

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ДАВНОСТИ СМЕРТИ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ВНЕШНИХ ТЕМПЕРАТУР

Рыкунов И.А.¹, Найденова Т.В.², Халиков А.А.³, Халикова Л.В.³

¹ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия Минздрава России», Ижевск, e-mail: izhsudmed@hotmail.com;

²БУЗ УР «Бюро судебно-медицинской экспертизы Минздрава УР», Ижевск, e-mail: izhsudmed@hotmail.com;

³ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» МЗ РФ, Уфа, e-mail: airat.expert@mail.ru

Определение давности смерти человека, являясь одним из важнейших вопросов, поставленных работниками следствия и суда на разрешение судебно-медицинской экспертизе, производится на основании новейших достижений науки и техники. Одним из надежнейших способов, достаточно хорошо разработанным методически и методологически, является термометрия трупа. Для расчетного способа определения давности смерти по температуре мертвого тела создано большое количество математических моделей, самые точные из которых основаны на описании динамики постмортального охлаждения экспоненциальной зависимостью. Пожалуй, самой известной математической моделью следует признать формулу С. Henssge, положенную в основу медицинской технологии термометрического определения давности смерти, официально разрешенной к применению на территории Российской Федерации в 2011 г. Ограничением действующей технологии является условие использования ее только при положительных внешних температурах. В представленной статье демонстрируется причина ограниченности действующей технологии, которая в условиях отрицательных внешних температур обусловлена неверным определением величины постоянной регулярной стадии охлаждения (τ_1) на основе формул, приведенных в технологии. Авторы считают, что для верного установления значения термической константы (τ_1) необходимо применение адаптивного подхода, реализуемого за счет итеративного подбора указанной константы по критерию полного совпадения диагностической выборки процесса охлаждения трупа и его тренда, моделируемого математически. Расчет давности смерти с использованием «оптимизированного» значения (τ_1) позволяет производить расчет давности смерти человека в условиях отрицательных внешних температур с точностью, соответствующей той, которая указана в медицинской технологии.

Ключевые слова: давность смерти, охлаждение трупа, отрицательная внешняя температура, моделирование, медицинская технология, расчет, термические константы, определение

ON THE DETERMINATION OF THE TIME OF HUMAN DEATH UNDER CONDITIONS OF NEGATIVE EXTERNAL TEMPERATURES

Rikunov I.A.¹, Naydenova T.V.², Khalikov A.A.³, Khalikova L.V.³

¹«Izhevsk state medical academy of Ministry of Healthcare of Russia», Izhevsk, e-mail: izhsudmed@hotmail.com;

²«The forensic medical examination Bureau», Izhevsk, e-mail: izhsudmed@hotmail.com;

³«Bashkyrsky state medical university of Ministry of Healthcare of Russia», Ufa, e-mail: airatexpert@mail.ru

The determination of the time of death of a person, being one of the most important questions posed by the workers of the investigation and the court to allow forensic examination, is made on the basis of the latest achievements of science and technology. One of the most reliable methods, well-developed methodologically, is the thermometry of a corpse. For the computational method for determining the time of death from the temperature of a dead body, a large number of mathematical models have been created, the most accurate of which are based on the description of the dynamics of post-mortal cooling by an exponential dependence. Perhaps the most famous mathematical model is the C.Henssge formula, which forms the basis of the medical technology for thermometric determination of the duration of death officially authorized for use in the territory of the Russian Federation in 2011. A limitation of the current technology is the condition of using it only at positive external temperatures. This article demonstrates the reason for the limitations of the current technology, which, in conditions of negative external temperatures, is due to an incorrect definition of the value of the constant regular cooling stage (τ_1) based on the formulas given in the technology. The authors believe that in order to correctly determine the value of the thermal constant (τ_1), it is necessary to use an adaptive approach, implemented through an iterative selection of the specified constant according to the criterion of complete coincidence of the diagnostic sample of the body cooling process and its trend mathematically. The calculation of the age of death using the «optimized» value (τ_1) allows the calculation of the age of death of a person under negative external temperatures with an accuracy corresponding to that specified in medical technology.

