

На правах рукописи

**МАЛКОВ  
АНДРЕЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ**

**ТЕРМОМЕТРИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА  
ДАВНОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ В  
РАННЕМ ПОСТМОРТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ**

**14.03.05 – «Судебная медицина»**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

**Москва  
2012**

Работа выполнена в Государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Ижевская государственная медицинская академия» Минздравсоцразвития России.

- Научный руководитель: доктор медицинских наук, доцент  
Алексей Юрьевич Вавилов
- Официальные оппоненты: доктор медицинских наук, профессор  
Евгений Михайлович Кильдюшов  
(начальник ГБУЗ г.Москвы «Бюро  
судебно-медицинской экспертизы  
Департамента здравоохранения г.Москвы»)  
  
доктор медицинских наук  
Алексей Евгеньевич Мальцев  
(начальник КОГБСЭУЗ «Кировское  
областное бюро судебно-медицинской  
экспертизы»)
- Ведущая организация ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский  
государственный медицинский  
университет имени академика  
И.П. Павлова» Минздравсоцразвития  
России

Защита состоится “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2012 года в \_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д 208.070.01 при ФБГУ «Российский центр судебно-медицинской экспертизы» Минздравсоцразвития России по адресу: 125284, г. Москва, ул. Поликарпова, д. 12/13.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФБГУ «Российский центр судебно-медицинской экспертизы» Минздравсоцразвития России по адресу 125284, г. Москва, ул. Поликарпова, д. 12/13.

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат медицинских наук, доцент

О.А.Панфиленко

### **Введение:**

Термометрический метод диагностики давности наступления смерти (ДНС) наиболее близок к тому, чтобы при экспертном исследовании обеспечить заинтересованных лиц информацией более точной по сравнению с иными используемыми методами (Новиков П.И. и соавт., 2008). Этот вывод обусловлен тем, что за более чем 150 лет успешного развития метода накоплено множество сведений о динамике охлаждения трупа в посмертном периоде, установлена зависимость скорости охлаждения от ряда внешних и внутренних причин (изменения внешней температуры, состояния одежды на трупе, причины смерти, наличия этанолемии и т.п.), разработаны способы учета начальных условий теплового моделирования и т.д. (Ботезату Г.А., 1972; Ермилов А.А., 1977; Новиков П.И., 1986; Кильдюшов Е.М., 2005; Швед Е.Ф., 2006; Вавилов А.Ю., 2009 и др.).

Тем не менее, повышение точности диагностики ДНС все еще является возможным. Это обусловлено тем, что, несмотря на успешное описание современными экспоненциальными математическими моделями динамики посмертной температуры (Вавилов А.Ю., Витер В.И., 2007), учет первоначального температурного плато трупа, предваряющего его регулярное охлаждение (Henssge C. et al., 2002), производится в общем виде. Учет индивидуальных особенностей мертвого тела, которые могут и, безусловно, всегда приводят к изменению продолжительности температурного плато, не производится.

Так в частности в предложенной В.А. Куликовым (1998) формуле используются две термические постоянные —  $\tau_1$  и  $\tau_2$ , отражающие, соответственно, скорость охлаждения мертвого тела и продолжительность его первоначального температурного плато.  $\tau_2$  прямо пропорциональна  $\tau_1$ , что вполне логично, и обратно пропорциональна некоему коэффициенту  $K$ , который автор модели задает в форме константы. Естественно, что единый коэффициент, одинаковый для разных (из-за различных причин смерти, условий пребывания во внешней среде и т.д.) мертвых

тел, не способен обусловить качественного учета индивидуальности конкретного трупа и, как следствие, не может привести к высокой точности установления ДНС.

В связи с этим, создание способа оценки индивидуальной продолжительности первоначального температурного плато следует рассматривать как перспективное решение сложной судебно-медицинской задачи – повышения точности термометрического метода диагностики ДНС в раннем посмертном периоде.

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

**Цель исследования:**

Повышение точности расчетного термометрического способа определения давности смерти человека в раннем посмертном периоде путем создания метода установления и учета индивидуальной продолжительности периода нестационарного охлаждения его мертвого тела.

**Задачи исследования:**

1. На основе практических экспертных наблюдений установить средние значения термической постоянной двухточечной экспоненциальной математической модели, отражающей продолжительность нестационарного теплового режима охлаждения трупа, регистрируемого в традиционных диагностических зонах (головной мозг, печень и прямая кишка).

2. Изучить влияние точности оценки продолжительности нестационарного теплового режима трупа на результаты расчетного определения давности наступления смерти человека путем сопоставления погрешностей этого расчета, полученных при значениях термических постоянных, рекомендованных различными авторами, и «оптимальных» – установленных в ходе настоящего исследования.

