяют рассчитать понижающие коэффициенты значений солнечного фактора для весенне-осеннего и зимнего периодов года по отношению к максимальным значениям, устанавливаемым для летнего сезона. С некоторым округлением, для практического применения могут быть предложены следующие значения сезонных коэффициентов (K_s):

- для осеннего периода 75%, или 0,75 ($\approx 58,67 / 78,0$);
- для зимнего периода 50%, или 0,5 ($\approx 37,67 / 78,0$).

Методом однофакторного дисперсионного анализа произведена статистическая обработка значений солнечного фактора (S), полученных при изучении результатов исследований, произведенных на ЗТО одной массы (22 кг) в летний период года, но обернутых в текстильную ткань разных цветов (черного, красного, желтого, зеленого, синего, белого). При этом выявлено наличие высокой значимости световоспринимающих свойств использованных образцов текстиля, прежде всего, цвета ткани, в формировании значения этого параметра.

Полученные оценки средних значений S для каждого из цветов варьировали в пределах между 34 – для белой текстильной ткани и 78 – для черной ткани. При этом субъективно более темные цвета образцов ткани соответствовали более высоким значениям S .

Наличие статистически значимых различий подтверждено и в экспериментах на трупах. Ниже представлен график (Рис. 5.3), демонстрирующий различие значений S для трупов, покрытых тканью черного и белого цветов.

Для объективной оценки влияния световоспринимающих свойств образцов текстиля на значение солнечного фактора (S) в конкретном практическом случае нами специально разработана методика, основанная на использовании офисного сканера [32]. Методика состоит из двух этапов. На первом этапе производится сканирование образца текстиля и сохранение изображения образца

текстиля в файле графического формата Bitmap (*.bmp). На втором этапе сохраненное в файле изображение анализируется специально разработанной компьютерной программой, производящей количественную оценку яркости образцов, выраженную в процентах, для которой нами введено обозначение «W». Абсолютно черному цвету соответствует значение W, равное 0, абсолютно белому цвету – значение, равное 100%.

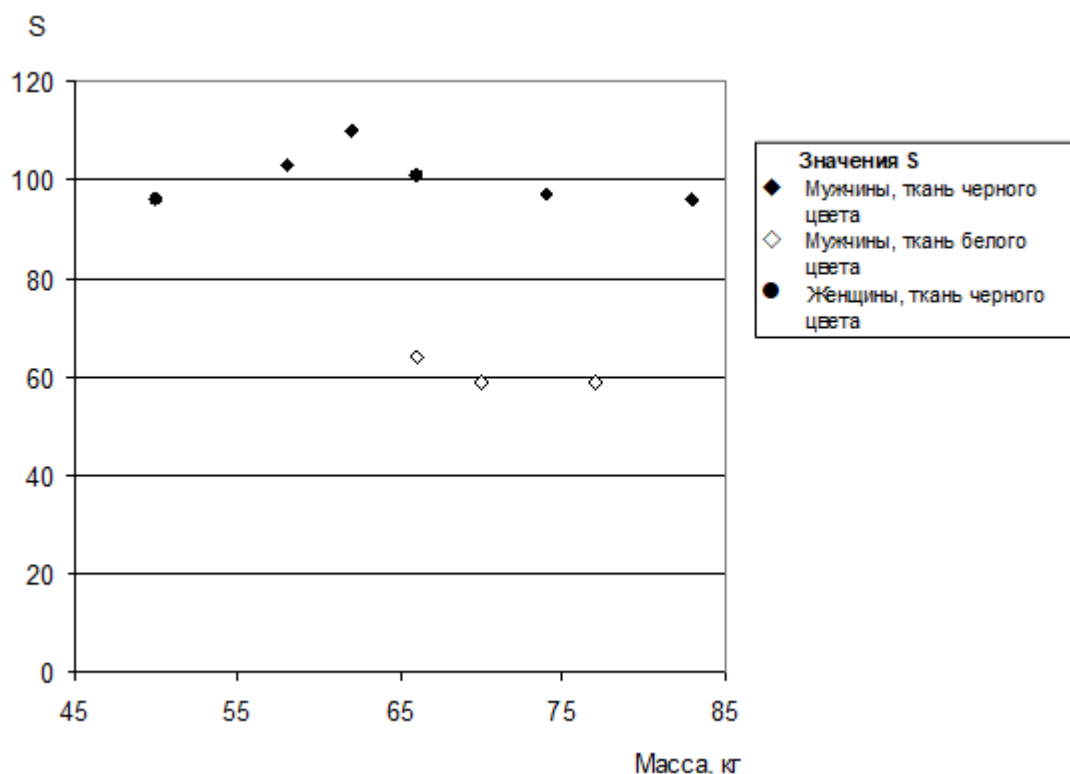


Рис. 5.3. Различия значений солнечного фактора (S) при различных цветах текстильной ткани, покрывающей труп

Установлено наличие статистически значимой линейной зависимости между параметром S и уровнем яркости образца текстиля (W), что графически показано на рисунке 5.4.

В результате статистической обработки данных получено следующее уравнение линейной регрессии:

$$S = 80,7 - 0,487 \times W \quad (5.3)$$

при высоком уровне коэффициента корреляции (0,924).

Таким образом, не претендуя на применимость абсолютных значений коэффициентов линейной регрессии, мы показали принципиальную возможность использования указанной методики оценки световоспринимающих свойств текстиля с помощью сканера для оценки солнечного фактора.

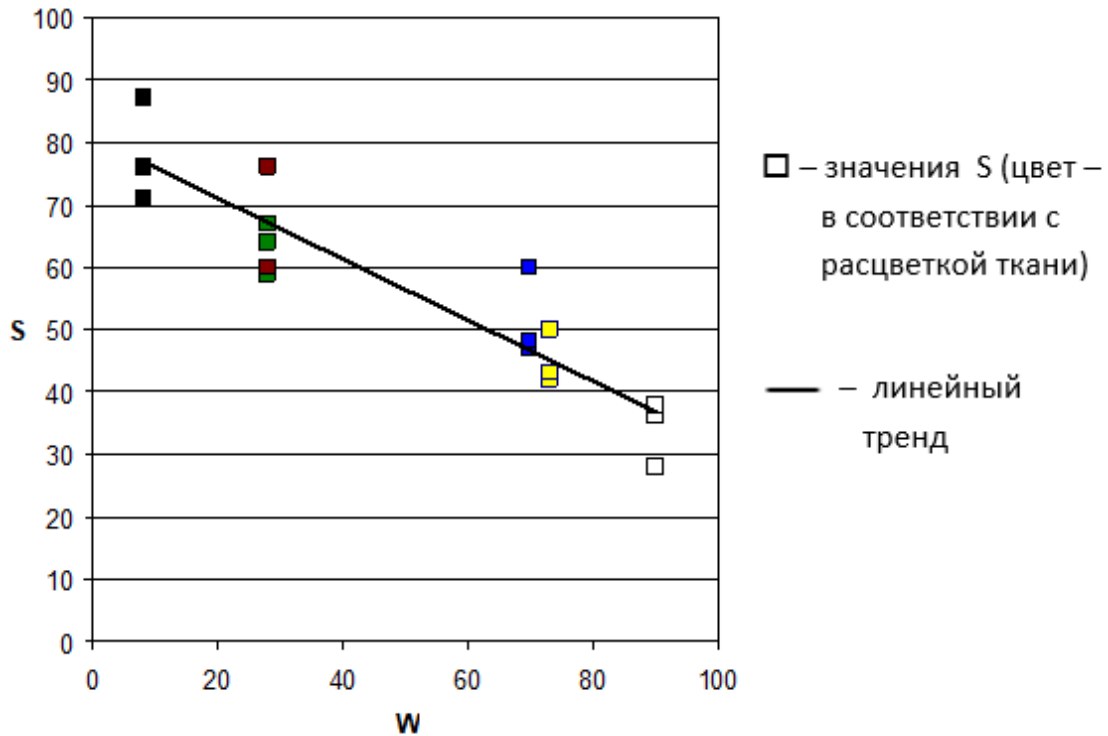


Рис. 5.4. Зависимость солнечного фактора (S) от уровня яркости ткани (W)

Методика проверена и в исследованиях на трупах в летний период с использованием двух образцов текстильной ткани – черного и белого цветов. Полученные средние значения солнечного фактора для этих цветов текстиля (соответственно, 100,5 и 60,7) позволяют рассчитать коэффициенты линейной регрессии зависимости солнечного фактора (S) от уровня яркости (W) для трупа (в летний период года):

$$S = 104,4 - 0,485 \times W \quad (5.4)$$

Именно это выражение (с использованием сезонных понижающих коэффициентов) можно рекомендовать для использования при определении значений параметра S для практического моделирования температурных процессов в целях диагностики ДНС.

При сопоставлении уравнений линейной регрессии, отражающих зависимость между параметрами S и W для трупов (уравнение 5.4) и для ЗТО (уравнение 5.3) обращает на себя внимание существенное различие между значениями так называемых Y -пересечений (80,7 – для ЗТО, и 104,4 – для трупов), которые, по своей физической природе зависят от теплофизических свойств исследуемого объекта. Напротив, значения коэффициентов регрессии, для обоих типов объектов оказались чрезвычайно близки (0,487 и 0,485), что, на наш взгляд, отражает физическую сущность этого параметра, а именно, саму способность поверхности объекта отражать поступающую на неё энергию солнечного излучения, а эти свойства текстиля, образующего поверхность не зависят от теплообменных свойств самого объекта.

Исследована та составляющая общей погрешности математической модели, которая может быть обусловлена использованием усредненных значений солнечного фактора (S), отражающего интенсивность воздействия на труп прямой солнечной радиации. Статистическая обработка результатов математического моделирования и термоизмерений, полученных на девяти трупах, позволяет оценить возможную ошибку, накапливаемую за 6,4-8,5 часов наблюдений, – $\pm 0,42$ часа (± 25 минут) при $p=0,05$. В процентном отношении указанная величина погрешности составляет 5,6% от продолжительности инсоляции.

Таким образом, в настоящей работе показана принципиальная возможность и отработана методика, позволяющая учитывать при математическом моделировании влияние солнечной радиации, что является неременным условием для корректной диагностики давности смерти в тех случаях, когда труп находился в условиях открытой местности под прямыми солнечными лучами. Тем не менее, следует учитывать то, что настоящая работа, будучи «пилотным» исследованием по проблеме диагностики давности смерти с учетом влияния инсоляции на тепловые процессы в трупе, имеет определенные ограничения, которые будут сниматься по мере продолжения научных изысканий.

Так, остается не проработанным вопрос о воздействии на труп прямой солнечной радиации в сочетании с влиянием других метеорологических факторов, прежде всего, движения воздуха (ветра).

Необходимо также принимать во внимание, что для определения абсолютных значений констант, отражающих интенсивность воздействия инсоляции, существенное значение имеют, во-первых, географическое положение (географическая широта) и, во-вторых, условия микроклимата, прежде всего, прозрачность атмосферы на месте проведения исследований.

Настоящее исследование проводилось в условиях промышленного города – Челябинска. Его географические координаты $55^{\circ}10'$ северной широты и $61^{\circ}24'$ восточной долготы. Есть все основания для правомерности использования без сколько-нибудь существенной корректировки результаты настоящего исследования в местностях, относящихся к Средней полосе России. К этой зоне можно отнести такие города, как Москва, Казань, Уфа, Екатеринбург, Ижевск, Курган, Новосибирск, Кемерово, Красноярск и др. Для других территорий, значительно отличающихся по географическому положению от Челябинска в южную или северную сторону, по-видимому, необходимо использование дополнительного поправочного коэффициента, уточнение которого потребует определенных исследований в конкретных местностях.

Предположительно значения этого коэффициента можно оценить исходя из результатов работ в области метеорологии по сравнительному анализу интенсивности излучения солнца на различных географических широтах, используя, например, карту суммарной годовой солнечной радиации (в ккал/см²) на территории бывшего СССР (Рис. 5.5).

С учетом того, что Челябинский регион расположен в зоне, для которой суммарная солнечная радиация составляет около 100 ккал/см², для других регионов, по всей видимости, будет корректным использовать поправочный зональный коэффициент (K_z), равный отношению уровня суммарной солнечной радиации на интересующей исследователя территории к 100 – то есть, к

уровню суммарной солнечной радиации (ккал/см²) в Челябинском регионе, где проводилось настоящее исследование. Так, например, для крайних северных районов России этот коэффициент составит примерно 0,6, а для крайних южных регионов бывшего СССР (в так называемой аридной зоне) – около 1,6.

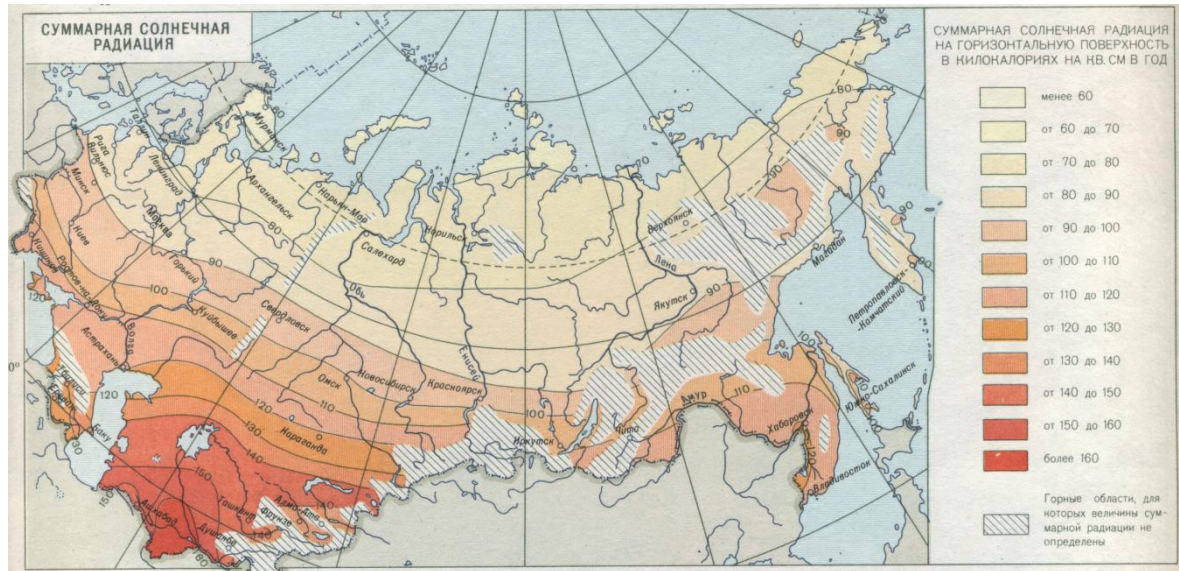


Рис. 5.5 Карта суммарной солнечной радиации на территории бывшего СССР [38]

С учетом всего вышеизложенного, окончательная формула для расчета так называемого солнечного фактора (S), отражающего интенсивность воздействия солнечной радиации на труп, может быть представлена в следующем виде:

$$S = 104,4 \times K_S \times K_Z - 0,485 \times W \quad (5.3)$$

где S – солнечный фактор;
 K_S – сезонный коэффициент;
 K_Z – зональный коэффициент;
 W – яркость поверхности определенная по методике с применением сканера.

ВЫВОДЫ

1. Результатом работы явилось создание на основе описанных ранее математических моделей нового математического аппарата, позволяющего корректно учитывать при моделировании посмертного изменения температуры трупа воздействие на этот процесс прямой солнечной радиации.

Указанный вариант модели представлен в виде системы уравнений следующего вида:

$$\begin{cases} \Delta t_1 = C \times (t_2 - t_1) \times \Delta \tau \\ \Delta t_n = C \times (t_{n-1} + t_{n+1} - 2 \times t_n) \times \Delta \tau \\ \Delta t_{10} = C \times (t_9 + t_{\text{возд.}} - 2 \times t_{10}) \times \Delta \tau + S \times \Delta \tau \end{cases} \quad (1)$$

где t_1-t_{10} – расчетные значения температур в узлах модели на момент начала интервала времени $\Delta \tau$;

$\Delta t_1-\Delta t_{10}$ – изменение температур в узлах модели за период времени $\Delta \tau$ (повышение температуры принимается за положительное изменение, снижение температуры – за отрицательное изменение);

n – номера узлов (с 2-го по 9-й);

под индексами (1...10, n) обозначены номера узлов модели;

$t_{\text{возд.}}$ – температура воздуха;

S – солнечный фактор;

C – коэффициент, отражающий теплообменные параметры трупа;

$\Delta \tau$ – продолжительность одного шага моделирования (0,01 часа).