Keywords: time of death, cooling of a corpse, negative external temperature, modeling, medical technology, calculation, thermal constants, definition

В судебной медицине определение давности смерти человека всегда являлось одним из важнейших вопросов среди тех, которые подлежат разрешению в ходе экспертизы мертвого тела [1]. Как уже неоднократно указывалось [1, 2], именно от ответа на вопрос, как давно тело мертво, зависят перечень лиц, попавших под подозрение в совершении преступления, либо список тех, кто совершить его не мог. Учитывая особую важность максимально точного установления времени смерти человека, судебно-медицинская экспертиза производит исследование мертвого тела, используя самые новые, самые передовые методы. Это касается как используемых методик, так и их аппаратного сопровождения [3].

В настоящее время в судебной медицине разработано большое количество способов инструментального измерения скорости охлаждения мертвого тела, характер и особенности которого описаны различными математическими моделями в зависимости от комплекса индивидуальных факторов, присущих конкретному мертвому телу, и общих условий нахождения его во внешней среде [4].

Доказано, что предпочтительными в плане точности являются модели, использующие в своей основе экспоненциальную зависимость [5]. Детально проанализирована их работа непосредственно в ходе осмотра места происшествия и трупа на месте его обнаружения. Изучена зависимость точности получаемых результатов от инструментальной погрешности использованных термоизмерителей [6] и возможных нарушений исследовательской процедуры. Это позволило разработать технологию термометрического исследования мертвого тела [7], учитывающую современное оснащение бюро судебно-медицинской экспертизы измерительными средствами, и регламентировать процедуру изучения трупа на месте его обнаружения [8] в ходе действий, проводимых сотрудниками правоохранительных органов на месте происшествия.

Все изложенное выше позволяет утверждать, что проблема термометрического исследования мертвого тела для целей диагностики давности смерти хорошо знакома судебным медикам и является в достаточной мере разработанной. Тем не менее остается мало изученным ряд проблем, которые ограничивают применимость термометрических методик. Одной из таких проблем является нахождение трупа в условиях отрицательных внешних температур. Указанное обстоятельство не является очевидным, поскольку о невозможности использования традиционных способов математического расчета давности смерти практикующие судебно-медицинские эксперты чаще всего узнают непосредственно

при попытке произвести определение давности смерти человека, труп которого был обнаружен в условиях «минусовых» температур. Так, в частности, номограммы С. Hennsge [цит. по 2], хорошо знакомые экспертам, работают только при температурах окружающей среды не ниже -10°C , а использование рекомендаций Е.О. Нацента [2] в большей степени применимо к трупу, длительное время находившемуся при отрицательных температурах, успевшему оледенеть, и суждение, высказываемое экспертом в такой ситуации, отражает не значение давности смерти человека, а минимальное время нахождения трупа в условиях обнаружения мертвого тела [2].

Действующая медицинская технология [9], рекомендованная к применению в ходе процедуры осмотра места происшествия, предусматривает расчетное определение давности смерти на основе аналитического решения двухэкспоненциальной модели С. Hennsge, предложенного В.А. Куликовым [4] для положительных внешних температур. Важной положительной особенностью технологии является применение краниоцефальной термометрии, что расширяет диагностические возможности метода по причине использования ее на ранних сроках посмертного периода. Указанная особенность технологии неоднократно доказала свою ценность, и авторы настоящей статьи полагают, что расширение ее функционала на область отрицательных температур будет способствовать объективному решению вопросов, поставленных на разрешение судебно-медицинской экспертизы работниками следствия и суда.

Вышеуказанное позволило определить цель настоящего исследования: изучение возможностей математического моделирования краниоцефальной температуры трупа на ранних сроках посмертного периода при отрицательных внешних температурах с разработкой рекомендаций по определению давности смерти человека в этих условиях.