3. Проанализировать зависимость индивидуальных особенностей температурной кривой трупа человека (продолжительность нестационарного теплового режима, скорость охлаждения) в раннем посмертном периоде от комплекса внешних и внутренних условий (температура ок-

ружающего воздуха, вес объекта, причина смерти человека, наличие алкоголя в его крови, пол и возраст умершего лица) на практическом экспертном материале и в условиях эксперимента.

4. Разработать метод итеративного определения значений коэффициентов, устанавливающих в экспоненциальной математической модели продолжительность нестационарного теплового режима трупа, для повышения точности расчета давности наступления смерти за счет учета индивидуальных особенностей мертвого тела.

#### **Научная новизна:**

Впервые в судебной медицине на практическом экспертном материале и в экспериментальных исследованиях показана важность учета продолжительности нестационарного периода охлаждения мертвого тела с точки зрения точности определения давности наступления смерти человека термометрическим способом.

При термометрии мертвого тела впервые установлены индивидуальные значения термических постоянных (коэффициент  $K$ ), характеризующие продолжительность нестационарного режима охлаждения трупа, регистрируемого в ткани головного мозга, печени, прямой кишке.

Впервые изучено влияние комплекса внешних и внутренних условий (вес тела, внешняя температура, причина смерти человека и наличие алкоголя в его крови) на продолжительность первоначального «температурного плато» трупа.

#### **Практическая значимость:**

Повышение точности диагностики давности наступления смерти человека термометрическим методом путем разработки способа установления и учета индивидуальных значений термических постоянных, характеризующих продолжительность периода нестационарного охлаждения мертвого тела.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Продолжительность периода первоначального «температурного плато» охлаждения исследованных диагностических зон (головной мозг,

печень, прямая кишка) различна, в связи с чем, при расчете давности смерти человека, длительность нестационарного теплового режима охлаждения мертвого тела должна задаваться по-разному, исходя из того, в какой диагностической зоне осуществляется термометрия трупа.

2. Оптимизация величины термической постоянной ( $K$ ), задающей в математической модели длительность «температурного плато», существенно сужает границы доверительного интервала погрешности метода, повышая тем самым точность расчетного термометрического установления давности смерти человека.

3. Особенности температурной кривой охлаждения мертвого тела обусловлены не только видом диагностической зоны, используемой для термометрии, но и индивидуальными особенностями конкретного изучаемого трупа. Продолжительность первоначального «температурного плато» достоверно увеличивается при повышении внешней температуры, зависит от веса объекта, причины смерти и наличия алкоголя в крови умершего.

4. Использование разработанного алгоритма оптимизации величины термической постоянной ( $K$ ), за счет учета индивидуальных особенностей изучаемого мертвого тела, в ходе проведения краниоэнцефальной термометрии позволяет достичь точности метода на уровне  $\pm 11$  минут, при термометрии печени –  $\pm 13$  минут, при ректальной термометрии –  $\pm 12$  минут в интервале постмортального периода длительностью не свыше 12-и часов.

#### **Апробация диссертации:**

Результаты исследования докладывались и обсуждались на заседаниях кафедры судебной медицины ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздравсоцразвития России, на XVIII сессии Приволжско-Уральской ассоциации судебно-медицинских экспертов (Ижевск, 2011), заседаниях общества судебных медиков Удмуртии (Ижевск, 2010).

### **Личное участие автора**

Весь материал, представленный в работе, получен, проанализирован и обработан лично автором.

### **Реализация результатов исследования:**

Результаты исследования внедрены в учебный процесс кафедры судебной медицины ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздравсоцразвития России, кафедры судебной медицины ГБОУ ВПО «Тюменская государственная медицинская академия», ГОУ ВПО «Уральская государственная медицинская академия», в практическую деятельность БУЗ УР «Бюро судебно-медицинской экспертизы МЗ УР», ГКУЗОТ «Пермское краевое бюро судебно-медицинской экспертизы», ОГУЗ «Челябинское областное бюро судебно-медицинской экспертизы», о чем имеются акты внедрения.

### **Публикации:**

По теме диссертации опубликовано 6 научных работ, из них 3 в журналах, рекомендованных ВАК России для публикаций материалов исследований на соискание ученых степеней кандидатов и докторов наук. Получены 2 патента на изобретение РФ.

### **Структура и объем диссертации:**

Диссертация изложена на 159 листах. Состоит из введения, обзора литературы, главы о материале и методах исследования, 3-х глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы, включающего 180 источников, в том числе 49 зарубежных. Диссертация содержит 35 рисунков и 53 таблицы. Приложение оформлено в виде сводных таблиц.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материал, методы и этапы исследования:**

Весь материал, исследованный в настоящей работе, изучен на базе Бюджетного учреждения здравоохранения Удмуртской Республики «Бюро судебно-медицинской экспертизы Министерства здравоохране-

ния Удмуртской Республики» (БУЗ УР «Бюро судебно-медицинской экспертизы МЗ УР»). Исследования проводились на практическом экспертном материале осмотров 147-и мертвых тел, осуществляемых непосредственно на месте их обнаружения в ходе осмотра места происшествия за период 2003-2011 гг.