Соответствие разработанной математической модели реальным температурным кривым проверено путем глубокой термометрии в исследованиях на замещающих труп объектах (ЗТО) и на трупах людей при воздействии на них прямой солнечной радиации.

2. По результатам исследований на ЗТО и на трупах людей установлены факторы, определяющие значение параметра, отражающего интенсивность влияния солнечной радиации на посмертную динамику температуры трупа – солнечный фактор (S). Значение солнечного фактора определяется исходя из

величины световоспринимающей способности поверхности объекта и календарного времени года, от которого зависит угол падения солнечных лучей на объект.

3. Для оценки влияния световоспринимающей способности поверхности объекта разработана оригинальная методика определения яркости текстильных тканей (W) посредством офисного сканера. Влияние календарного времени года воспроизводится введением в модель специального сезонного коэффициента K_S . Для использования метода в различных регионах на территории России предложен специальный поправочный коэффициент (K_Z), основанный на данных о количественных уровнях интенсивности солнечной радиации на разных широтах.

С учетом вышеизложенного, формула для расчета солнечного фактора (S), отражающего интенсивность воздействия солнечной радиации на труп, может быть представлена в виде уравнения:

$$S = 104,4 \times K_S \times K_Z - 0,485 \times W \quad (2)$$

где S – солнечный фактор;

K_S – сезонный коэффициент;

K_Z – зональный коэффициент;

W – яркость поверхности определенная с применением сканера.

4. Разработанный математический аппарат и выявленные закономерности пригодны для использования в целях установления ДНС в случаях, когда труп до обнаружения находился в условиях инсоляции, что подтверждается высокой точностью созданного метода. Оценка составляющей погрешности моделирования температуры, обусловленной учетом влияния солнечной радиации, по результатам настоящего исследования при $p=0,05$ составила 25 минут за период инсоляции (6,4-8,5 часов), что не превышало 5,6% от продолжительности инсоляции.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

На основании результатов настоящей работы предложены следующие рекомендации, выполнение которых позволяет при определении давности смерти путем моделирования тепловых процессов в трупе учитывать влияние на динамику температуры мертвого тела прямой солнечной радиации.

1. Производить диагностику ДНС на основе данных глубокой термометрии туловища трупа, в наиболее теплой зоне печени по принятой методике [125, 183]. В качестве измерительного устройства можно использовать любой портативный электронный термоизмерительный прибор, обеспечивающий возможность инвазивного термоизмерения в тканях трупа на достаточной глубине (не менее 18-20 см) при точности и разрешающей способности термоизмерений не менее $0,1^{\circ}\text{C}$.

2. Получить через следователя необходимую информацию о метеоусловиях (температура воздуха, облачность) на месте происшествия за период, заведомо превышающий давность смерти. Совместно со следователем установить, в какие периоды времени на труп могла воздействовать прямая солнечная радиация, с учетом суточного хода солнца и наличия предметов, отбрасывающих тень.

3. Программный расчет производится автоматически с использованием табличного процессора Calc из свободного офисного пакета Open Office либо аналогичного коммерческого продукта Microsoft Excel, в таблице которых воспроизводится специальная модификация конечно-разностной (послойной) математической модели, описывающей процесс изменения температуры трупа при воздействии на него прямой солнечной радиации, следующего вида:

$$\begin{cases} \Delta t_1 = C \times (t_2 - t_1) \times \Delta \tau \\ \Delta t_n = C \times (t_{n-1} + t_{n+1} - 2 \times t_n) \times \Delta \tau \\ \Delta t_{10} = C \times (t_9 + t_{\text{возд.}} - 2 \times t_{10}) \times \Delta \tau + S \times \Delta \tau \end{cases}$$

Пример построения такой таблицы показан в п.3.3 настоящей работы в виде табличного файла SunCalc.ods (рисунки 3.4, 3.5) с подробными комментариями в тексте.

Альтернативным вариантом построения моделей является составление диагностических программ в средах программирования высокого уровня (Delphi, Visual C#, Visual Basic и др.).

Изменяя точку начала моделируемого процесса, необходимо добиться совпадения результата термоизмерения с моделью. При таком совпадении точка начала моделирования процесса будет считаться результатом определения времени смерти.

4. Для оценки теплообменной характеристики (С) предлагается использовать зависимость параметра С от массы трупа, полученную по результатам исследований, произведенных на трупах (п.4.4.):

$$C = 6,0114e^{-0,012m},$$

где С – теплообменная характеристика трупа;
m – масса трупа.

5. Оценку солнечного фактора (S) производить с учетом световоспринимающих свойств текстильного материала поверхностного слоя одежды. Для этого получить изображение образца текстиля посредством офисного сканера и сохранить его побитовый образ в компьютерном файле – формат Windows Bitmap (*.bmp). Используя специальное программное обеспечение (вариант в системе Delphi приведен в приложении 3.) преобразовать изображение в 8-битный цветовой режим «градации серого», рассчитать среднюю яркость образца (W) в процентах (0% – абсолютно черный цвет, 100% – абсолютно белый цвет).

Значение солнечного фактора (S) рассчитать по формуле

$$S = 104,4 \times K_S \times K_Z - 0,485 \times W,$$

где K_S – сезонный коэффициент (0,75 – для весеннего и осеннего сезонов, 0,5 – для зимнего сезона);

K_Z – зональный коэффициент (отношение уровня суммарной солнечной радиации на интересующей исследователя территории к уровню суммарной солнечной радиации в Челябинском регионе, где проводилось настоящее исследование (100 ккал/см^2);

W – яркость поверхности определенная по методике с применением сканера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автандилов, Г. Г. Краткая шкала цветов. Практическое пособие для судебно-медицинских экспертов и патологоанатомов / Г. Г. Автандилов – М., 1962. – 23с.
2. Авходиев, Г. И. Состояние и перспективы исследования цитомединов печени / Г. И. Авходиев, О. В. Кузьмина, М. Л. Кот // Проблемы идентификации в теории и практике судебной медицины. Материалы 4-го Всероссийского съезда судебных медиков. – Москва-Владимир, 1996. – Часть II. – С. 43-44.
3. Авцын, А. П. Введение в географическую патологию / А. П. Авцын. – М., 1972. – 328 с.
4. Алексин, Г. Б. Динамика распада аскорбиновой кислоты в костной ткани трупа / Г. Б. Алексин // Диагностика давности процессов в объектах судебно-медицинской экспертизы. – Кишинёв: «Штиинца», 1986. – С. 3-4.
5. Алексин, Г. Б. Комплексное определение аскорбиновой кислоты в костной ткани трупов на ранних стадиях гниения / Г. Б. Алексин, А. Ф. Рубежанский // Методика и практика судебной медицины. Сборник научных трудов под ред. проф. В. И. Кононенко. – Харьков, 1990. – С. 18-21.
6. Алыбаева, К. Н. Динамика концентрации аминокислот в органах трупов в позднем посмертном периоде / К. Н. Алыбаева // Судебно-медицинская экспертиза. – 1995. – № 3. – С. 13-15.
7. Амиров, К. Ф. Особенности формирования судебно-медицинских знаний и практических навыков у будущих следователей и повышения их квалификации / К. Ф. Амиров // Материалы Всероссийского совещания главных судебно-медицинских экспертов органов управления здравоохранения субъектов Российской Федерации, заведующих кафедрами (курсами) судебной медицины ГОУ ВПО и ДПО Росздрава, государственных медицинских экспертов. – Казань, 2006. – С. 88-92.

8. Аракелян, Л. А. Повреждение лазером трупа и текстильных тканей (Экспериментальное исследование) / Л. А. Аракелян, О. Х. Поркшеян, Б. М. Хромов // Судебно-медицинская экспертиза. – 1977. – № 2. – С. 9-15.
9. Бабкина, А.С. Динамика интенсивности флуоресценции коферментов НАДН, ФАД и их отношения в скелетной мышце в раннем посмертном периоде при диагностике давности наступления смерти: специальность 14.03.05 «Судебная медицина»: автореф. дисс. ... канд. мед. наук / Бабкина Анастасия Сергеевна. – Москва, 2022. – 24 с.
10. Байбулатов, Т.Д. Влияние неблагоприятных метеорологических условий на уровень смертности // Вестник судебной медицины, № 3, Том 2, 2013. – С. 15-20.
11. Бакулев, С. Н. О методике исследования трупных пятен / С. Н. Бакулев // Судебно-медицинская экспертиза. – 1965. – № 3. – С. 30-33.
12. Бартон, А. Человек в условиях холода / А. Бартон, О. Эдхолм. – М.: «Иностранная литература», 1957. – 333 с.
13. Белов, А. П. Реакция зрачков на введение в переднюю камеру глаз растворов атропина и пилокарпина как средство установления давности смерти / А. П. Белов // Судебно-медицинская экспертиза. – 1964. – № 1. – С. 16-18.
14. Билкун, В. В. Некоторые особенности диагностики давности смерти в случаях травм / В. В. Билкун // Актуальные вопросы экспертизы механических повреждений. Сб. научн. трудов под ред. проф. В.Н. Крюкова. – Москва, 1990. – С. 152-154.
15. Богомолов, Д.В. Изучение микобиоты трупов в состоянии поздних трупных изменений при судебно-медицинском установлении давности наступления смерти и места захоронения / Д.В. Богомолов, А.Х. Аманмурадов, Е. А. Пирязева, И. Н. Богомолова, О. В. Должанский // Судебно-медицинская экспертиза. – 2004. – № 4. – С. 14-18.

16. Богомолов, Д. В. Использование гистологического и некоторых нетрадиционных методов при установлении давности смерти / Д. В. Богомолов, Ж. М. Шибанова, А. В. Таргашин, А. Х. Аманмурадов, Е. А. Пирязева // Судебно-медицинская экспертиза. – 2006. – № 2. – С. 45-46.
17. Богословский, В. Н. Строительная теплофизика: Учебное пособие для вузов / В. Н. Богословский. – М.: Высшая школа, 1982. – 415 с.
18. Богуславский, В. Л. Микроскопические изменения легких при повешении в агональном и посмертном периодах / В. Л. Богуславский // Материалы, доклады и рекомендации научной конференции общества судебных медиков Казахстана (Сборник работ). – Алма-Ата, 1968. – Вып. 7. – С. 103-105.
19. Богуславский, В. Л. Посмертные изменения эластических структур в легочных сосудах и бронхах при травме головы и strangulation // Судебно-медицинская экспертиза. – 1967. – № 4. – С. 16-19.
20. Бокша, В. Г. Медицинская климатология и климатотерапия / В. Г. Бокша, Б. В. Богуцкий. – Киев: «Здоровья», 1980. – 264 с.
21. Ботезату, Г. А. Диагностика давности смерти в судебной медицине / Г. А. Ботезату, В. В. Тетерчев, С. В. Унгурян. – Кишинев, 1987. – 135 с.
22. Ботезату, Г. А. Материалы к судебно-медицинской диагностике давности наступления смерти (биохимические исследования крови и перикардиальной жидкости, ректальная термометрия): дисс. ... докт. мед. наук / Г. А. Ботезату. – М., 1973. – 189 с.
23. Ботезату, Г. А. Судебно-медицинская диагностика давности наступления смерти / Г. А. Ботезату. – Кишинёв: Штиинца, 1975. – 132 с.
24. Бузов, Б. А. Материаловедение швейного производства / Б. А. Бузов, Т. А. Модестова, Н. Д. Алыменкова. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 424 с.

25. Быстров, С. С. Некоторые теоретические аспекты определения давности наступления смерти (предварительное сообщение) / С. С. Быстров // Актуальные вопросы теории и практики судебной медицины. Материалы научно-практической конференции. – Ленинград, 1986. – С. 114-117.
26. Вавилов, А.Ю. Теплофизические параметры тканей внутренних органов человека в раннем постмортальном периоде для целей определения давности наступления смерти термометрическим способом: специальность 14.00.24 «Судебная медицина»: дисс. ... канд. мед. наук / Вавилов Алексей Юрьевич. – Москва, 2000. – 130 с.
27. Вавилов, А.Ю. О погрешности термометрического метода определения давности смерти / А.Ю. Вавилов, А.А. Халиков, О.В. Щепочкин, А.В. Куликов, А.В. Коковихин, Е.Г. Белокрылова // «Проблемы экспертизы в медицине». – 2004. – № 3. – с. 16-17.
28. Вавилов, А.Ю., Витер, В.И. Применение некоторых современных математических моделей посмертного охлаждения тела для определения давности наступления смерти // Судебно-медицинская экспертиза. Научно-практический журнал. – М., Медицина, 2007. – т. 50 - № 5. – С. 9-12.
29. Вавилов, А.Ю. Судебно-медицинская диагностика давности наступления смерти тепловыми методами: специальность 14.00.24 «Судебная медицина»: дис. ... д-ра мед. наук / Вавилов Алексей Юрьевич. – Москва, 2009. – 258 с.
30. Вавилов, А.Ю. Математическое моделирование процесса изменения температуры трупа при воздействии на него солнечной радиации в целях диагностики давности смерти / А.Ю. Вавилов, С.А. Белых, Е.Ф. Швед // Судебно-медицинская экспертиза, 2023; 66 (6): С. 18-23. <https://doi.org/10.17116/sudmed20236606118>.

31. Вавилов, А.Ю. Моделирование посмертной температуры трупа, находившегося в условиях инсоляции, при определении давности смерти человека по тепловому способу / А.Ю. Вавилов, С.А. Белых, А.Е. Пастернак // Современные проблемы науки и образования. - 2024. - № 6 2024; URL: <https://science-education.ru/article/view?id=33761> (дата обращения: 16.12.2024). <https://doi.org/10.17513/spno.33761>.
32. Вавилов, А.Ю. Способ объективизации яркости цвета одежды на трупе для целей термометрической диагностики давности смерти человека / / А.Ю. Вавилов, С.А. Белых // Современные проблемы науки и образования. – 2025. – № 1.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=33789> (дата обращения: 16.12.2024). <https://doi.org/10.17513/spno.33789>.
33. Вальтер, А. В. О помутнении роговицы у трупа / А. В. Вальтер // Сборник научных работ сотрудников кафедры и судебных медиков г. Ленинграда под ред. доц. А. Д. Адрианова. – Ленинград, 1957. – С. 177-179.
34. Вирабов, Р. Х. Динамика посмертных морфологических изменений роговицы (экспериментальное исследование) / Р. Х. Вирабов // Судебно-медицинская экспертиза. – 1969. – № 4. – С. 24-25.
35. Витер, В. И. Выбор адекватной математической модели описания биологических процессов для определения давности смерти / В. И. Витер, В. Ю. Толстолуцкий // Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики. – Сб. научн. трудов под ред. проф. В. Э. Янковского и Б. А. Саркисяна. – Барнаул, 1991. – Вып. 6. – С. 27-30.
36. Витер, В. И. Современное состояние и направление развития теплового метода определения давности наступления смерти / В. И. Витер, В. А. Куликов // Современные вопросы судебной медицины и экспертной практики. – Ижевск: Экспертиза. – 2001. – № 3. – с.3-9.