Материал и методы исследования

Исследование проведено на практическом судебно-медицинском материале – изучены 22 трупа лиц обоего пола различного возраста, смерть которых произошла в условиях отрицательных внешних температур в присутствии свидетелей, которые точно могли указать время ее наступления. Как правило, местом смерти являлись тротуарная дорожка на улице, площадка перед дверями подъезда дома, где проживали умершие, парковка автотранспорта около магазина и т.п. Во всех случаях наступление смерти было обусловлено ненасильственными причинами (как правило, заболеваниями сердечно-сосудистой системы). Первоначальный замер температуры трупа и окружающего труп воздуха осуществляли непосредственно на месте происшествия с помощью «Прибора судебно-медицинского эксперта» [6], входящего в состав набора инструментария, с которым эксперты выезжают для участия в следственных действиях. Незамедлительно по окончании процедуры осмотра

места происшествия и трупа на месте его обнаружения мертвое тело перемещали в Бюро судебно-медицинской экспертизы Министерства здравоохранения Удмуртской Республики. В Бюро СМЭ тело помещали в температурные условия, аналогичные тем, которые были на месте наступления смерти. Обычно труп укладывали под навесом помещения для приема мертвых тел, что обеспечивало поддержание уличной температуры, в то же время защищая тело от засыпания снегом.

Для длительного компьютерного мониторинга постмортального охлаждения использовали устройство контроля температуры (электронный термометр) УКТ-038 (ПО «Овен» г. Москва) с подключенными к нему четырьмя медными термопреобразователями сопротивления, выполненными по ГОСТ 6651-94 (2 игольчатых и 2 тупоконечных датчика температуры) (рис. 1).

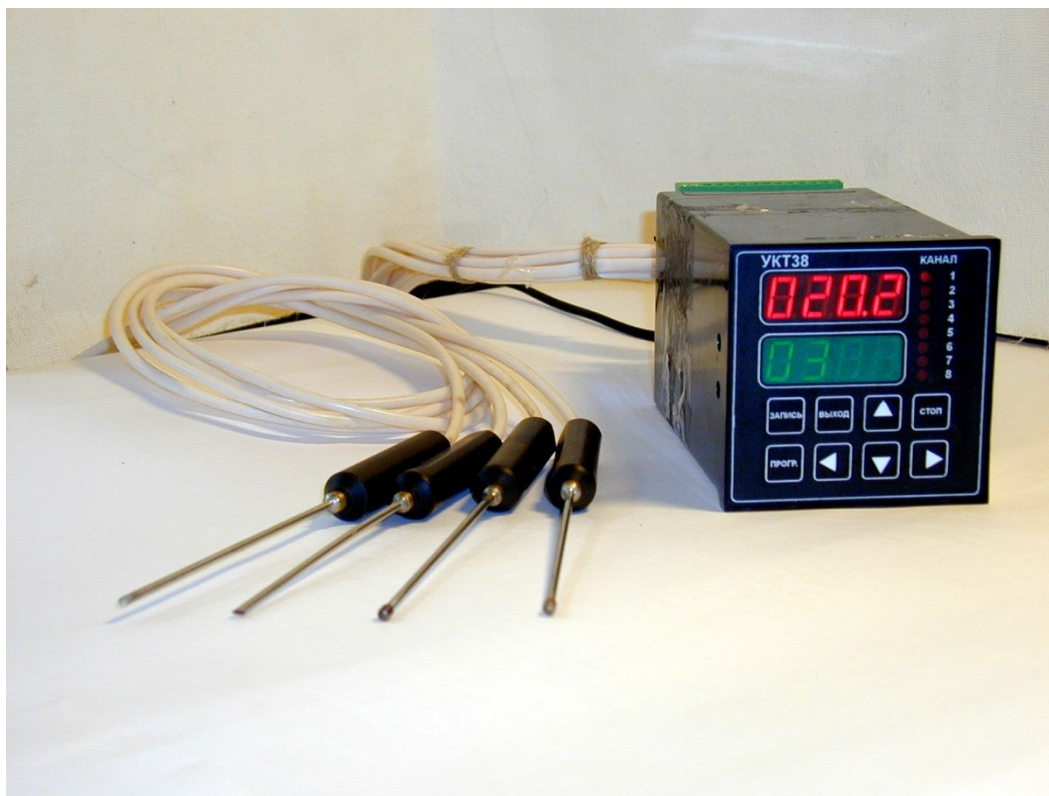


Рис. 1. Внешний вид многоканального электронного измерителя УКТ-038

Один остроконечный датчик вводили в диагностическую зону – полость черепа, где и оставляли на все время мониторинга. Второй игольчатый датчик располагали на уровне головы трупа таким образом, чтобы не касаться тела и предметов окружающей обстановки. Такое расположение датчика обеспечивало объективный контроль над температурой окружающей среды. Два тупоконечных датчика фиксировали полосами из медицинского лейкопластыря к щекам трупа для измерения поверхностной температуры мертвого тела. Измерение температур осуществляли через каждые 30 мин до достижения 18 ч после наступления смерти человека.

Основной задачей такого мониторинга было создание «диагностической выборки процесса» [2], как можно более точно отражающей изменения, происходящие с температурой тела человека после наступления его смерти, если труп длительное время находится при отрицательных внешних условиях.

Полученные цифровые значения температур вводили в программу Microsoft Excel, где таким способом была сформирована база данных, подвергнутая в последующем обработке средствами использованного табличного редактора.

Результаты исследования и их обсуждение

Как указано в литературе [4, 7–9], для характеристики скорости охлаждения мертвого тела на регулярном его этапе наиболее целесообразно руководствоваться безразмерной характеристикой – постоянной времени экспоненты регулярной стадии остывания (τ_1).

Расчет (τ_1) возможен двумя способами.

По первому способу используют выражение (1), разработанное В.А. Куликовым [4]:

$$\tau_1 = \frac{\Delta\tau}{\ln\left(\frac{T_1 - T_c}{T_2 - T_c}\right)} \quad (1)$$

где T_1 и T_2 – температура трупа на момент первого (1) и второго (2) измерения, °С;
 T_c – температура окружающей среды (воздуха), °С;
 $\Delta\tau$ – интервал времени между замера температуры, ч.

По второму способу [4] определение (τ_1) производят путем построения температурного тренда и описания его простой экспоненциальной зависимостью вида $y = T \times e^{-ax}$, где y – значение температуры в конкретный момент времени; T – температура на момент начала исследования (прижизненная); x – время; a – коэффициент, характеризующий наклон тренда и, соответственно, темп посмертного охлаждения.

Расчет термической постоянной (τ_1) при этом осуществляют по выражению (2):

$$\tau_1 = \frac{1}{a} \times \frac{1}{b}; \quad b = \frac{60}{c} \quad (2)$$

где τ – термическая постоянная;
 b – шаг измерения, мин;
 c – интервал между измерениями температуры, мин.

Однако при попытке оценки скорости охлаждения трупа с помощью указанных выражений мы столкнулись с существенными затруднениями, которые иллюстрируем следующим практическим наблюдением.

Термометрию трупа (наблюдение № 12) проводили в интервале от 0,5 до 18,5 ч посмертного периода. Труп при этом находился в условиях температуры окружающей среды

около -23°C , одетый соответственно времени года (декабрь).

Динамика охлаждения мертвого тела представлена на рисунке 2.