37. Витер, В. И. Некоторые особенности посмертной динамики температуры тела человека / В. И. Витер, В. А. Куликов // Судебно-медицинская экспертиза. – 1997. - № 1. – С. 11-13.
38. Воробьева, Н. Д. Исследование динамики изменений коэффициента поляризации мышечной ткани в случаях смерти от механических повреждений / Н. Д. Воробьева // Судебно-медицинская экспертиза. – 1983. – № 4. – С. 21-24.
39. Ворошко, В. Н. Изучение активности ферментов лимфоидных клеток селезёнки в различные сроки после наступления смерти / В. Н. Ворошко, Г. А. Пашинян // Судебно-медицинские записки. – Кишинёв: «Штиинца», 1977. – С. 49-50.
40. Географический атлас для учителей средней школы: 4-е издание. – Москва: Главное управление геодезии и картографии при Совмине СССР, 1981. – 238 с.
41. Голованов, Л. В. Александр Леонидович Чижевский – основоположник гелиобиологии / Л. В. Голованов // Солнечная активность и жизнь. Сб. статей под ред. Я. Я. Икаунiek. – Издательство «Зинатне», Рига, 1967. – С. 5-24.
42. Горощеня, Ю. Б. К вопросу о гистохимических изменениях некоторых внутренних органов при трупном аутолизе и гниении (экспериментальное исследование) / Ю. Б. Горощеня // Актуальные вопросы судебной медицины и криминалистики под ред. проф. О. Х. Поркшеяна и И. Ф. Огаркова. – Ленинград, 1966. – Вып. 49. – С. 60-61.
43. Громов, А. П. Курс лекций по судебной медицине / А. П. Громов. – М.: Медицина, 1970. – 311 с.
44. Громов, А. П. Судебно-медицинская экспертиза трупа. / Под ред. А. П. Громова, А. В. Капустина. – М.: Медицина, 1991. – 320 с.
45. Гусейнова, Т. С. Товароведение швейных и трикотажных товаров: Учебник для вузов / Т. С. Гусейнова – М.: Экономика, 1991. – 287 с.

- 46.Дворцин, Ф. Б. Определение давности смерти по отдельным биохимическим тестам в ликворе трупов / Ф. Б. Дворцин // Вопросы судебной медицины и криминалистики. Материалы второй расширенной научной конференции. – Тернополь, 1968. – С. 128-130.
- 47.Дёмина, В. И. О некоторых биохимических и гистохимических методах исследования для определения давности смерти от механических повреждений / В. И. Дёмина // Физико-технические методы в судебной медицине. – Москва-Ставрополь, 1972. – С.194-195.
- 48.Десятов, В. П. С. Зависимость динамики некоторых видов смерти от активности солнца / В. П. Десятов, Н. С. Бендик // Проблемы криминалистики и судебной экспертизы. Материалы Всесоюзной научной конференции. – Алма-Ата, 1965. – С. 266-270.
- 49.Джамшиди, Ф. Г. Установление давности смерти методом двухзональной динамометрии трупных пятен / Ф. Г. Джамшиди // Судебно-медицинская экспертиза. – 1985. – № 4. – С. 5-7.
- 50.Дмитриенко, Ю. А. Цитологические изменения роговицы – критерий определения давности наступления смерти / Ю. А. Дмитриенко // Судебно-медицинская экспертиза. Республиканский междуведомственный сборник. – Киев, 1980. – С. 43-44.
- 51.Дынкина, И. З. К вопросу о посмертных изменениях в поджелудочной железе / И. З. Дынкина // Сборник научных работ Челябинского общества судебных медиков. – Челябинск, 1963. – С. 178-183.
- 52.Евгеньев-Тиш, Е. М. Некоторые посмертные изменения глаз и определение давности смерти / Е. М. Евгеньев-Тиш // Судебно-медицинская экспертиза. – 1970. – № 4. – С. 17-20.
- 53.Евгеньев-Тиш, Е. М. Установление давности наступления смерти в судебно-медицинской практике / Е. М. Евгеньев-Тиш. – Казань, 1963. – 182 с.

54. Жакенов, А. С. Определение давности смерти по активности ионов калия в крови, ликворе и стекловидном теле / А. С. Жакенов // Судебно-медицинская экспертиза. – 1982. – № 3. – С. 33-35.
55. Жаров, В. В. Активность катепсинов в миокарде и скелетных мышцах как признак давности наступления смерти / В. В. Жаров, Г. М. Мельникова // Судебно-медицинская экспертиза. – 1989. – № 3. – С. 38-40.
56. Жаров, В. В. Гистохимическое определение активности некоторых дегидрогеназ в сердце в зависимости от давности наступления смерти / В. В. Жаров, Н. И. Ковальская, А. С. Куздыбаев // Судебно-медицинская экспертиза. – 1976. – № 4. – С. 14-16.
57. Жаров, В. В. Динамика содержания АТФ и АДФ в процессе трупного окоченения (Предварительное сообщение) / В. В. Жаров // Судебно-медицинская экспертиза. – 1966. – № 2. – С. 24-26.
58. Жаров, В. В. Динамика ЭПР-спектров миокарда в различные сроки после наступления смерти / В. В. Жаров // Судебно-медицинская экспертиза. – 1996. – № 3. – С. 3-5.
59. Жаров, В. В. Изменение активности сукцинат- и глутаматдегидрогеназы в миокарде крыс в зависимости от давности наступления смерти / В. В. Жаров, Г. М. Мирошник // Судебно-медицинская экспертиза. – 1972. – № 1. – С. 24-26.
60. Загрядская, А. П. К вопросу о применении математики в судебно-медицинских научных исследованиях / А. П. Загрядская, И. С. Доброхотов, Н. С. Эделев // Вопросы судебно-медицинской экспертизы и криминалистики. – Горький, 1977. – № 6. – Вып. 83. – С. 104 – 107.
61. Калитин, Н. Н. Основы физики атмосферы в применении к медицине / Н. Н. Калитин. – ОГИЗ, 1935. – 192 с.
62. Калишев, В.Б. Метеорологический режим города Челябинска //сб. научн. трудов Челяб. пед. института, Гидрометеорологический режим Южного Урала, Челябинск, 1981.

63. Кильдюшов, Е. М. Использование поправочных коэффициентов при установлении давности наступления смерти на месте обнаружения трупа с помощью номограмм С. Henssge / Е. М. Кильдюшов, И. В. Буromский // Судебно-медицинская экспертиза. – 1997. – № 4. – С. 4-7.
64. Кильдюшов, Е. М. О принципах построения математической модели для изучения процесса охлаждения трупа новорожденного / Е. М. Кильдюшов, А. Н. Мухай // Судебно-медицинская экспертиза. – 2000. – № 5. – С. 3-6.
65. Кильдюшов, Е. М. Установление давности наступления смерти при осмотре трупа на месте его обнаружения – проблемы и пути решения / Е. М. Кильдюшов, В.Н. Крюков // Материалы шестого всероссийского съезда судебных медиков: Перспективы развития и совершенствования судебно-медицинской науки и практики (посвященные 30-летию Всероссийского общества судебных медиков). – Москва – Тюмень, 2005. – С. 130.
66. Кири́н, Ф.Я. География Челябинской области: Учеб. пособие для учащихся 7-8-х кл. / Ф.Я. Кири́н. – 5-е изд., перераб. – Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1981. – 97 с.
67. Китаев, Ю. М. Влияние некоторых фармакологических веществ на время наступления трупного окоченения / Ю. М. Китаев // Сб. научн. работ по вопросам судебной медицины, криминалистики, судебной психиатрии и юриспруденции. Вып. 1. – Караганда, 1958. – С. 42-46.
68. Китаев, Ю. М. К вопросу о природе трупного окоченения / Ю. М. Китаев // Сб. научн. работ по вопросам судебной медицины, криминалистики, судебной психиатрии и юриспруденции. – Караганда, 1958. – Выпуск 1. – С. 32-41.

69. Китаев, Ю. М. Теоретическое обоснование некоторых практически важных сторон трупного окоченения / Ю. М. Китаев // Проблемы криминалистики и судебной экспертизы. Материалы Всесоюзной научной конференции. – Алма-Ата, 1965. – С. 280-282.
70. Климатология и микроклиматология / Сб. статей, пер. с англ. К. В. Кувшиновой и Е. Н. Минаевой. М.: Изд. «Прогресс», 1964. – С. 115-118.
71. Козаченко, И. Н. Механизм смерти при общем перегревании организма / И. Н. Козаченко, Л. А. Ким // Судебно-медицинская экспертиза. – 1990. – № 2. – С. 20-22.
72. Кононенко, В. И. Динамометрия трупных пятен и время наступления смерти при различных травмах / В. И. Кононенко // Материалы, доклады и рекомендации научной конференции общества судебных медиков Казахстана (Сборник работ). – Вып. 7. – Алма-Ата, 1968. – С. 87-90.
73. Кононенко, В. И. К вопросу об изменении содержания макро- и микроэлементов в коже из области трупных пятен в разные сроки после смерти / В. И. Кононенко // Судебно-медицинская экспертиза. – 1969. – № 4. – С. 15-20.
74. Кононенко, В. И. Характеристика и особенности трупных пятен при различных видах механической травмы / В. И. Кононенко // Материалы V Украинского совещания судебно-медицинских экспертов и IV сессии Украинского общества судебных медиков и криминалистов. – Херсон, 1967. – С. 59-61.
75. Коровин, А. А. Морфометрические подходы к диагностике давности наступления смерти / А. А. Коровин, Ю. И. Пиголкин, Д. В. Богомолов, И. Н. Богомоллова // Судебно-медицинская экспертиза. – 2001. – № 1. – С. 3-7.
76. Коршунов, Н. В. Возможности использования метода моделирования процесса охлаждения в оценке степени развития гнилостных явлений

- трупа / Н. В. Коршунов, Е.Ф. Швед, П.И. Новиков // Проблемы идентификации в теории и практике судебной медицины. Материалы 4-го Всероссийского съезда судебных медиков. – Москва-Владимир, 1996. – Часть II. – С. 32.
77. Коршунов, Н. В. Диагностика давности смерти при исследовании трупов в стадии гнилостной их трансформации: дисс. ... канд. мед. наук / Н. В. Коршунов, Москва, 2007. – 159 с.
78. Костылев, В. И. Влияние температуры окружающей среды на динамику некоторых иммунных показателей крови в посмертном периоде / В. И. Костылев // Судебно-медицинская экспертиза. – 1986. – № 1. – С. 15-16.
79. Костылев, В. И. Динамика некоторых иммунных показателей в зависимости от места взятия крови и давности наступления смерти. / В. И. Костылев // Судебно-медицинская экспертиза. – 1985. – № 4. – С. 8-9.
80. Костылев, В. И. Иммунологический метод определения давности наступления смерти. / В. И. Костылев // Тезисы докладов третьего все-союзного съезда судебных медиков. – Москва-Одесса, 1988. – С. 174-175.
81. Костылев, В. И. О возможности определения прижизненности и давности механической травмы по состоянию иммунной системы. / В. И. Костылев // Судебно-медицинское установление механизма прижизненности, последовательности и давности механических повреждений: Республиканский сборник научных трудов под ред. проф. В.Н. Крюкова. – М., 1983. – С. 43-45.
82. Костылев, В. И. Применение иммунологических методов исследования для определения давности наступления смерти / В. И. Костылев // Судебно-медицинская экспертиза. – 1984. – № 1. – С. 13-16.
83. Краттер, Ю. Руководство судебной медицины / Ю. Краттер. Под ред. Я. Лейбовича. – Пер. с нем., изд. 2. Ч.3. – М., 1928.

- 84.Кратцер, П. А. Климат города / Пер. с нем. Е. Е. Михелевич / П. А. Кратцер. – М.: Издательство иностранной литературы. – 1958. – 133 с.
- 85.Крюков, В. Н. Использование диэлектрических и диамагнитных свойств тканей и органов в судебной медицине / В. Н. Крюков, С. С. Михайлов, А. А. Теньков, Л. А. Томилина // Судебно-медицинская экспертиза. – 1979. – № 3. – С. 19-21.
- 86.Крюков, В. Н. Методологические аспекты установления давности наступления смерти / В. Н. Крюков, П. И. Новиков, В. Г. Попов, А. Ю. Власов, Е. Ф. Швед // Судебно-медицинская экспертиза. – 1991. – № 3. – С. 5-9.
- 87.Кузовков, А.В. Определение давности смерти человека термометрическим способом: специальность 14.03.05 «Судебная медицина»: автореф. дисс. ... канд. мед. наук / Кузовков Алексей Владимирович. – Ижевск, 2017. – 23 с.
- 88.Куликов, А.В. Оценка погрешности измерения давности наступления смерти микропроцессорным прибором с терморезистивным датчиком / А.В. Куликов, Е.А. Коновалов, А.Ю. Вавилов // Проблемы экспертизы в медицине. – 2006. - № 1. – С. 7-9.
- 89.Лабораторные и специальные методы исследования в судебной медицине (Практическое руководство) / Под ред. В. И. Пашковой, В. В. Томилина. – Москва, 1975. – 456 с.
- 90.Лаврукова, О.С. Комплексная микробно-зоологическая характеристика постмортального периода при производстве судебно-медицинской экспертизы: специальность 14.03.05 «Судебная медицина»: автореф. дисс. ... докт. мед. наук / Лаврукова Ольга Сергеевна. – Москва, 2022. – 48 с.
- 91.Лакиза, Б. С. Изменения миелокариоцитов в раннем и позднем посмертных периодах / Б. С. Лакиза, А. Н. Островерхий // Методика и практика судебной медицины. Сборник научных трудов под ред. проф. В. И. Кононенко. – Харьков, 1990. – С.31-33.

- 92.Лахно, А.В. Фотоколориметрическая объективизация давности наступления смерти, основанная на динамике восстановления трупного пятна: специальность 14.03.05 «Судебная медицина»: автореф. дисс. ...канд. мед. наук / Лахно Артемий Владимирович. – Москва, 2022. – 24 с.
- 93.Ледянкина, И.А. Определение давности наступления смерти по изменению оптической плотности стекловидного тела.: специальность 14.00.24 «Судебная медицина»: дисс. ... канд. мед. наук / Ледянкина Ирина Анатольевна. – Москва, 2006. – 210 с.
- 94.Лилеев М.В. Солнечная радиация и радиационный баланс Урала. – В кн.: Справочник по климату СССР. Вып. 9. Л., Гидрометеиздат, 1967.
- 95.Лиопо, Т. Н. Климатические условия и тепловое состояние человека / Т. Н. Лиопо, Г. В. Циценко. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 151 с.
- 96.Лисянский, Б. М. Гистоэнзимологическое исследование коры головного мозга при определении давности наступления смерти / Б. М. Лисянский, В. В. Язвиков, С. А. Морозов // Судебно-медицинская экспертиза. – 1975. – № 2. – С. 31-32.
- 97.Лушников, Е. Ф. Аутолиз / Е. Ф. Лушников, Н. А. Шапиро. – М., 1974. – 198 с.
- 98.Малков, А.В. Термометрическая диагностика давности наступления смерти в раннем постмортальном периоде: специальность 14.03.05 «Судебная медицина»: автореф. дисс. ... канд. мед. наук / Малков Андрей Валерьевич. – Москва, 2012. – 24 с.
- 99.Манжела, В. И. Установление давности смерти по посмертным изменениям электролитов в спинномозговой жидкости / В. И. Манжела // Судебная медицина и реаниматология. Материалы расширенной конференции судебных медиков Татарии. – Казань, 1969. – Том 26 – С. 279-281.