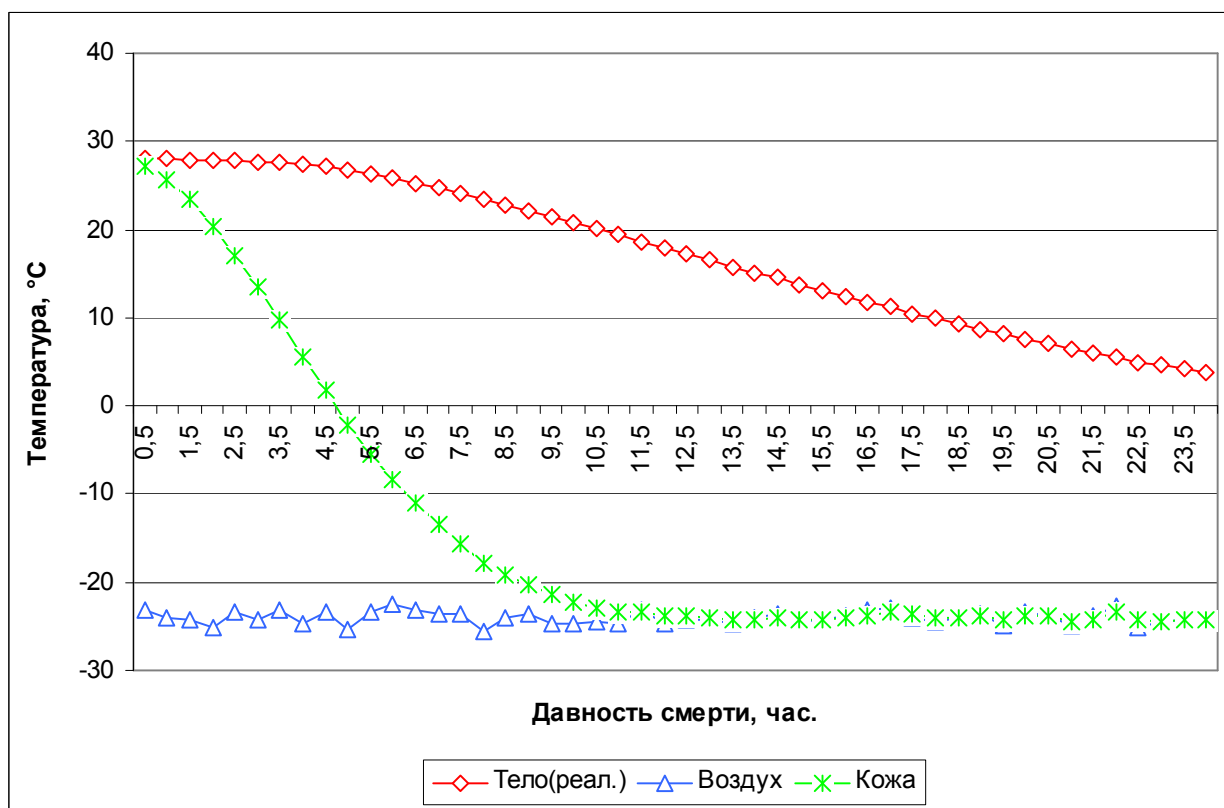


Рис. 2. Динамика охлаждения трупа (краниоцефальная термометрия)

На сроке давности наступления смерти, равном 4,0 и 4,5 ч, получены значения температур $27,4^{\circ}\text{C}$ и $27,1^{\circ}\text{C}$ при температуре окружающей среды, равной $-24,7^{\circ}\text{C}$.

Как несложно убедиться, простое использование первого способа расчета (выражение 1) приводит к получению значения (τ_1), равного 86,6.

Второй способ расчета (выражение 2) привел к получению значения (τ_1), равного 48,1.

Какое же из них является верным?

Проверим верность, используя аналитическое решение, рекомендуемое уже указанной ранее технологией к практическому применению. Коэффициент K , как рекомендует технологией, установим равным 7,0. В качестве прижизненной температуры тела (T_0) примем значение глубокой температуры трупа (T_T) на момент начала мониторинга.

При (τ_1), равном 86,6, расчетное значение давности смерти соответствует 27,6 ч.

При (τ_1), равном 48,1, расчетное значение давности смерти соответствует 14,5 ч.

Для того чтобы понять причины столь существенного отклонения расчетного значения давности смерти от реальной величины (4,0 ч), провели моделирование динамики посмертного снижения температуры трупа в сопоставлении с реальными значениями температур (рис. 3).

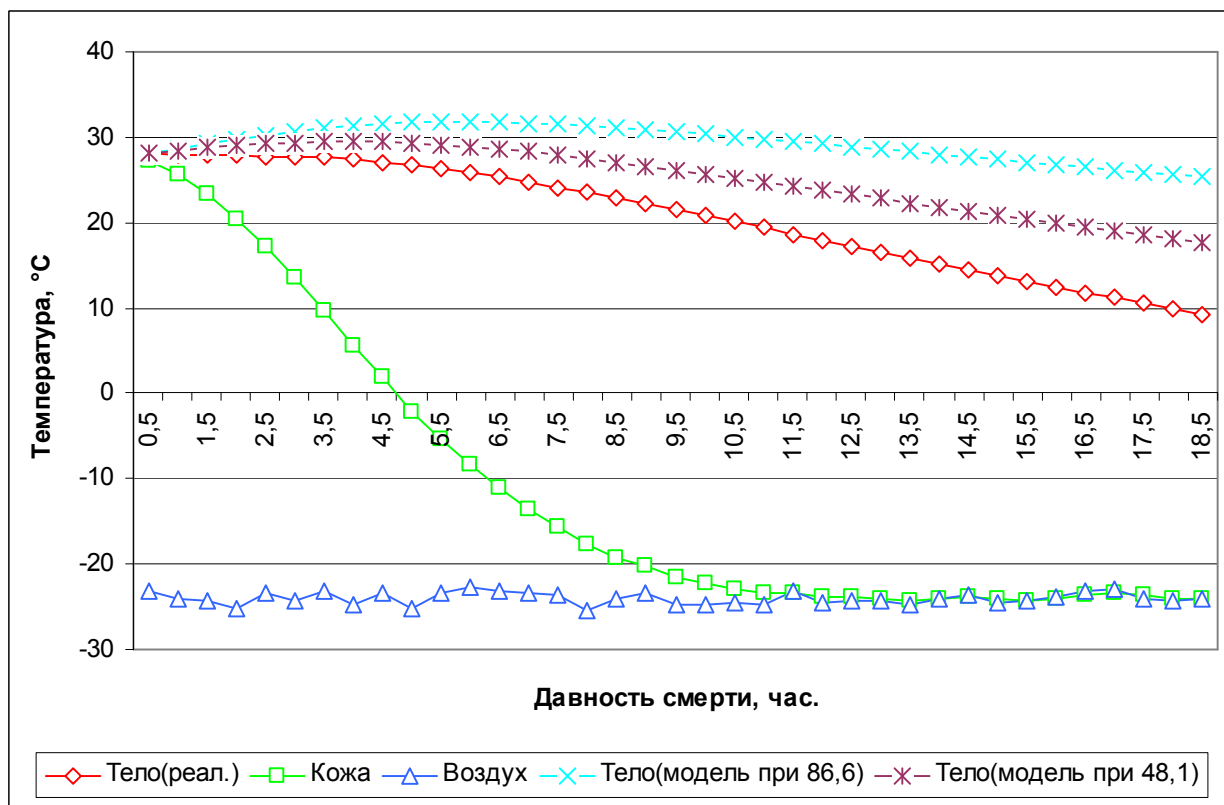


Рис. 3. Результаты математического моделирования при (τ_1) 86,6 и 48,1 в сопоставлении с реальной температурой тела

В обоих случаях моделирования (при τ_1 , равном 86,6 и 48,1) отмечено значительное расхождение между реальным и расчетными температурными трендами (рис. 3).

Получение таких результатов означает, что величины термической постоянной (τ_1) определены неверно. Отсюда следует второй вывод, что указанные способы расчета термической постоянной (τ_1) однозначно не подходят для случаев нахождения трупа в условиях отрицательных внешних температур.

Как видно из приведенного примера, использование традиционных способов расчета скорости охлаждения трупа при нахождении его в зоне «минусовых» температур может привести к ошибочному суждению о величине давности смерти, причем ошибка определения может измеряться несколькими часами!

По нашему мнению, более правильным в подобных условиях является использование способов «адаптивного подхода» к установлению величины термической постоянной (τ_1).

Так, в частности, А.В. Малковым и А.Ю. Вавиловым [10–13] разработан способ установления истинной (индивидуальной) величины термической постоянной K [14] итеративным путем по критерию совпадения диагностической выборки процесса и моделируемого температурного тренда глубоких температур исследуемого мертвого тела. Полагаем, что аналогичный подход может быть использован и в рассматриваемой нами

ситуации при K , установленной в качестве константы (значение, равное 7,0 [15]), и итеративно определяемой величине постоянной (τ_1), что и было нами произведено далее.

Результаты «адаптивного» определения величины (τ_1) показали, что наиболее точное соответствие реального и моделируемого температурных трендов в конкретной рассматриваемой ситуации (наблюдение № 12) достигается при величине термической постоянной (τ_1), равной 32 (рис. 4).