100. Маркарьян, О. И. Влияние окружающей среды (воды и воздуха) на скорость и интенсивность трупного окоченения в условиях разных температур / О. И. Маркарьян // Проблемы криминалистики и судебной экспертизы. Материалы Всесоюзной научной конференции. – Алма-Ата, 1965. – С. 283-286.
101. Марченко, М.И. Влияние сезонных изменений температуры на скорость разрушения трупа личинками мух / М. И. Марченко, Е. Б. Виноградова // Судебно-медицинская экспертиза. – 1984. – № 4. – С. 11-14.
102. Марченко, М.И. Состояние и перспективы развития судебной энтомологии / М. И. Марченко // Судебно-медицинская экспертиза. – 1990. – № 3. – С. 39- 42.
103. Марченко, М. И. О направлениях применения энтомологических и ботанических методов для установления давности наступления смерти / М. И. Марченко // Судебно-медицинская экспертиза. – 1982. – № 2. – С. 29.
104. Марченко, Н. П. Изменение содержания калия в жидкости стекловидного тела глаза в зависимости от срока смерти / Н. П. Марченко // Судебно-медицинская экспертиза. – 1966. – № 2. – С. 3-7.
105. Марченко, Н. П. Изменения количественного содержания макро – и микроэлементов в мышцах в зависимости от времени, прошедшего после смерти / Н. П. Марченко, Н. М. Губин // Проблемы криминалистики и судебной экспертизы. Материалы Всесоюзной научной конференции. – Алма-Ата, 1965. – С. 413-415.
106. Марченко, Н. П. Посмертное снижение внутригрудной температуры / Н. П. Марченко // Вопросы судебной медицины и криминалистики. – Тернополь, 1968. – С. 126-128.
107. Марченко, Н. П. Установление времени наступления смерти по внутригрудной температуре / Н. П. Марченко, В. И. Кононенко // Мате-

- риалы, доклады и рекомендации научной конференции общества судебных медиков Казахстана (сборник работ). – Алма-Ата, 1968. – Вып. 7. – С. 94-97.
108. Мельников, Ю. Л. Влияние температуры окружающей среды на динамику активности ряда ферментов при установлении сроков давности наступления смерти / Ю. Л. Мельников, А. С. Куздыбаев // Судебно-медицинская экспертиза. – 1981. – № 1. – С. 34-35.
 109. Мельников, Ю. Л. Определение времени наступления смерти по содержанию свободных аминокислот в печени и лёгких трупов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / Ю. Л. Мельников, К. Н. Алыбаева // Судебно-медицинская экспертиза. – 1995. – № 3. – С. 10-13.
 110. Мельников, Ю. Л. Судебно-медицинское определение времени наступления смерти / Ю. Л. Мельников, В. В. Жаров. – М.: Медицина, 1978. – 168 с.
 111. Мещерякова, Г. Ф. Посмертные изменения глазного дна в судебно-медицинском аспекте / Г. Ф. Мещерякова // Судебно-медицинская экспертиза. – 1974. – № 3. – С. 9.
 112. Митин, К. С. Изменения ультраструктуры почек и легких в динамике аутолиза как показатель давности наступления смерти / К. С. Митин, Ю. Л. Мельников, М. Е. Березовский, З. Т. Джаманкулов // Судебно-медицинская экспертиза. – 1986. -№ 3. – С. 8-11.
 113. Моделирование процессов в судебно-медицинской диагностике давности наступления смерти / П. И. Новиков, Е.Ф. Швед, Е.О. Нацентов, Н.В. Коршунов, А.Ю. Вавилов. – Челябинск-Ижевск, 2008. – 312 с.
 114. Муханов, А. И. К оценке состояния трупных пятен / А. И. Муханов // Материалы, доклады и рекомендации научной конференции общества судебных медиков Казахстана (Сборник работ). – Алма-Ата, 1968. – Вып. 7. – С. 85-87.

115. Назаров, Г. Н. Количественная оценка динамики трупного окоченения скелетных мышц / Г. Н. Назаров // Диагностика давности процессов в объектах судебно-медицинской экспертизы (Сборник научных трудов) под ред. Г. А. Ботезату. – Кишинев: «Штиинца», 1986. – С. 22-25.
116. Найнис, Й.- В. Й. Расчетный метод установления времени нахождения трупа на месте его обнаружения по энтомофауне / Й.- В. Й. Найнис, М. И. Марченко, А. Н. Казак // Судебно-медицинская экспертиза. – 1982. – № 4. – С. 21-23.
117. Науменко, В. Г. Состояние и перспективы разработки вопросов судебно-медицинской танатологии / В.Г. Науменко, В.И. Алисиевич, И.А. Концевич, К.Ш. Шаглыджов // Судебно-медицинская экспертиза. – 1989. – № 3. – С. 11 – 14.
118. Недилько, Е. С. Особенности макро – и микроскопических признаков распада мягких тканей и костей как критерии определения давности пребывания трупа на открытом воздухе / Е. С. Недилько, В. В. Войченко // Методика и практика судебной медицины. Сборник научных трудов под ред. проф. В. И. Кононенко. – Харьков, 1990. – С. 42-44.
119. Недугов, Г.В. Математическое моделирование охлаждения трупа в условиях изменяющейся температуры окружающей среды // Судебная медицина. 2021 Т.7, № 1 С. 29–35.
120. Недугов, Г.В. Математическое моделирование охлаждения трупа. – Казань: ООО «Бук», 2021. – 198 с.
121. Никифоров, Я.А. Определение давности смерти по изменению электрического сопротивления почек и ахилловых сухожилий: специальность 14.00.24 «Судебная медицина»: дисс. ... канд. мед. наук / Никифоров Янис Афоньевич. – Ижевск, 2003. – 159 с.

122. Новиков, П. И. Адаптивные системы в диагностике давности смерти / П. И. Новиков, В. Г. Попов // Судебно-медицинская экспертиза. – 1983. – № 3. – С. 6-9.
123. Новиков, П. И. Аналогово-цифровая вычислительная машина для установления давности наступления смерти / П.И. Новиков, А.Ю. Власов // Судебно-медицинская экспертиза. – 1988. – № 2. – С. 6-9.
124. Новиков, П. И. Методологический анализ проблемы давности смерти и перспективы ее дальнейшей разработки / П. И. Новиков, А. Ю. Власов, Е. Ф. Швед, Е. О. Нацентов, Н. В. Коршунов, С. А. Белых // Судебно-медицинская экспертиза. – 2004. – № 3. – С. 9-11.
125. Новиков, П. И. Определение оптимальной зоны измерения температуры тела трупа для установления давности смерти / П. И. Новиков // Судебно-медицинская экспертиза. – 1986. – № 1. – С. 11-14.
126. Новиков, П. И. Погодные условия и их влияние на процесс изменения температуры трупа при диагностике давности смерти / П. И. Новиков, С. А. Белых, Е. Ф. Швед, Е. О. Нацентов // Судебно-медицинская экспертиза. – 2004. – №1. – С. 13-15.
127. Новиков, П. И. Судебно-медицинская диагностика давности наступления смерти способом моделирования посмертного процесса изменения температуры трупа: дисс. ... д-ра мед. наук / П. И. Новиков. – М., 1986. – 245 с.
128. Новиков, П. И. Судебно-медицинский прибор для определения давности смерти по процессу изменения температуры трупа / П. И. Новиков, Е. Ф. Швед // Материалы III Всероссийского съезда судебных медиков. – Саратов, 1992. – Ч. II – С. 288-291.
129. Новоселов, В. П. Посмертные изменения миокардиальных клеток и их судебно-медицинское значение / В. П. Новоселов, А. В. Стасенко // Судебно-медицинская экспертиза. – 1978. – № 2. – С. 26-28.

130. Ольнев, А. А. Возможности двузональной термометрии трупов в решении вопроса давности наступления смерти / А. А. Ольнев // Судебно-медицинская экспертиза и криминалистика на службе следствия. – Ставрополь, 1971. – Вып. 6. – С. 379-381.
131. Ольнев, А. А. Возможности использования двухзональной термометрии печени для установления давности смерти / А. А. Ольнев, К. И. Кильдишев // Современные методы исследования судебно-медицинских объектов. – Рига, 1979. – С. 86-88.
132. Ольнев, А. А. Двузональная электротермометрия трупов в вопросе давности наступления смерти (предварительное сообщение) / А. А. Ольнев // Материалы V Украинского совещания судебно-медицинских экспертов и IV сессии Украинского общества судебных медиков и криминалистов. – Херсон, 1967. – С. 63-67.
133. Онянов, А. М. Динамика импедансометрических показателей стекловидного тела в позднем постмортальном периоде: специальность 14.00.24 «Судебная медицина»: автореф. дисс. ... канд. мед. наук / Онянов Александр Михайлович. – Москва, 2008. – 24 с.
134. Омаров, Г. Г. Судебно-медицинское установление давности наступления смерти по некоторым биохимическим показателям в веществе головного мозга / Г. Г. Омаров, Э. З. Эмирбеков, М. А. Казанбиева, Т. Р. Ашурбеков, Б. М. Лисянский, Д. А. Тонаев, Р. А. Абдуллаев // Судебно-медицинская экспертиза. – 1988. – № 3. – С. 12-13.
135. Осмотр трупа на месте его обнаружения: Руководство для врачей / Под ред. А. А. Матышева. – Л.: Медицина, 1989. – 264 с.
136. Пахомова, Е. И. Гистохимическое определение гликогена в печени, миокарде и скелетной мышце через различные сроки после скоропостижной смерти / Е. И. Пахомова // Труды Куйбышевского медицинского института. / – Куйбышев, 1966. – Том 39 – С. 169-173.

137. Пашина, Г. А. Анализ ошибок при установлении давности наступления смерти по трупным изменениям в ходе проведения первоначальных следственных действий / Г. А. Пашина, Е. С. Тучик // Судебно-медицинская экспертиза. – 1997. – № 2. – С. 28-31.
138. Пашина, Г. А. Возможности моделирования при экспертной оценке некоторых обстоятельств причинения травмы головы / Г. А. Пашина, П. О. Ромодановский, Е. В. Беляева // Судебно-медицинская экспертиза. – 1999. – № 5. – С. 6-9.
139. Пашина, Г. А. О перспективах применения метода электронного парамагнитного резонанса в судебной медицине / Г. А. Пашина // Судебно-медицинская экспертиза. – 1985. – № 2. – С. 54-55.
140. Петров, Н. Н. Человек в чрезвычайных ситуациях / Н. Н. Петров. – Челябинск, 1997. – 352 с.
141. Пиголкин, Ю. И. Состояние и перспективы развития морфологических исследований в судебной медицине / Ю. И. Пиголкин, Д. В. Богомоллов // Судебно-медицинская экспертиза. – 2001. -№ 3. – С. 12-15.
142. Пиголкин, Ю.И. Использование импедансной плетизмографии при судебно-медицинской диагностике давности наступления смерти / Ю. И. Пиголкин, А. А. Коровин // Судебно-медицинская экспертиза. – 1998. – № 6. – С. 8-12.
143. Подоляко, В. П. Диагностические возможности показателей динамометрии при решении вопроса о давности наступления смерти / В. П. Подоляко // Судебно-медицинская экспертиза. – 1998. – № 1. – С. 3-6.
144. Подоляко, В. П. Определение давности смерти по динамике формирования переместившихся трупных пятен / В. П. Подоляко // Современные вопросы судебной медицины и экспертной практики. – Ижевск, 1989. – Вып. 4. – С. 43-45.

145. Подшибякин, А. К. Признаки подоби́я в колебаниях некоторых гео- и геофизических индексов и физиологических тесов / А. К. Подшибякин, Р. В. Смирнов, В. И. Шахова // Солнечная активность и жизнь. Сб. статей под ред. Я. Я. Икаунiek. – Издательство «Зинатне», Рига, 1967. – С. 119-129.
146. Поркшеян, О. Х. Скоропостижная смерть от ишемической болезни сердца, гипертонической болезни и атеросклероза и ее зависимость от метеофакторов в различных регионах СССР / О. Х. Поркшеян, И. З. Дынкина // Судебно-медицинская экспертиза. – 1982. – № 2. – С. 23-26.
147. Потыльчанский, Л. С. Использование синоптических карт солнца при изучении влияния солнечной активности на течение ишемической болезни сердца / Л. С. Потыльчанский // Современные методы исследования судебно-медицинских объектов. Сборник научных статей. – Рига, 1978. – С. 129-132.
148. Прибылева-Марченко, С. П. К методике медико-криминалистического исследования одежды / С. П. Прибылева-Марченко // Вопросы судебной медицины и криминалистики. – Тернополь, 1968. – С. 96-99.
149. Приходько, А.Н. Судебно-медицинская энтомологическая оценка при установлении давности наступления смерти в позднем постмортальном периоде: специальность 14.03.05 «Судебная медицина»: дисс. ... канд. мед. наук / Приходько Андрей Николаевич. – Москва, 2021. – 145 с.
150. Румянцева А.Я. «Радиационный режим Челябинской области» // Вопросы географии Южного Урала // Челяб. гос. пед. институт, 1972. Вып.5 – 6.
151. Русанов, В. И. Методы исследования климата для медицинских целей / В. И. Русанов. – Томск, 1973. – 189 с.
152. Русин, Н. П. Прикладная актинометрия / Н. П. Русин. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 232 с.

153. Саакян, Е. С. Показатели электропроводности скелетных мышц в динамике посттравматического периода / Е. С. Саакян, Р. Г. Симонян // Судебно-медицинская экспертиза. – 1991. – № 4. – С. 35-37.
154. Сафонова, З. И. Активность альдолазы мышц при смерти от механических повреждений / З. И. Сафонова // Судебная медицина и реаниматология. Материалы расширенной конференции судебных медиков Татарии. – Казань, 1969. – Том 26 – С. 268-271.
155. Сидоров, С. М. Влияние анемии на скорость наступления трупного окоченения / С. М. Сидоров // Материалы, доклады и рекомендации научной конференции общества судебных медиков Казахстана (Сборник работ). – Алма-Ата, 1968. – Вып. 7. – С. 90-94.
156. Синельщиков, В. В. Скоропостижная смерть от ишемической болезни сердца в климатических условиях некоторых районов Крайнего Севера, Западной Сибири и Средней Азии / В. В. Синельщиков, А. П. Соломатин, М. А. Самотейкин, В. П. Алексеев, Л. М. Непомнящих, Б. Х. Сеитметов, В. Т. Черкезишвили // Судебно-медицинская экспертиза. – 1981. – № 3. – С. 26-28.
157. Сиряцкий, А. А. Биофизические свойства мышцы в зависимости от прижизненности, давности тупой травмы при некоторых причинах смерти / А. А. Сиряцкий // Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики. Сборник научных трудов под ред. проф. В. Э. Янковского и Б. А. Саркисяна. – Барнаул, 1991. – Вып. 6. – С. 131-133.
158. Снориков, Д. А. Цитохимия гликогена печени в зависимости от давности наступления смерти (экспериментально – морфологическое исследование) / Д. А. Снориков // Судебно-медицинская экспертиза и криминалистика на службе следствия (Сборник работ) под ред. проф. А. С. Литвак. – Ставрополь, 1971. – Вып. 6. – С. 370-372.

159. Соболевский, В. А. Анализ аутолитических процессов в тканях в аспекте гетерохронии / В. А. Соболевский // Современные вопросы судебной медицины и экспертной практики. – Ижевск-Москва, 1993. – Вып. IV. – С. 84-88.
160. Соколова, З. Ю. Судебно-медицинская оценка внутриглазного давления для установления давности наступления смерти: специальность 14.00.24 «Судебная медицина»: автореф. дисс. ... канд. мед. наук / Соколова Зоя Юрьевна. – Москва, 2008. – 24 с.
161. Соседко, Ю. И. Судебно-медицинская диагностика острого перегревания организма / Ю. И. Соседко // Судебно-медицинская экспертиза. – 1999. – № 1. – С. 7-10.
162. Судебная медицина (Руководство для врачей) / Под ред. А. А. Матышева и А. Р. Деньковского. – Л.: Медицина, 1985. – 488 с.
163. Судебная медицина (Руководство для врачей) / Под ред. А.А. Матышева. – СПб.: Гиппократ, 1998. – 544 с.
164. Сысоев, А. Д. Очерки физической географии Челябинской области / А. Д. Сысоев – Челябинское книжное издательство, 1959. – 206 с.
165. Теньков, А. А. Использование кондуктотермии для решения практических судебно-медицинских задач / А. А. Теньков, З. М. Лунева, Э. М. Гулиев, А. И. Шитиков // Актуальные вопросы экспертизы механических повреждений. Сборник научных трудов под ред. проф. В. Н. Крюкова. – Москва, 1990. – С. 171-173.
166. Толстолуцкий, В. Ю. Математическое моделирование динамики температуры в постмортальном периоде для определения давности наступления смерти: дисс. ... д-ра мед. наук / В. Ю. Толстолуцкий. – М., 1995. – 297 с.
167. Томилин, В. В. Состояние и перспективы развития судебно-медицинской службы Российской Федерации / В. В. Томилин // Судебно-медицинская экспертиза. – 2001. – № 3. – С. 7-12.