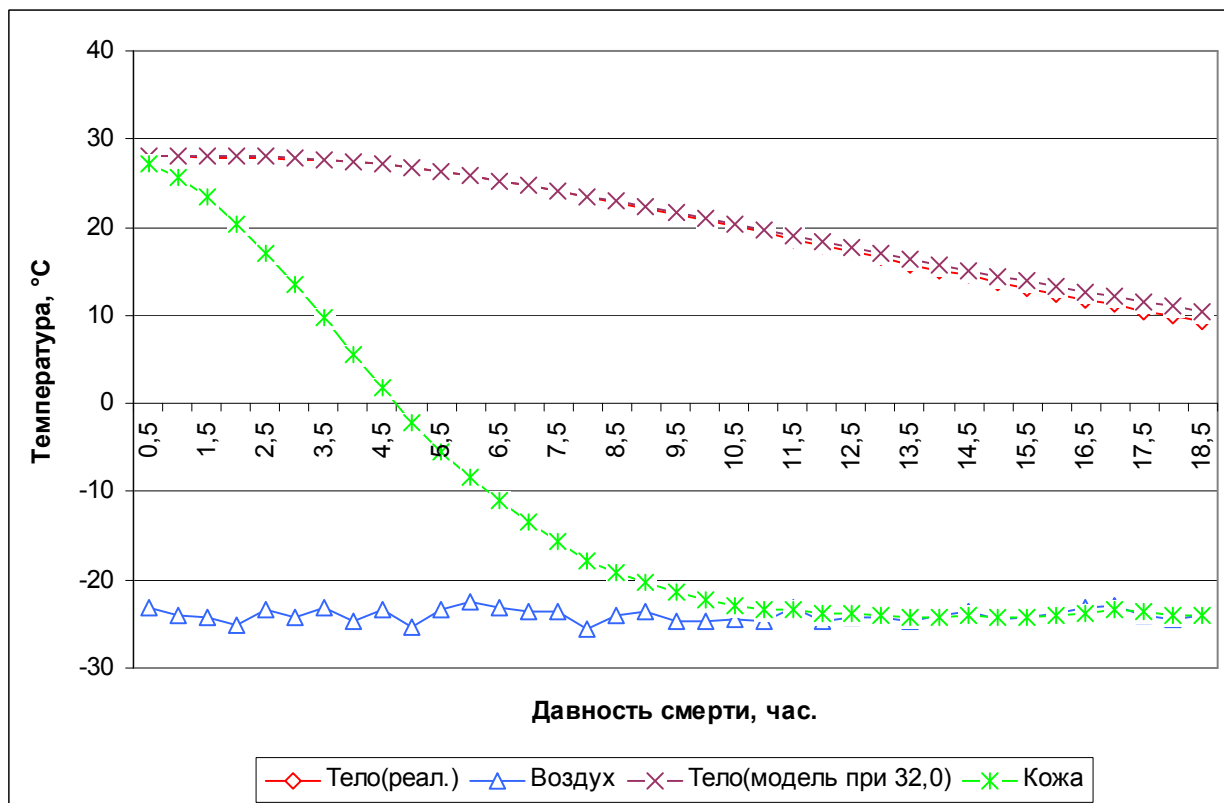


Рис. 4. Результаты математического моделирования при (τ_1), установленной итеративным путем, в сопоставлении с реальной температурой тела

Небольшое расхождение реального и моделируемого температурных трендов отмечено только ближе к концу моделирования, что, возможно, следует объяснять неполным соответствием значения коэффициента K , который мы не подбирали, а установили в качестве фиксированной величины, без учета реальных особенностей мертвого тела.

Значение давности смерти, рассчитанное по действующей технологии, с использованием установленного «адаптивным» путем значения (τ_1), соответствовало 4,9 ч. Диапазон погрешности, определенный с использованием выражения (7) технологии [9], – от 2,9 ч до 7,1 ч, что полностью совпадает с реальным значением давности смерти (4,0 ч).

Полагаем, что в перспективе использование разработанного способа итеративного поиска тепловых констант, примененного для двух коэффициентов – K и τ_1 , возможно, еще в большей степени повысит точность осуществляемых расчетов.

Однако уже на данном этапе разработки проблемы считаем возможным сделать ряд выводов с рекомендациями по повышению точности определения давности смерти человека при обнаружении его трупа в условиях отрицательных температур.