168. Тонаев, Д. А. Влияние причины смерти на изменение активности лизосомальных ферментов поджелудочной железы при установлении давности наступления смерти / Д. А. Тонаев // Судебно-медицинская экспертиза. – 1979. -№ 3. – С. 37-38.
169. Торосян, А. С. О закономерностях повторного развития трупного окоченения, нарушенного механическим путем / А. С. Торосян // Сборник трудов главной судебно-медицинской экспертизы и кафедры судебной медицины ереванского медицинского института под ред. доц. Н. М. Авакян. – Ереван, 1957. Вып. № 2 – С. 273-284.
170. Травенко, Е. Н. О сохранности моноаминоксидаз печени и крови человека / Е. Н. Травенко // Проблемы идентификации в теории и практике судебной медицины. Материалы 4-го Всероссийского съезда судебных медиков. – Москва-Владимир, 1996. – Ч. II. – С. 128-129.
171. Туровец, Н. П. К вопросу об определении времени смерти по трупным пятнам / Н. П. Туровец // Труды второй расширенной конференции Киевского отделения ВНОСМ. – Киев, 1956. – С. 49-51.
172. Унгурян, С. В. Установление давности смерти детей грудного возраста по динамике ректальной температуры / С.В. Унгурян // Судебно-медицинская экспертиза. – 1984. – № 2. – С. 13-15.
173. Уткина, Т. М. Биохимические методы исследования в судебно-медицинской практике / Т. М. Уткина // Вопросы судебно-медицинской экспертизы и криминалистики. Тезисы докладов к научно-практической конференции под ред. проф. А.П. Загрядской. – Чебоксары – Горький, 1980. – С. 89-90.
174. Федосюткин, Б. А. Динамика посмертных изменений гистоструктуры поджелудочной железы / Б. А. Федосюткин // Судебная медицина и реаниматология. Материалы расширенной конференции судебных медиков Татарии. – Казань, 1969. – Том 26 – С. 217-219.

175. Федосюткин, Б. А. К вопросу о динамике аутолиза в поджелудочной железе / Б. А. Федосюткин // В кн.: Судебно-медицинская экспертиза давности черепно-мозговой травмы. / Под ред. проф. К. И. Хижняковой. – М., 1974. – С. 47-52.
176. Хижнякова, К. И. Возможности судебно-медицинской экспертизы при определении времени наступления смерти / К. И. Хижнякова. – М.: ЦОЛИУВ, 1973. – Ч. I. – 43 с.
177. Хохлов, В. В. Судебная медицина (Руководство) / В. В. Хохлов, Л. Е. Кузнецов. – Смоленск, 1998. – 800 с.
178. Хохолева, Т. В. О содержании продуктов гидролиза белка в ликворе трупов в зависимости от давности наступления смерти / Т. В. Хохолева, А. Г. Середа // Актуальные вопросы судебно-медицинской экспертизы трупа. Сборник научных трудов под ред. проф. В. И. Прозоровского. – Москва, 1977. – С. 96-99.
179. Шаглыджов, К. Ш. Динамика посмертных изменений показателей крови в условиях аридного климата / К. Ш. Шаглыджов, А. В. Скребнев // Судебно-медицинская экспертиза. – 1991. – № 4. – С. 5-7.
180. Шаглыджов, К. Ш. К вопросу совершенствования диагностики давности смерти с учётом условий экстремальных зон / К. Ш. Шаглыджов. // Диагностика давности процессов в объектах судебно-медицинской экспертизы. – Кишинёв: «Штиинца», 1986. – С. 37-40.
181. Шаглыджов, К. Ш. Некоторые особенности диагностики давности наступления смерти в аридной зоне / К. Ш. Шаглыджов, Т. Х. Наубатов // Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики. Под ред. проф. В. И. Аكوпова. – Ростов – на – Дону, 1985. – С. 50-51.
182. Шаглыджов, К. Ш. Особенности судебно-медицинской диагностики давности наступления смерти в условиях аридной зоны / К. Ш.

- Шагылыджов, Т. Х. Наубатов // Проблемы теории и практики судебной медицины. Сборник научных статей. – Рига, 1987. – С. 175-178.
183. Шагылыджов, К. Ш. Установление давности наступления смерти в условиях аридной зоны / К. Ш. Шагылыджов, Т. Х. Наубатов, А. В. Скребнев // Тезисы докладов третьего всесоюзного съезда судебных медиков. – Москва-Одесса, 1988. – С. 167-168.
184. Швед Е.Ф., Вавилов А.Ю. Методика автоматизированного поиска момента начала процесса постмортального охлаждения (времени смерти) с использованием стандартного табличного процессора Microsoft Office Excel // Проблемы экспертизы в медицине. 2005 Т. 5, № 3 С. 36–39.
185. Швед, Е. Ф. Моделирование посмертной термодинамики при установлении давности смерти в условиях меняющейся температуры окружающей среды: дисс. ... канд. мед. наук / Е. Ф. Швед Ижевск, 2006. – 144 с.
186. Швед, Е. Ф. Применение математической модели процесса изменения температуры трупа в диагностике давности смерти при переменных условиях внешней среды / Е. Ф. Швед, П. И. Новиков // Судебно-медицинская экспертиза. – 1991. – № 2. – С. 5-7.
187. Швед, Е.Ф. К вопросу о математическом моделировании процесса охлаждения трупа в целях судебно-медицинской диагностики давности смерти / Е. Ф. Швед, П. И. Новиков // Материалы III Всероссийского съезда судебных медиков. – Саратов, 1992. – Ч. II. – С. 283-286.
188. Шпанер, М. А. Опыт применения аппаратно-программного комплекса «Термит – 1» при определении давности наступления смерти / М. А. Шпанер, А. П. Чернышов, К. А. Чернышов, И. В. Власюк, С. В. Леонов, Е. Н. Титаренко // Судебно-медицинская экспертиза. – 2001. – № 5. – С. 6-8.

189. Щепочкин, О.В. Термометрия головного мозга в аспекте определения давности наступления смерти: специальность 14.00.24 «Судебная медицина»: дисс. ... канд. мед. наук / Щепочкин Олег Владимирович. – Ижевск, 2001. – 130 с.
190. Эдель, Ю. П. Трупные пятна и зависимость их развития от причины смерти / Ю. П. Эдель // Проблемы криминалистики и судебной экспертизы. Материалы Всесоюзной научной конференции. – Алма-Ата, 1965. – С. 289-290.
191. Юрьев, Ю. И. Определение давности наступления смерти путем глубокой электротермометрии печени / Ю. И. Юрьев // Актуальные вопросы судебной медицины. – Рига, 1977. – С. 41-44.
192. Яблонский, М. Ф. Роль посмертной динамики параметров кислотно-щелочного состояния крови и жидких сред глаза для установления давности наступления смерти / М. Ф. Яблонский, И. И. Шабашова // Тезисы докладов третьего всесоюзного съезда судебных медиков. – Москва-Одесса, 1988. – С. 171-172.
193. Янишевский Ю.Д. Актинометрические приборы и методы их наблюдений. Л.: Гидрометеиздат, 1957.
194. Althoff, H. Postmortale Kalium und Calciumbestimmung im Herzmuskel und ihr Aussagewert bei plotzlichen Kindstodesfallen / H. Althoff, R. Inffland // Z. Rechtsmed. – 1972. – Bd 70. – № 1. – S. 36-45.
195. Bisegna, P. Estimation of the time since death: sudden increase of ambient temperature / P. Bisegna, C. Henssge, L. Althaus, G. Giusti // Forensic Sci Int. 2008;176(2- 3):196-199. doi: 10.1016/j.forsciint.2007.09.007.
196. Brinkmann, B. Postmortaler Temperatenausgleich im Bereich des Kopfes. 1. Mebtechnik, prinzipielle Untersuchungen / B. Brinkmann, D. May, U Riemann // Z. Rechtsmed. – 1976. – Bd. 78. – № 1. – S. 69-82.

197. Bryc, R. Badania nad pośmiertnym zachowaniem się poziomu mocznika we krwi / R. Bryc, Z. Tomaszewska // Pol. tyg. lek. – 1967. – 22, 42, 1607-1610.
198. Döering, G. Posmortem glycogenolysis in muscle. Its influence on ATP-level and rigor mortis / G. Doering, E. Korinth, O. Schmidt // J. Forens. Med. – 1962. – Vol. 9, № 3. – P. 106–116.
199. Döring, G. Untersuchungen über die Bezeichnungen des postmortalen Stoffwechsels zur Toteustarre des Herzmuskels / G. Döring // Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. – 1963. – Bd. 53, № 3. – S. 163-174.
200. Erzinclioglu, I. Z. The application of entomology to forensic medicine / I. Z. Erzinclioglu // Med. Sci. and Law. – 1983. – Vol. 23. – № 1. P. – 57-63.
201. Forster, B. Der Arzt am Tatort. Todeszeitbestimmung / B. Forster // Hippokrates (Stuttg.). – 1978. – Bd. 49. – № 1. – S. 22-40.
202. Forster, B. The plastic elastic and contractile deformation of the heart muscle in rigor mortis / B. Forster // J. forens. Med. – 1964. – vol. 11. – № 4. – p. 148-167.
203. Hansen, G. Gerichtliche Medizin / G. Hansen. – Leipzig, 1957. – S. 24 – 27.
204. Hattori, H. Estimating the lapse of time after death of the corpse found in water by measuring the non-protein nitrogen contents in the teeth / H. Hattori // Jap. j. leg. med. – 1965. – 19, 4, 306-313.
205. Hennsge, C. Die Präzision von Todeszeitschätzungen durch die mathematische Beschreibung der rektalen Leichenabkühlung / C. Hennsge // Z. Rechtsmed. – 1979. – Bd. 83. – № 1. – S. 49-67.
206. Hennsge, C. Todeszeitschätzungen durch die mathematische Beschreibung der rektalen Leichenabkühlung unter verschiedenen Abkühlungsbedingungen / C. Hennsge // Z. Rechtsmed. – 1981. – Bd. 87. – № 3. – S. 147-178.

207. Henssge, C. Precision of estimating the time of death by mathematical expression of rectal body cooling (German, English summary) / C. Henssge // Z. Rechtsmed. – 1979 – p. 49-67.
208. Henssge, C. Death time estimation in case work. I. The rectal temperature time of death nomogram / C. Henssge // Forensic Science International. – 1988. – v. 38 – p. 209-236.
209. Henssge, C. Temperature-based methods II / C. Henssge // The estimation of the time since death in the early postmortem period / Edited by B.Knight. – London: Arnold. – 2002. – P. 43-102.
210. Henssge, C. Todeszeitschätzungen durch die mathematische Beschreibung der rektalen Leichenabkühlung unter verschiedenen Abkühlungsbedingungen // Z.Rechtsmed. – 1981. – Bd. 87. – № 3. – S.147-178.
211. Hiraiwa, K. Definition of a posthumous interval on rectal temperature with application of a computer / K. Hirawa, Y.Ohno, F. Kuroda, IM.Sebetan, S. Oshida // Med. Sci. Law. – 1980. – v. 20. – p. 115-125.
212. Hiraiwa, K. Definition of a posthumous interval on rectal temperature with application of a computer – distinction between rectal and temperature curves / K. Hirawa, Ohno, F. Kuroda, Sebetan, S. Oshida // Med. Sci. Law. – 1981. – v. 21. – p. 4-9.
213. Hoffman, E. Die forensisch wichtigsten Leichenerscheinungen / E. Hoffman // Vjschr. f. ger. Med., 1976, XXV, 1877, XXVI. Leichenerscheinungen.
214. Hubig M., Muggenthaler H., Mall G. Confidence intervals in temperature-based death time determination // Leg Med (Tokyo). 2015 Vol. 17, N 1 P. 48-51. doi: 10.1016/j.legalmed.2014.08.002.
215. Hughes, W. Levels of potassium in the vitreous humor after death / W. Hughes // Med. sci. law. – 1965. – 5, 3, 150-156.

216. Jaklinska, A. Oznaczenia porownawcze stezenia glukozy w cialku szkl-
listym oka ludzkiego i w plynie mozgowordzeniowym po smierci / A. Jaklin-
ska, Z. Tomaszewska // Arch. Med. Sad. – 1973. – Bd. 23. – № 1. – S. 83-90.
217. James, W. Errors in estimating time since death / W. James, B. Knight
// Med. sci. law. – 1965. – 5, 2, 111-116.
218. Kominato, Y. Estimation of postmortem interval using kinetic analysis
of the third component of compliment (C3) cleavage / Y. Kominato, K. Ju-
mada, K. Yamazaki, S. Misawa // J. Forensic Sci. – 1989. – V.34. – P. 207-
217.
219. Korman, V. Význam morfológických a enzymatických zmien pri au-
tolýze pre určenie doby smrti / V. Korman, M. Kokavec // Čs. pat., 1970, 6,
3, 53-59.
220. Krause, D. Die Bedeutung der Kalium — Konzentration im Ylaskorper
menschlicher Augen für die Todeszeitbestimmung / D. Krause, A. Klein, D.
Meibner et al. // Z. arztl. Fortbild. – 1971. – Bd. 65. – № 6. – S. 345-348.
221. Krompecher, T. // Forensic Sci. Int., 1981. – V. 17. – P. 19 — 26.
222. Kuroda, F. Estimation of postmortem interval from rectal temperature
by use of computer (IV) – Thermal Diffusivity of the Rabbit / F. Kuroda, K.
Hiraiwa, S. Oshida et al. // Med. Sci. Law. – 1983. – Vol. 23. – № 2. – P. 125-
130.
223. Littenberger, I. Significato medico-legale delle modificazioni post mor-
tali precoci della tensione e del fondo dell'occhio / I. Littenberger, B. Vojni-
kovic // Zacchia. – 1971. – 1, 126-134.
224. Maarova, E. Pomer elektrolytov kalia a natria v myokarde pri umrtiach
obesenim a elektrickým proudom / E. Maarova // Soudni lekarstvi. – 1976. –
Bd. 21. – № 1. – S. 1-6.
225. Mall G, Hubig M, Büttner A, Eisenmenger W. Simulating irradiation
power density on body surface in postmortem cooling. Leg Med (Tokyo).
2004;6(2):131- 140. doi: 10.1016/j.legalmed.2003.12.004.

226. Maschka, G. Handbuch der gerichtlichen Medizin / G. Maschka // Tübingen, 1882, III.
227. Metnieks, A. Suicidio e fattori meteorologici e cosmici. Indagine statistica / A. Metnieks, G. Vidoni // Minerva med. leg. – 1965. – № 3. – т. 85. – С. 97-104.
228. Mittmeyer, H.-Y. Todeszeitbestimmung nach Leichenzerstückelung. Muskelelektrophoretische Kriterien zur frühpostmortalen Liegezeitabschätzung an Leichenteilen / H.-Y. Mittmeyer, R. Welte // Z. Rechtsmed. – 1982. – Bd. 88. – № 1/2. – S. 23-26.
229. Mukai, S. A study on the estimation of postmortem interval. An application of the quantitative method to postmortem findings. Part 1 / S. Mukai, T. Takei, T. Maruyama et al. // Jap. J. Leg. Med. – 1977. – Vol. 31. – № 4. – P. 164-171.
230. Nokes, L. D. N. A selfcontained method for determining time since death from temperature measurements / L. D. N. Nokes, A. Brown, B. Knight // Med. Sci. Law. – 1983. – Vol. 23. – № 3. – P. 166-169.
231. Oever, R. van den. A review of the literature as to the present possibilities and limitations in estimating the time of death / R. van den. Oever // Med. Sci. Law. – 1976. – Vol. 16. – № 4. – P. 269-276.
232. Raszeja, S. Die Bewertung der Brauchbarkeit interlethaler Reaktionen der Schweißdrüsen zur Bestimmung der Todeszeit / S. Raszeja, S. Bardzik // Z. Rechtsmedizin. – 1970. – 67, 4, 223-226.
233. Saroiu, I. Valeur et limites de la thanatochimie en medecine legale / I. Saroiu // Med. leg. dommage corp. – 1971. – 4, 2, 119-122.
234. Sasaki, S. Estimation of the time of death by nonprotein nitrogen (NPN) values in cadaveric materials / S. Sasaki // Jap. J. Leg. Med. – 1981. – Vol. 35. – № 4. – P. 252-257.

235. Sawaguchi, A. Postmortem changes of several enzymes and isoenzymes / A. Sawaguchi, T. Funao // J. Tokio Wom. med. Coll. – 1974. – Vol. 44. – № 9. – P. 833-840.
236. Schleyer, F. Wie Zuverlässig ist die Kaliumbestimmung im Ylaskorperinhalt als Mittel zur Todeszeitschatzung / F. Schleyer // Z. Rechtsmed. – 1973. – Bd 71. – № 4. – S. 281-288.
237. Shen, W. P. The sequence of the events on rigor mortis and its horness by means of several condition / W. P. Shen // Jap. J. leg. Med. – 1959, 13, 6.
238. Simonsen, J. Determination of the time of death by continuous postmortem temperature measurements / J. Simonsem, J. Voigt, N. Jeppensen // Med. Sci. Lav. – 1977. – V. 17, № 2. – P. 112-122.
239. Sliwka, K. Proba ustalenia czasu smierci w oparciu o badania przewodnosci elektrolitu cialka szklistego / K. Sliwka, B. Hausman // Arch. Med. Sadow. Kryminol. – 1980. – T. 30, № 1. – S. 11-14.
240. Tsunenari, Sh. A method to determine the corneal turbidity by the application of laser. Report one / Sh. Tsunenari, S. Watanabe, K. Takahama, M. Kanda // Jap. j. leg. med. – 1971. – 25, 5, 373-375.
241. Tsunenari, Sh. A method to determine the corneal turbidity by the application of laser. Report two / Sh. Tsunenari, S. Watanabe, K. Takahama, M. Kanda // Jap. j. leg. med. – 1971. – Vol.25, № 6. – P. 419-424.
242. Watanabe, S. Medico-legal study on postmortem changes of cornea / S. Watanabe // Jap. J. Leg. Med. – 1970. – Vol. 24, № 2. – P. 105-118.
243. Wilk L.S., Hoveling R.J., Edelman G.J., et al. Reconstructing the time since death using noninvasive thermometry and numerical analysis // Sci Adv. 2020 Vol. 6, N 22 P. eaba4243. doi: 10.1126/sciadv.aba 4243.
244. Zink, P. Die Todeszeitbestimmung bei der arztlichen Leichenschau / P. Zink, G. Reinhardt // Bayer Arztebl. – 1972. – Bd. 27. – P. 109-115.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

**Результаты термоизмерений в экспериментах
на замещающих труп объектах (ЗТО)⁴**

№ п/п	Масса ЗТО, кг	Цвет тек- стиля	Время года	Номер измере- ния t°	Время суток	Темпера- тура в глу- бине ЗТО	Темпера- тура воз- духа	Наличие (1) или отсут- ствие (0) инсоля- ции
1	22	Черный	Лето	10	9:40	27,69	26,8	0
				30	10:40	27,353	30,1	0
				50	11:40	27,276	32,5	0
				70	12:40	27,593	34,3	1
				90	13:40	28,25	35,7	1
				110	14:40	29,134	35,4	1
				130	15:40	30,119	34,6	1
				150	16:40	31,112	33,5	1
				170	17:40	32,055	31,9	0
				190	18:40	32,887	30,3	0
				210	19:40	33,509	28,9	0
				230	20:40	33,832	27,2	0
				250	21:40	33,885	25,6	0
				270	22:40	33,736	24	0
				290	23:40	33,432	23,5	0
				310	0:40	33,011	22	0
				330	1:40	32,512	22,3	0
				350	2:40	31,952	23,1	0
				370	3:40	31,365	22,9	0
				390	4:40	30,792	23,6	0
				410	5:40	30,25	23,7	0
				430	6:40	29,754	25	0
				450	7:40	29,312	28,3	0
				470	8:40	28,94	31,2	0
2	22	Черный	Лето	10	9:20	28,238	21,9	0
				30	10:20	27,605	22,7	1
				50	11:20	27,136	24,4	1

⁴ В связи с большим количеством произведенных термоизмерений (каждые 3 минуты) в приложении полученные значения температуры представлены выборочно

				70	12:20	27,147	25,8	1
				90	13:20	27,738	27,6	1
				110	14:20	28,771	28,8	1
				130	15:20	30,078	28,5	1
				150	16:20	31,563	27,1	1
				170	17:20	33,164	26,1	1
				190	18:20	34,778	23,9	0
				210	19:20	36,143	21,6	0
				230	20:20	36,876	19,8	0
				250	21:20	36,92	21,5	0
				270	22:20	36,478	21,9	0
				290	23:20	35,778	21	0
				310	0:20	34,974	20,4	0
				330	1:20	34,136	19,8	0
				350	2:20	33,29	18,7	0
				370	3:20	32,451	18,2	0
				390	4:20	31,62	16,4	0
				410	5:20	30,794	18	0
				430	6:20	29,968	18,3	0
				450	7:20	29,159	19,3	0
				470	8:20	28,393	20,7	0
3	22	Черный	Лето	10	9:06	27,053	23,1	0
				30	10:06	26,648	25,5	0
				50	11:06	26,35	28,1	1
				70	12:06	26,359	29,8	1
				90	13:06	26,753	30,7	1
				110	14:06	27,428	30,7	1
				130	15:06	28,269	30,7	1
				150	16:06	29,188	29,8	0
				170	17:06	30,132	29,1	0
				190	18:06	31,035	26,1	0
				210	19:06	31,793	24,6	0
				230	20:06	32,252	23,3	0
				250	21:06	32,357	22	0
				270	22:06	32,181	21,5	0
				290	23:06	31,82	21	0
				310	0:06	31,34	20,3	0
				330	1:06	30,789	20,3	0
				350	2:06	30,196	19,2	0
				370	3:06	29,591	18,4	0

				390	4:06	28,985	18,9	0
				410	5:06	28,378	19,5	0
				430	6:06	27,785	19,8	0
				450	7:06	27,221	19,9	0
				470	8:06	26,696	22,1	0
4	16,5	Черный	Лето	10	9:16	26,519	21	0
				30	10:16	25,769	23,2	0
				50	11:16	25,331	24,8	1
				70	12:16	25,401	25,8	0
				90	13:16	25,873	25,5	1
				110	14:16	26,538	27,7	0
				130	15:16	27,226	27,4	0
				150	16:16	27,897	25,7	0
				170	17:16	28,52	24,8	0
				190	18:16	29,021	22,8	0
				210	19:16	29,279	19,5	0
				230	20:16	29,159	16,4	0
				250	21:16	28,676	15,9	0
				270	22:16	27,931	16,1	0
				290	23:16	27,075	15,9	0
				310	0:16	26,203	15,1	0
				330	1:16	25,352	15	0
				350	2:16	24,537	15,5	0
				370	3:16	23,76	15,2	0
				390	4:16	23,037	15,8	0
				410	5:16	22,377	16,3	0
				430	6:16	21,786	18,2	0
				450	7:16	21,277	19	0
				470	8:16	20,888	19,6	0
5	16,5	Черный	Лето	10	8:56	27,644	31,6	0
				30	9:56	27,632	34,9	1
				50	10:56	27,891	37,8	1
				70	11:56	28,742	40	0
				90	12:56	30,12	41,6	0
				110	13:56	31,785	42	0
				130	14:56	33,551	41,7	0
				150	15:56	35,301	40,3	0
				170	16:56	36,944	38,5	0
				190	17:56	38,385	35,3	0
				210	18:56	39,438	32,5	0

				230	19:56	39,876	30,6	0
				250	20:56	39,748	29,8	0
				270	21:56	39,271	31	0
				290	22:56	38,627	30,1	0
				310	23:56	37,947	28,2	0
				330	0:56	37,266	27,4	0
				350	1:56	36,558	26,6	0
				370	2:56	35,822	27,2	0
				390	3:56	35,084	28,2	0
				410	4:56	34,392	28,8	0
				430	5:56	33,792	30,3	0
				450	6:56	33,303	32,1	0
				470	7:56	32,95	31,6	0
6	16,5	Черный	Лето	10	9:48	24,975	25,9	1
				30	10:48	24,904	28,6	1
				50	11:48	25,316	31,3	0
				70	12:48	26,214	32,2	0
				90	13:48	27,382	32,9	1
				110	14:48	28,644	32,5	1
				130	15:48	29,886	31,6	0
				150	16:48	31,017	30,1	0
				170	17:48	31,962	29,5	0
				190	18:48	32,648	27,8	0
				210	19:48	32,959	24,9	0
				230	20:48	32,874	24,8	0
				250	21:48	32,489	24,4	0
				270	22:48	31,95	24,2	0
				290	23:48	31,361	23,5	0
				310	0:48	30,772	23,7	0
				330	1:48	30,194	23,9	0
				350	2:48	29,637	24,4	0
				370	3:48	29,118	24,7	0
				390	4:48	28,666	24	0
7	11	Черный	Лето	410	5:48	28,28	23,7	0
				430	6:48	27,921	24,7	0
				450	7:48	27,587	24,9	0
				470	8:48	27,299	27,2	0
				12	9:32	26,742	31,3	0
				32	10:32	27,06	34,4	1
				52	11:32	28,296	34,2	1

				72	12:32	30,345	36,4	0
				92	13:32	32,562	37,1	1
				112	14:32	34,613	37,8	1
				132	15:32	36,388	37,6	1
				152	16:32	37,991	38	0
				172	17:32	39,441	36,5	0
				192	18:32	40,532	33,8	0
				212	19:32	40,804	32,1	0
				232	20:32	40,313	30,1	0
				252	21:32	39,441	29,6	0
				272	22:32	38,4	28,8	0
				292	23:32	37,346	27	0
				312	0:32	36,286	26,9	0
				332	1:32	35,21	27,8	0
				352	2:32	34,213	27,5	0
				372	3:32	33,359	27,3	0
				392	4:32	32,625	27	0
				412	5:32	31,971	27,7	0
				432	6:32	31,401	29,3	0
				452	7:32	30,993	29,8	0
				472	8:32	30,733	33,4	0
8	11	Черный	Лето	10	10:43	24,82	28,2	1
				30	11:43	25,939	30,8	1
				50	12:43	28,017	31,1	1
				70	13:43	30,466	31,5	1
				90	14:43	32,884	32,1	1
				110	15:43	35,19	31,9	1
				130	16:43	37,398	30,2	1
				150	17:43	39,319	29,5	1
				170	18:43	40,5	27,9	0
				190	19:43	40,337	25,7	0
				210	20:43	39,201	25,1	0
				230	21:43	37,727	25,5	0
				250	22:43	36,261	26,4	0
				270	23:43	34,955	26,1	0
				290	0:43	33,842	26,5	0
				310	1:43	32,864	26,9	0
				330	2:43	32,052	25,5	0
				350	3:43	31,332	25,1	0
				370	4:43	30,611	24,8	0

				390	5:43	29,913	25,8	0
				410	6:43	29,301	24,5	0
				430	7:43	28,776	23,3	0
				450	8:43	28,243	25,1	0
9	11	Черный	Лето	10	8:43	26,935	23,4	0
				30	9:43	26,295	26,3	1
				50	10:43	26,06	27,7	0
				70	11:43	26,672	29	1
				90	12:43	27,795	30,2	1
				110	13:43	29,083	31,7	1
				130	14:43	30,381	32,3	0
				150	15:43	31,669	32	1
				170	16:43	32,894	29,1	0
				190	17:43	33,846	27,3	0
				210	18:43	34,27	25,9	0
				230	19:43	33,999	22,9	0
				250	20:43	33,203	21,5	0
				270	21:43	32,097	21,3	0
				290	22:43	30,896	21,4	0
				310	23:43	29,748	20	0
				330	0:43	28,676	19,8	0
				350	1:43	27,642	18,2	0
				370	2:43	26,657	17,5	0
				390	3:43	25,669	17,1	0
				410	4:43	24,712	17,2	0
				430	5:43	23,82	16,3	0
				450	6:43	22,98	16,3	0
				470	7:43	22,182	17,4	0
10	5,5	Черный	Лето	10	9:18	21,84	23,5	0
				30	10:18	22,118	25,8	1
				50	11:18	24,059	26,1	1
				70	12:18	26,92	26,6	1
				90	13:18	29,671	28,5	1
				110	14:18	32,223	29,2	1
				130	15:18	34,573	28,6	1
				150	16:18	36,628	26,5	1
				170	17:18	38,199	25,8	0
				190	18:18	38,738	24,2	0
				210	19:18	37,35	21,3	0
				230	20:18	34,802	20,1	0

				250	21:18	32,205	20,4	0
				270	22:18	29,939	19,5	0
				290	23:18	28,013	20,2	0
				310	0:18	26,491	20,7	0
				330	1:18	25,306	21,5	0
				350	2:18	24,451	21,1	0
				370	3:18	23,787	20,4	0
				390	4:18	23,232	20,8	0
				410	5:18	22,749	20,3	0
				430	6:18	22,385	21,6	0
				450	7:18	22,183	21,3	0
				470	8:18	22,037	22,4	0
11	5,5	Черный	Лето	10	9:22	26,413	26,3	0
				30	10:22	26,446	28,6	1
				50	11:22	28,03	31,1	1
				70	12:22	30,472	32,4	1
				90	13:22	32,782	33,8	1
				110	14:22	34,709	33,4	1
				130	15:22	36,174	33,6	1
				150	16:22	37,325	32,6	0
				170	17:22	38,233	30,9	0
				190	18:22	38,424	28,8	0
				210	19:22	37,287	27,2	0
				230	20:22	35,572	25,2	0
				250	21:22	33,777	23,1	0
				270	22:22	31,94	22,3	0
				290	23:22	30,157	22,9	0
				310	0:22	28,686	22,3	0
				330	1:22	27,488	22,8	0
				350	2:22	26,506	21,7	0
				370	3:22	25,696	23,2	0
				390	4:22	25,085	22,3	0
12	5,5	Черный	Лето	410	5:22	24,615	22,6	0
				430	6:22	24,287	21,9	0
				450	7:22	23,967	21,5	0
				470	8:22	23,55	21,5	0
				10	10:08	23,809	23,8	1
				30	11:08	24,891	25,1	1
				50	12:08	26,946	25,9	1
				70	13:08	28,692	27,2	1

				90	14:08	29,994	28,1	1
				110	15:08	31,165	28,2	0
				130	16:08	32,236	28	1
				150	17:08	33,138	29	0
				170	18:08	33,653	27,4	0
				190	19:08	33,239	25,9	0
				210	20:08	32,053	24,7	0
				230	21:08	30,77	24,6	0
				250	22:08	29,608	22,7	0
				270	23:08	28,437	23,1	0
				290	0:08	27,361	22,2	0
				310	1:08	26,436	21,7	0
				330	2:08	25,588	22,2	0
				350	3:08	24,909	21,4	0
				370	4:08	24,305	22,3	0
				390	5:08	23,853	23,2	0
				410	6:08	23,576	23,8	0
				430	7:08	23,47	23,1	0
				450	8:08	23,391	23,7	0
13	22	Черный	Осень	10	11:30	16,933	5,1	1
				30	12:30	16,07	6,5	1
				50	13:30	15,553	7,6	1
				70	14:30	15,342	7,3	0
				90	15:30	15,331	6,3	1
14	22	Черный	Осень	10	10:47	4,708	3,5	1
				30	11:47	5,492	4,5	1
				50	12:47	6,63	7,1	1
				70	13:47	7,922	7,4	1
				90	14:47	9,289	7,3	1
				110	15:47	10,54	8,1	1
15	22	Черный	Осень	10	10:14	13,425	5,8	1
				30	11:14	12,34	9	1
				50	12:14	12,2	11,7	1
				70	13:14	12,501	13,1	0
				90	14:14	13,083	14,5	0
				110	15:14	13,827	14	0
16	22	Черный	Зима	10	11:36	-7,618	-16,1	1
				30	12:36	-8,168	-14,4	1
				50	13:36	-8,21	-13,2	1
				70	14:36	-7,984	-13,5	1