Выводы

1. Определение давности наступления смерти человека термометрическим способом возможно и при отрицательных температурах, существенно более низких, чем -10°C , указанные в номограммах С. Hennsge. Однако в рамках действующей медицинской технологии [9] прямое использование формульного расчета скорости охлаждения трупа при отрицательных внешних температурах сопровождается ошибочным определением величины термической постоянной регулярной стадии охлаждения (τ_1), что может привести и к ошибочному определению значения давности смерти. При этом погрешность определения давности смерти может измеряться десятками часов.
2. Применение «адаптивного подхода» [10] к установлению величины (τ_1) позволяет использовать действующую медицинскую технологию в условиях отрицательных внешних температур для определения границ давности наступления смерти регламентированным способом.
3. На месте проведения осмотра трупа необходимо осуществлять длительное его термометрирование (на протяжении 1–2 ч) с формированием 4 или 5 последовательных замеров температур через одинаковые интервалы времени. Полученную «выборку процесса» рекомендуется использовать для математического моделирования охлаждения трупа с итеративным подбором термических постоянных (K и τ_1) по критерию совпадения реального и моделируемого температурных трендов. Для финального расчета давности смерти следует применять значения термических постоянных (K и τ_1), полученные в ходе использования указанного «адаптивного подхода».

Список литературы

1. Витер В.И., Вавилов А.Ю., Малков А.В., Кузовков А.В. Диагностика давности смерти термометрическим способом: актуальность и состояние проблемы // Проблемы экспертизы в медицине. 2012. Т. 12. № 1-2 (45-46). С. 42-45.
2. Новиков П.И., Швед Е.Ф., Нацентов Е.О., Коршунов Н.В., Вавилов А.Ю. Моделирование процессов в судебно-медицинской диагностике давности наступления смерти / Федеральное агентство по здравоохранению и социальному развитию, Уральская государственная медицинская академия дополнительного образования, Ижевская государственная медицинская академия. Челябинск. Ижевск, 2008. 312 с.

3. Куликов В.А., Вавилов А.Ю. Возможности программных и аппаратных реализаций термометрического способа диагностики давности смерти человека // Проблемы экспертизы в медицине. 2013. Т. 13. № 3 (51). С. 5-8.
4. Вавилов А.Ю., Халиков А.А., Щепочкин О.В. Судебно-медицинские аспекты посмертной термодинамики. Ижевск-Уфа: «Экспертиза», 2004. 80 с.
5. Вавилов А.Ю., Халиков А.А. О минимизации ошибок термометрического метода определения давности смерти // Проблемы экспертизы в медицине. 2009. Т. 9. № 1 (33). С. 11-14.
6. Куликов В.А., Вавилов А.Ю. Прибор судебно-медицинского эксперта // Медицинская экспертиза и право. 2013. № 6. С. 59-61.
7. Вавилов А.Ю. Судебно-медицинская диагностика давности смерти термометрическим методом // Медицинская экспертиза и право. 2010. № 1. С. 25-29.
8. Вавилов А.Ю., Витер В.И., Кильдюшов Е.М., Куликов В.А. Решение проблемы диагностики давности наступления смерти в раннем посмертном периоде // Судебная экспертиза. 2012. № 2 (30). С. 117-126.
9. Кильдюшов Е.М., Вавилов А.Ю., Куликов В.А. Диагностика давности наступления смерти термометрическим способом в раннем посмертном периоде (новая медицинская технология) // Вестник судебной медицины. 2012. Т. 1. № 1. С. 19-23.
10. Малков А.В., Вавилов А.Ю. Об "оптимизации" коэффициентов, используемых в математических моделях диагностики давности смерти температурным способом // Проблемы экспертизы в медицине. 2011. Т. 11. № 1-2 (41-42). С. 12-14.
11. Вавилов А.Ю., Малков А.В. О повышении точности определения давности смерти тепловым методом // Медицинская экспертиза и право. 2011. № 4. С. 36-39.
12. Малков А.В., Вавилов А.Ю., Халиков А.А., Кузовков А.В. Оптимизация тепловых постоянных как условие повышения точности диагностики давности смерти // Проблемы экспертизы в медицине. 2012. Т. 12. № 1-2 (45-46). С. 11-13.
13. Вавилов А.Ю., Халиков А.А., Малков А.В., Кузовков А.В. О диагностике давности смерти термометрическим способом // Медицинский вестник Башкортостана. 2012. Т. 7. № 1. С. 129-130.
14. Вавилов А.Ю., Малков А.В. Учет "температурного плато" как условие повышения точности диагностики давности смерти человека // Медицинская экспертиза и право. 2012. № 1. С. 14-16.
15. Вавилов А.Ю. Практическая методика судебно-медицинской диагностики давности смерти по тепловому способу // Проблемы экспертизы в медицине. 2010. Т. 10. № 3-4 (39-40). С. 57-60.