17	22	Черный	Зима	10	11:39	-2,379	-5,8	1
				30	12:39	-2,238	-3,9	1
				50	13:39	-1,554	-4	1
				70	14:39	-0,756	-4,4	1
18	22	Черный	Зима	10	12:19	3,002	-12,3	1
				30	13:19	1,683	-12,3	1
				50	14:19	0,712	-11	1
				70	15:19	0,062	-11,9	1
19	22	Белый	Лето	10	9:11	27,279	24	0
				30	10:11	26,798	24,7	1
				50	11:11	26,439	25,4	1
				70	12:11	26,276	25,7	1
				90	13:11	26,315	27,1	0
				110	14:11	26,497	27,3	1
				130	15:11	26,771	26,2	1
				150	16:11	27,104	26,1	0
				170	17:11	27,461	24,4	0
				190	18:11	27,808	22,5	0
				210	19:11	28,086	20,2	0
				230	20:11	28,213	19,2	0
				250	21:11	28,147	18,1	0
				270	22:11	27,91	19,3	0
				290	23:11	27,55	18,6	0
				310	0:11	27,122	17,6	0
				330	1:11	26,668	16,4	0
				350	2:11	26,201	15,7	0
				370	3:11	25,719	15,5	0
				390	4:11	25,215	15,2	0
				410	5:11	24,695	15	0
				430	6:11	24,172	17,2	0
				450	7:11	23,66	18	0
				470	8:11	23,186	19	0
20	22	Белый	Лето	13	10:06	27,055	18,4	1
				33	11:06	26,42	21,3	1
				53	12:06	25,963	22,5	0
				73	13:06	25,75	22,7	1
				93	14:06	25,742	22,2	0
				113	15:06	25,85	21,9	1
				133	16:06	25,995	21,5	1
				153	17:06	26,127	21,2	1

				173	18:06	26,241	19,3	0
				193	19:06	26,314	17,4	0
				213	20:06	26,279	16,3	0
				233	21:06	26,088	15,5	0
				253	22:06	25,756	15	0
				273	23:06	25,321	14,1	0
				293	0:06	24,824	13,8	0
				313	1:06	24,288	13,1	0
				333	2:06	23,731	12,7	0
				353	3:06	23,163	13,1	0
				373	4:06	22,589	14,2	0
				393	5:06	22,025	13,6	0
				413	6:06	21,494	14,5	0
				433	7:06	21,009	14,7	0
				453	8:06	20,572	15,9	0
21	22	Белый	Лето	5	8:33	27,02	17	0
				25	9:33	26,318	21	0
				45	10:33	25,676	23,3	1
				65	11:33	25,168	25,4	1
				85	12:33	24,889	25,8	1
				105	13:33	24,851	26	0
				125	14:33	24,989	26,2	1
				145	15:33	25,226	26,7	0
				165	16:33	25,51	23,4	0
				185	17:33	25,805	21	0
				205	18:33	26,056	17,3	0
				225	19:33	26,182	13,5	0
				245	20:33	26,106	12,2	0
				265	21:33	25,805	12	0
				285	22:33	25,311	12,4	0
				305	23:33	24,695	12,9	0
				325	0:33	24,027	11,8	0
				345	1:33	23,354	12,2	0
				365	2:33	22,691	11,5	0
				385	3:33	22,051	11,1	0
				405	4:33	21,43	10,4	0
				425	5:33	20,821	12	0
				445	6:33	20,226	12,6	0
				465	7:33	19,664	14,8	0
22	22	Синий	Лето	10	9:17	27,768	24,3	0

				30	10:17	27,287	25	1
				50	11:17	26,91	26,8	1
				70	12:17	26,802	29	1
				90	13:17	27,04	28,9	1
				110	14:17	27,581	29,3	1
				130	15:17	28,33	29,8	1
				150	16:17	29,208	29,4	1
				170	17:17	30,169	28,1	1
				190	18:17	31,158	26,8	0
				210	19:17	32,052	24,9	0
				230	20:17	32,651	24,2	0
				250	21:17	32,876	24,1	0
				270	22:17	32,803	24,3	0
				290	23:17	32,545	24,5	0
				310	0:17	32,191	25,4	0
				330	1:17	31,798	25,5	0
				350	2:17	31,409	24,9	0
				370	3:17	31,044	24,4	0
				390	4:17	30,699	24,4	0
				410	5:17	30,36	24,4	0
				430	6:17	30,029	24,8	0
				450	7:17	29,711	26,1	0
				470	8:17	29,411	27,6	0
23	22	Синий	Лето	10	9:24	28,128	25,2	0
				30	10:24	27,766	29,1	1
				50	11:24	27,521	32,1	1
				70	12:24	27,562	33,7	1
				90	13:24	27,976	35,8	1
				110	14:24	28,712	36,2	1
				130	15:24	29,679	35,7	1
				150	16:24	30,792	34,8	1
				170	17:24	31,981	32,5	1
				190	18:24	33,171	30,2	0
				210	19:24	34,22	27	0
				230	20:24	34,927	24,9	0
				250	21:24	35,219	23,2	0
				270	22:24	35,163	21,1	0
				290	23:24	34,858	20,4	0
				310	0:24	34,374	19,2	0
				330	1:24	33,765	20,2	0

				350	2:24	33,076	22,1	0
				370	3:24	32,359	23,4	0
				390	4:24	31,669	24,8	0
				410	5:24	31,052	26	0
				430	6:24	30,526	27,6	0
				450	7:24	30,094	29,4	0
				470	8:24	29,758	31	0
24	22	Синий	Лето	22	9:22	25,9	25,2	0
				42	10:22	25,534	28,1	1
				62	11:22	25,313	30,6	1
				82	12:22	25,332	32	1
				102	13:22	25,621	33,2	1
				122	14:22	26,113	33,4	0
				142	15:22	26,727	34	0
				162	16:22	27,397	33,8	1
				182	17:22	28,09	30,8	0
				202	18:22	28,775	27	0
				222	19:22	29,365	24,4	0
				242	20:22	29,742	23,2	0
				262	21:22	29,875	21,1	0
				282	22:22	29,794	19,5	0
				302	23:22	29,545	19,1	0
				322	0:22	29,169	18,5	0
				342	1:22	28,705	18,7	0
				362	2:22	28,186	17,7	0
				382	3:22	27,641	17,8	0
				402	4:22	27,088	18,6	0
				422	5:22	26,54	20,6	0
				442	6:22	26,019	21,2	0
				462	7:22	25,557	21,6	0
				482	8:22	25,17	23,3	0
25	22	Желтый		7	9:32	27,691	31,1	0
				27	10:32	27,616	31,7	1
				47	11:32	27,689	33,5	1
				67	12:32	28,032	35,6	1
				87	13:32	28,658	36	0
				107	14:32	29,485	35,5	1
				127	15:32	30,402	34,7	1
				147	16:32	31,323	34,1	0
				167	17:32	32,207	32,1	0

			187	18:32	33,025	29,7	0
			207	19:32	33,697	27,8	0
			227	20:32	34,104	26,5	0
			247	21:32	34,225	27,5	0
			267	22:32	34,122	26,7	0
			287	23:32	33,884	27	0
			307	0:32	33,578	25,9	0
			327	1:32	33,238	25,4	0
			347	2:32	32,877	26,2	0
			367	3:32	32,498	26,3	0
			387	4:32	32,118	26,4	0
			407	5:32	31,754	27,3	0
			427	6:32	31,417	27,8	0
			447	7:32	31,116	27,2	0
			467	8:32	30,853	28,7	0
26	22	Желтый	10	10:11	27,765	23,9	1
			30	11:11	27,334	27,9	1
			50	12:11	27,164	30	1
			70	13:11	27,367	29,1	0
			90	14:11	27,878	29,4	1
			110	15:11	28,545	29,6	0
			130	16:11	29,244	28,7	1
			150	17:11	29,916	27,1	0
			170	18:11	30,533	25,2	0
			190	19:11	31,034	23,2	0
			210	20:11	31,306	21,3	0
			230	21:11	31,299	21,6	0
			250	22:11	31,058	22,2	0
			270	23:11	30,673	22,6	0
			290	0:11	30,227	22,8	0
			310	1:11	29,776	22,1	0
			330	2:11	29,336	21,8	0
			350	3:11	28,908	22,7	0
			370	4:11	28,494	22,1	0
			390	5:11	28,104	22,7	0
			410	6:11	27,742	24	0
			430	7:11	27,409	24	0
			450	8:11	27,117	23,7	0
			470	9:11	26,867	27,9	0
27	22	Желтый	10	8:18	27,6	24,3	0

			30	9:18	27,188	27,6	0
			50	10:18	26,861	29,8	1
			70	11:18	26,663	31,9	1
			90	12:18	26,688	33,2	0
			110	13:18	26,966	34,1	0
			130	14:18	27,456	35	1
			150	15:18	28,094	33,7	1
			170	16:18	28,815	33,1	1
			190	17:18	29,554	30,7	1
			210	18:18	30,255	29	0
			230	19:18	30,842	28,2	0
			250	20:18	31,229	26,3	0
			270	21:18	31,397	24,5	0
			290	22:18	31,382	24,1	0
			310	23:18	31,226	22,8	0
			330	0:18	30,97	22,6	0
			350	1:18	30,642	22,9	0
			370	2:18	30,262	22,5	0
			390	3:18	29,857	22,4	0
			410	4:18	29,451	23,2	0
			430	5:18	29,052	23,9	0
			450	6:18	28,667	23,9	0
			470	7:18	28,314	25,8	0
28	22	Зеленый	10	8:57	27,135	25,8	0
			30	9:57	26,921	26,7	1
			50	10:57	26,753	29,6	1
			70	11:57	26,744	30	1
			90	12:57	26,986	31,3	0
			110	13:57	27,456	33,5	1
			130	14:57	28,069	33,6	0
			150	15:57	28,753	33,2	0
			170	16:57	29,474	31,5	0
			190	17:57	30,195	30,4	0
			210	18:57	30,851	28,5	0
			230	19:57	31,346	26,5	0
			250	20:57	31,616	26,5	0
			270	21:57	31,678	25,8	0
			290	22:57	31,583	26,1	0
			310	23:57	31,387	26,5	0
			330	0:57	31,14	25,9	0

			350	1:57	30,878	25,5	0
			370	2:57	30,611	25,7	0
			390	3:57	30,342	25,2	0
			410	4:57	30,071	26,3	0
			430	5:57	29,803	26,5	0
			450	6:57	29,552	26,5	0
			470	7:57	29,333	26,6	0
29	22	Зеленый	10	10:01	28,698	30,1	1
			30	11:01	28,491	32,1	1
			50	12:01	28,574	32,9	1
			70	13:01	29,05	33,8	1
			90	14:01	29,798	34,6	1
			110	15:01	30,66	35,4	1
			130	16:01	31,561	35,8	1
			150	17:01	32,481	34,4	0
			170	18:01	33,402	34,1	0
			190	19:01	34,248	30,1	0
			210	20:01	34,887	28	0
			230	21:01	35,224	27,1	0
			250	22:01	35,273	26,8	0
			270	23:01	35,107	25,9	0
			290	0:01	34,804	25,5	0
			310	1:01	34,423	24,7	0
			330	2:01	33,992	24,3	0
			350	3:01	33,522	25,2	0
			370	4:01	33,034	27,3	0
			390	5:01	32,56	26,9	0
			410	6:01	32,134	27,7	0
			430	7:01	31,764	28,1	0
			450	8:01	31,442	28,2	0
30	22	Зеленый	10	9:32	28,135	21,1	0
			30	10:32	27,558	25	1
			50	11:32	27,121	26,5	1
			70	12:32	26,973	27,2	0
			90	13:32	27,122	27,2	1
			110	14:32	27,474	26,9	1
			130	15:32	27,912	26,2	0
			150	16:32	28,364	24,9	0
			170	17:32	28,792	23,4	0
			190	18:32	29,157	21	0

			210	19:32	29,391	20,4	0
			230	20:32	29,413	19	0
			250	21:32	29,222	18,8	0
			270	22:32	28,876	17,4	0
			290	23:32	28,427	16,3	0
			310	0:32	27,909	15,9	0
			330	1:32	27,345	15,4	0
			350	2:32	26,749	15,2	0
			370	3:32	26,135	16,5	0
			390	4:32	25,517	18,1	0
			410	5:32	24,922	17,6	0
			430	6:32	24,385	19,1	0
			450	7:32	23,909	20,4	0
31	22	Красный	10	9:52	29,006	32	1
			30	10:52	28,807	33,7	1
			50	11:52	28,913	36,3	1
			70	12:52	29,515	38,1	1
			90	13:52	30,602	37,6	1
			110	14:52	32,03	37,3	1
			130	15:52	33,653	36,6	1
			150	16:52	35,372	34	1
			170	17:52	37,113	31,4	0
			190	18:52	38,736	28,8	0
			210	19:52	39,958	26,9	0
			230	20:52	40,556	25	0
			250	21:52	40,593	23,3	0
			270	22:52	40,238	21,7	0
			290	23:52	39,628	20,5	0
			310	0:52	38,86	19,9	0
			330	1:52	37,99	20,3	0
			350	2:52	37,06	19,8	0
			370	3:52	36,113	18,8	0
			390	4:52	35,177	20,7	0
32	22	Красный	410	5:52	34,258	21,8	0
			430	6:52	33,379	23,1	0
			450	7:52	32,574	23,1	0
			10	10:13	28,427	26,4	1
			30	11:13	28,055	28,1	1
			50	12:13	27,996	27,7	1
			70	13:13	28,326	28,6	0

			90	14:13	28,893	29,1	1
			110	15:13	29,546	28,8	0
			130	16:13	30,225	25	1
			150	17:13	30,9	24,8	1
			170	18:13	31,508	23,5	0
			190	19:13	31,957	21,6	0
			210	20:13	32,142	18,2	0
			230	21:13	32,036	17,7	0
			250	22:13	31,678	17,8	0
			270	23:13	31,137	17,7	0
			290	0:13	30,498	17,8	0
			310	1:13	29,819	18,4	0
			330	2:13	29,134	17,7	0
			350	3:13	28,471	16,6	0
			370	4:13	27,84	16,8	0
			390	5:13	27,227	16,4	0
			410	6:13	26,623	16,6	0
			430	7:13	26,03	16,9	0
			450	8:13	25,458	19	0
33	22	Красный	10	9:13	27,154	25,6	0
			30	10:13	26,631	28,2	1
			50	11:13	26,302	31,3	1
			70	12:13	26,366	32,1	0
			90	13:13	26,913	33,2	1
			110	14:13	27,812	33,4	0
			130	15:13	28,876	31,7	1
			150	16:13	29,973	28,9	1
			170	17:13	31,03	28,2	1
			190	18:13	31,984	26,2	0
			210	19:13	32,767	22,1	0
			230	20:13	33,234	18,2	0
			250	21:13	33,304	17,9	0
			270	22:13	33,02	16,6	0
			290	23:13	32,48	15,6	0
			310	0:13	31,784	14,9	0
			330	1:13	30,997	15,2	0
			350	2:13	30,16	15,8	0
			370	3:13	29,306	15,4	0
			390	4:13	28,47	15,6	0
			410	5:13	27,674	15,8	0

				430	6:13	26,916	17,9	0
				450	7:13	26,207	20,6	0
				470	8:13	25,568	22,6	0

Приложение 2.

Результаты термоизмерений при исследовании трупов в летний период ⁵

№ п/п	Пол	Масса трупа, кг	Цвет тек- стиля	Номер измере- ния t°	Время суток	Темпера- тура в глу- бине ЗТО	Темпера- тура воз- духа	Наличие (1) или отсут- ствие (0) инсоля- ции
1	Жен.	50	Черный	4	10:32	36,863	26,3	1
				9	10:47	36,683	26,1	1
				5	11:02	36,508	26	1
				10	11:17	36,345	25,9	1
				6	11:32	36,197	26,7	1
				11	11:47	36,068	27,1	0
				7	12:02	35,958	27,2	1
				12	12:17	35,866	28,1	1
				8	12:32	35,789	28,1	0
				13	12:47	35,726	29,1	0
				9	13:02	35,672	29,4	1
				14	13:17	35,627	29,4	1
				10	13:32	35,588	29,2	0
				15	13:47	35,556	29,4	0
				11	14:02	35,53	29,3	1
				16	14:17	35,508	29	1
				12	14:32	35,491	28,3	0
				17	14:47	35,479	28,3	0
				13	15:02	35,469	27,8	0
				18	15:17	35,462	27	0
				14	15:32	35,456	26,5	0
				19	15:47	35,451	26,5	0
				15	16:02	35,445	25,9	0
				20	16:17	35,437	25,5	1
				16	16:32	35,426	24,9	0
				21	16:47	35,412	24,6	0
				17	17:02	35,393	25	0
				22	17:17	35,369	24,3	0
				18	17:32	35,34	24,3	1

⁵ В связи с большим количеством произведенных термоизмерений (каждые 3 минуты) в приложении полученные значения температуры представлены выборочно

				23	17:47	35,304	24	0
				19	18:02	35,261	23,8	0
				24	18:17	35,211	23,2	0
2	Жен.	66	Черный	4	10:32	32,883	22,3	1
				9	10:47	32,654	22,7	1
				5	11:02	32,435	23,2	1
				10	11:17	32,23	23,6	1
				6	11:32	32,043	24	1
				11	11:47	31,876	23,8	1
				7	12:02	31,732	24,4	1
				12	12:17	31,614	24,7	1
				8	12:32	31,521	24,8	1
				13	12:47	31,455	25,1	1
				9	13:02	31,416	25,2	1
				14	13:17	31,401	25	1
				10	13:32	31,41	24,7	1
				15	13:47	31,442	24,3	1
				11	14:02	31,494	23,9	1
				16	14:17	31,564	24,2	1
				12	14:32	31,651	24,2	1
				17	14:47	31,753	24,1	1
				13	15:02	31,867	24,4	1
				18	15:17	31,993	23,6	1
				14	15:32	32,128	22,8	1
				19	15:47	32,271	22,5	1
				15	16:02	32,422	22,6	1
				20	16:17	32,579	22,1	1
				16	16:32	32,742	21,2	1
				21	16:47	32,91	21,1	1
				17	17:02	33,082	20,6	1
				22	17:17	33,256	19,9	1
				18	17:32	33,433	19,6	1
				23	17:47	33,61	19,3	0
3	Муж.	58	Черный	4	9:43	34,459	23,8	1
				9	9:58	34,229	24,7	1
				5	10:13	34,004	24,5	1
				10	10:28	33,787	25,6	1
				6	10:43	33,579	25,5	1
				11	10:58	33,384	25,2	1
				7	11:13	33,204	25,2	1

				12	11:28	33,042	25,2	1
				8	11:43	32,899	25,1	0
				13	11:58	32,774	25,9	0
				9	12:13	32,667	25,7	0
				14	12:28	32,576	25,7	1
				10	12:43	32,501	26,4	0
				15	12:58	32,439	26,1	1
				11	13:13	32,388	26	0
				16	13:28	32,348	26,4	0
				12	13:43	32,316	26,3	1
				17	13:58	32,293	26,6	1
				13	14:13	32,276	26,4	1
				18	14:28	32,265	25,9	0
				14	14:43	32,259	25,7	0
				19	14:58	32,256	25,4	1
				15	15:13	32,256	24,8	0
				20	15:28	32,257	24,9	0
				16	15:43	32,26	25,2	1
				21	15:58	32,263	24,5	0
				17	16:13	32,266	24,2	1
				22	16:28	32,268	24	1
				18	16:43	32,269	24,4	0
				23	16:58	32,268	23,8	0
				19	17:13	32,265	23,8	0
				24	17:28	32,26	23,2	0
				29	17:43	32,252	22,6	0
4	Муж.	62	Черный	4	9:27	32,792	22,8	0
				9	9:42	32,568	23,5	0
				5	9:57	32,35	24,3	1
				10	10:12	32,138	24,7	1
				6	10:27	31,934	25,9	1
				11	10:42	31,74	26,9	1
				7	10:57	31,558	27,9	1
				12	11:12	31,391	29	1
				8	11:27	31,243	30,3	1
				13	11:42	31,115	30,7	1
				9	11:57	31,011	30,8	1
				14	12:12	30,93	30,8	0
				10	12:27	30,876	31,1	1
				15	12:42	30,846	31,4	1

				11	12:57	30,84	31,7	1
				16	13:12	30,858	31,7	1
				12	13:27	30,897	32,4	1
				17	13:42	30,956	32,5	1
				13	13:57	31,031	32,6	1
				18	14:12	31,121	32,2	1
				14	14:27	31,224	31,9	0
				19	14:42	31,337	32,1	0
				15	14:57	31,459	31,6	0
				20	15:12	31,587	31,8	0
				16	15:27	31,722	31,8	0
				21	15:42	31,86	31,5	1
				17	15:57	32	30,7	1
				22	16:12	32,143	30,8	1
				18	16:27	32,286	30,6	0
				23	16:42	32,43	29,4	1
				19	16:57	32,574	28,4	1
				24	17:12	32,717	27,9	0
				29	17:27	32,859	26,8	1
				34	17:42	32,999	25,7	1
				39	17:57	33,135	25	0
5	Муж.	83	Черный	4	9:29	36,588	22,7	0
				9	9:44	36,429	23	1
				5	9:59	36,267	23,4	1
				10	10:14	36,103	23,7	1
				6	10:29	35,938	23,6	1
				11	10:44	35,773	23,7	0
				7	10:59	35,61	23,9	1
				12	11:14	35,45	24,5	0
				8	11:29	35,296	25,6	0
				13	11:44	35,149	25,5	0
				9	11:59	35,01	26,1	1
				14	12:14	34,881	26	0
				10	12:29	34,761	25,8	0
				15	12:44	34,651	27	1
				11	12:59	34,552	27,6	1
				16	13:14	34,461	27	0
				12	13:29	34,381	27,1	0
				17	13:44	34,309	27,1	1
				13	13:59	34,245	27,1	1

				18	14:14	34,19	27	0
				14	14:29	34,143	27	0
				19	14:44	34,102	27	0
				15	14:59	34,068	26,6	1
				20	15:14	34,04	26,6	0
				16	15:29	34,018	26,1	1
				21	15:44	34	25,8	0
				17	15:59	33,986	25,8	0
				22	16:14	33,976	25,6	1
				18	16:29	33,969	25,3	0
				23	16:44	33,965	24,5	0
				19	16:59	33,962	24	1
				24	17:14	33,96	22,5	1
				29	17:29	33,959	22,5	1
				34	17:44	33,957	22,3	1
6	Муж.	77	Черный	4	9:56	34,547	22,6	1
				9	10:11	34,345	23,5	1
				5	10:26	34,145	24,4	0
				10	10:41	33,948	24,8	1
				6	10:56	33,757	24,4	1
				11	11:11	33,571	24,5	1
				7	11:26	33,394	25,3	1
				12	11:41	33,228	26,4	0
				8	11:56	33,073	26,6	0
				13	12:11	32,931	26,5	1
				9	12:26	32,804	26,7	0
				14	12:41	32,69	27,1	0
				10	12:56	32,591	27,8	1
				15	13:11	32,505	28,2	1
				11	13:26	32,432	28,8	1
				16	13:41	32,372	28,4	1
				12	13:56	32,323	28,1	0
				17	14:11	32,285	28	0
				13	14:26	32,258	27,7	0
				18	14:41	32,239	27,4	1
				14	14:56	32,229	27,4	0
				19	15:11	32,226	27,5	0
				15	15:26	32,231	27,4	0
				20	15:41	32,241	27,2	0
				16	15:56	32,257	26,8	1

				21	16:11	32,277	26,5	0
				17	16:26	32,301	26,3	0
				22	16:41	32,328	25,9	0
				18	16:56	32,358	24,9	0
				23	17:11	32,389	24,8	0
				19	17:26	32,422	24,2	0
				24	17:41	32,456	22,9	0
				29	17:56	32,49	22,3	0
				34	18:11	32,523	22	0
7	Муж.	74	Белый	4	9:10	31,434	14,8	0
				9	9:25	31,155	15,5	0
				5	9:40	30,881	15,6	0
				10	9:55	30,61	16,2	1
				6	10:10	30,343	16,4	1
				11	10:25	30,082	17,2	1
				7	10:40	29,827	17,2	1
				12	10:55	29,581	17	1
				8	11:10	29,345	17,5	0
				13	11:25	29,121	17,5	1
				9	11:40	28,91	17,8	1
				14	11:55	28,713	17,7	0
				10	12:10	28,53	17,4	1
				15	12:25	28,361	17,3	0
				11	12:40	28,207	17,1	1
				16	12:55	28,066	17,3	0
				12	13:10	27,938	17,4	0
				17	13:25	27,822	17,1	0
				13	13:40	27,717	16,5	0
				18	13:55	27,621	16,1	0
				14	14:10	27,534	16,9	0
				19	14:25	27,453	16,7	1
				15	14:40	27,379	16,7	0
				20	14:55	27,309	16,5	0
				16	15:10	27,242	16,4	0
				21	15:25	27,178	16,8	0
				17	15:40	27,116	17,2	1
				22	15:55	27,056	16,9	0
				18	16:10	26,997	16,9	0
				23	16:25	26,939	16,9	0
				19	16:40	26,882	17	1

				24	16:55	26,825	16,8	1
				29	17:10	26,769	16,2	0
				34	17:25	26,714	15,4	0
				39	17:40	26,66	15,3	1
8	Муж.	66	Белый	4	10:31	34,201	23,9	1
				9	10:46	34,034	24,6	1
				5	11:01	33,872	25,1	1
				10	11:16	33,719	26,5	1
				6	11:31	33,575	27,6	1
				11	11:46	33,443	27,6	1
				7	12:01	33,326	28,2	1
				12	12:16	33,226	27,7	1
				8	12:31	33,142	27,4	1
				13	12:46	33,077	26,9	1
				9	13:01	33,032	26,7	1
				14	13:16	33,005	26,9	1
				10	13:31	32,996	26,1	1
				15	13:46	33,006	25,6	1
				11	14:01	33,031	25,7	1
				16	14:16	33,071	25,2	1
				12	14:31	33,125	25	1
				17	14:46	33,189	25,8	1
				13	15:01	33,264	25,8	1
				18	15:16	33,348	25,4	1
				14	15:31	33,439	24	1
				19	15:46	33,536	23,9	1
				15	16:01	33,638	23,4	1
				20	16:16	33,745	23,4	1
				16	16:31	33,855	23,5	1
				21	16:46	33,97	22,7	1
				17	17:01	34,086	22,8	0
				22	17:16	34,205	22,8	1
				18	17:31	34,325	22,3	1
				23	17:46	34,446	22,5	0
9	Муж.	81	Белый	4	10:14	36,475	25,3	1
				9	10:29	36,316	25,9	1
				5	10:44	36,157	26,2	1
				10	10:59	35,999	26,6	1
				6	11:14	35,846	27,1	1
				11	11:29	35,701	27,8	1

			7	11:44	35,565	27,4	1
			12	11:59	35,44	28	1
			8	12:14	35,33	28,6	1
			13	12:29	35,233	28	1
			9	12:44	35,151	28,6	1
			14	12:59	35,082	28,7	0
			10	13:14	35,027	28,6	0
			15	13:29	34,983	28,7	1
			11	13:44	34,949	28,1	0
			16	13:59	34,925	28,2	1
			12	14:14	34,91	28,4	0
			17	14:29	34,901	28,8	1
			13	14:44	34,899	28,2	0
			18	14:59	34,903	27,9	0
			14	15:14	34,911	28,6	1
			19	15:29	34,924	28,4	1
			15	15:44	34,939	28,3	0
			20	15:59	34,958	28,3	1
			16	16:14	34,979	27,8	0
			21	16:29	35,003	26,7	0
			17	16:44	35,027	26,7	0
			22	16:59	35,053	26,3	0
			18	17:14	35,08	25,5	0

Приложение 3.

Листинг программы для количественной оценки яркости сканированных образцов текстильных тканей на языке Object Pascal для интегрированной среды Delphi (программа «*color.exe*»)

Файл *color.dpr* (файл проекта):

```
program color;

uses
  Forms,
  BrtFrm in 'BrtFrm.pas' {Form1};

{$R *.RES}

begin
  Application.Initialize;
  Application.CreateForm(TForm1, Form1);
  Application.Run;
end.
```

Файл *BrtFrm.pas* (код программы):

```
unit BrtFrm;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  jpeg, ExtCtrls, StdCtrls, Buttons, StrUtils;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Image1: TImage;
    Shape1: TShape;
    Edit1: TEdit;
    OpenFileDialog1: TOpenDialog;
    BitBtn1: TBitBtn;
    Label1: TLabel;
    procedure Image1MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
      Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
    procedure Image1MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
      Y: Integer);
    procedure Image1MouseUp(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
      Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;
  xx,yy : integer;

implementation

{$R *.DFM}
```

```

procedure TForm1.Image1MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
  Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin //левый верхний угол рамки при нажатии на лев.кнопку мыши
  XX := X;
  YY := Y;
  Shape1.Top := YY;
  Shape1.Left := XX;
  Shape1.Height := 1;
  Shape1.Width:= 1;
  Shape1.Visible := True;
  Shape1.Pen.Width := 2;
  Shape1.pen.Mode := tPenMode(3);

end;

procedure TForm1.Image1MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
  Y: Integer);
var
  color : longint;
begin // перемещение правого нижнего угла мышью
  IF ssLeft in shift Then Begin
    Shape1.Height := y-yy;
    Shape1.Width:= x-xx;
  end;
  color := image1.Picture.Bitmap.Canvas.Pixels[x,y];
end;

procedure TForm1.Image1MouseUp(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
  Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
var RGBColor : LongInt;
  YarkSum, counter, yark :Int64;
begin // перевод изобр.внутри рамки из цветного в град.серого
  Yark := 0;
  YarkSum := 0;
  For x:=xx to xx + form1.Shape1.Width Do
  For y:=yy to yy + form1.Shape1.Height Do
  Begin
    RGBColor := (image1.Picture.Bitmap.Canvas.Pixels[x,y]);
    Yark := Trunc((((RGBColor shr 16)and 255 )+
      ((RGBColor shr 8) and 255)+
      (RGBColor and 255)) /3);
    YarkSum := YarkSum + Yark;
    INC(counter);
    image1.Picture.Bitmap.Canvas.Pixels[x,y]:=yark+(yark shl 8)+(yark shl 16);
  end;
  Edit1.Text := inttostr((YarkSum div counter)*100 div 255);
end;

procedure TForm1.BitBtn1Click(Sender: TObject);

var
  jpegImage : TJpegImage;
  Bitmap : TBitmap;
begin // выбор изображения
  OpenFileDialog1.InitialDir := getCurrentDir();
  If OpenFileDialog1.Execute Then Begin
    If UpperCase(RightStr (OpenFileDialog1.FileName,3)) = 'JPG' Then Begin
      jpegImage := TJpegImage.Create;
      jpegImage.LoadFromFile(OpenFileDialog1.FileName);
      image1.Picture.Bitmap.Create;
      image1.Picture.Bitmap.Assign(JPegImage);
    end else begin

```

```

    Bitmap := TBitmap.Create;
    Bitmap.LoadFromFile(OpenDialog1.FileName);
    image1.Picture.Bitmap.Create;
    image1.Picture.Bitmap.Assign(Bitmap);
end;
end;
end;

end.

```

Файл *BrtFrm.dfm* (окно программы в текстовом виде):

```

object Form1: TForm1
  Left = 403
  Top = 257
  Width = 440
  Height = 335
  Caption = 'Ððêîíðü'
  Color = clBtnFace
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -16
  Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Font.Style = [fsBold]
  OldCreateOrder = False
  Position = poScreenCenter
  OnCreate = FormCreate
  PixelsPerInch = 96
  TextHeight = 20
  object Image1: TImage
    Left = 0
    Top = 0
    Width = 257
    Height = 233
    OnMouseDown = Image1MouseDown
    OnMouseMove = Image1MouseMove
    OnMouseUp = Image1MouseUp
  end
  object Shape1: TShape
    Left = 39
    Top = 13
    Width = 66
    Height = 100
    Brush.Style = bsClear
    Pen.Color = clWhite
    Pen.Style = psDot
    Visible = False
  end
  object Label1: TLabel
    Left = 296
    Top = 104
    Width = 101
    Height = 20
    Caption = 'ÿðêîíðü (%)'
  end
  object Edit1: TEdit
    Left = 293
    Top = 126
    Width = 108
    Height = 28
    TabOrder = 0
  end
end

```

```

object BitBtn1: TBitBtn
  Left = 160
  Top = 240
  Width = 145
  Height = 41
  Caption = 'Îòêðùòü ôàée'
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -16
  Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Font.Style = [fsBold]
  ParentFont = False
  TabOrder = 1
  OnClick = BitBtn1Click
end
object OpenDialog1: TOpenDialog
  DefaultExt = '*.jpg;*.bmp;*.tif'
  Left = 432
  Top = 56
end
end

```