На первом этапе **отбирались случаи смерти**, наступившей в присутствии свидетелей (родственников, медицинских работников), что позволяло установить время ее наступления с погрешностью, не превышающей нескольких минут. Естественно, что время смерти человека, установленное таким образом, конкретизировалось и подтверждалось исследованием соответствующих трупных явлений.

Вторым этапом была **термометрия трупа**, проводимая в соответствии с современными Медицинскими технологиями (Разрешение на применение ФС № 2011/227 от 04.08.2011 г. Серия АА № 0001189).

Измерение температуры производилось с помощью термоизмерителей конструкции д.т.н. профессора В.А. Куликова в полости черепа (краниоэнцефальная термометрия), в ткани печени (печеночная термометрия) и в прямой кишке (ректальная термометрия). В процессе термометрии формировалась диагностическая выборка процесса в виде нескольких последовательных измерений температуры, выполненных через равные интервалы времени. Результаты всех термоизмерений фиксировали в специальной Регистрационной карте наряду с другими факторами, учитываемыми в ходе исследования.

Третьим этапом был **анализ результатов** секционного исследования трупа и результатов судебно-гистологического и судебно-химического исследований, проводимых по стандартным методикам в соответствующих отделениях Бюро судебно-медицинской экспертизы.

Четвертым этапом проводилось **статистическое исследование** результатов, полученных на предыдущих этапах в соответствии с правилами, принятыми для медицинской статистики (Айвазян С. А., Мхитарян В. С., 1998; Гланц С., 1999; Боровиков В., 2003 и др.).



**Моделирование охлаждения объекта** судебно-медицинской экспертизы в искусственно созданных условиях, преследующее цель – изучить, как именно происходит охлаждение тела на начальном его этапе при абсолютно точно известном времени начала процесса, и, исходя из реального веса объекта, показать особенности стадии нерегулярного его охлаждения. Используются 30 небиологических объектов фиксированного веса (холщовые мешки с песком от 40 до 90 кг) и 10 скоропостижно умерших лиц, у которых учитывался только их вес по методике Е.Ф. Шведа (2006).

**Математическое моделирование** результатов термометрического исследования трупа на основе экспоненциального выражения В.А. Куликова (1998):

$$T_T(\tau) = (T_{T0} - T_C)e^{-\frac{\tau}{\tau_1}} + (T_{П0} - T_C)\frac{\tau_2}{\tau_1 - \tau_2}e^{-\frac{\tau}{\tau_1}} - (T_{П0} - T_C)\frac{\tau_2}{\tau_1 - \tau_2}e^{-\frac{\tau}{\tau_2}} + T_C \quad (1)$$

где  $T_{T0}$  – внутренняя (прижизненная) температура тела, °С;  $T_{П0}$  – температура внешнего слоя (поверхности тела), °С;  $T_C$  – температура среды, °С;  $\tau$  – давность смерти, час;  $\tau_1$  – постоянная времени экспоненты регулярной стадии охлаждения;  $\tau_2$  – постоянная времени нерегулярной стадии охлаждения, равная  $\tau_1/K$ .

Используя диагностическую выборку процесса, вычислив на ее основе термическую постоянную  $\tau_1$  по формуле:

$$\tau_1 = \frac{\Delta\tau}{\ln\left(\frac{T_1 - T_C}{T_2 - T_C}\right)} \quad (2)$$

где  $T_1$  и  $T_2$  – температура трупа на момент ее измерений, °С;  
 $\Delta\tau$  – интервал времени между замерами температуры, час;  
 $T_C$  – температура окружающей среды (средняя), °С,

в соответствии с знанием о реальном времени смерти человека, осуществлялся расчет его температурного тренда с итеративным установлением значения коэффициента  $K$  таким образом, чтобы расчетный температурный тренд полностью соответствовал диагностической выборке про-

цесса. Очевидно, что именно при совпадении расчетного температурного тренда с диагностической выборкой процесса расчет давности наступления смерти человека осуществляется с максимальной точностью (Швед Е.В., 2006). Установленное итеративным способом значение  $K$  в каждом конкретном случае термометрии трупа вносилось в базу данных и подвергалось статистическим исследованиям по установлению его зависимости от комплекса учитываемых факторов.

Разработка способа итеративного установления значения коэффициента  $K$ , применимого в практических судебно-медицинских экспертизах, проводилась на основе аналитического решения экспоненциальной модели В.А. Куликова (1998):

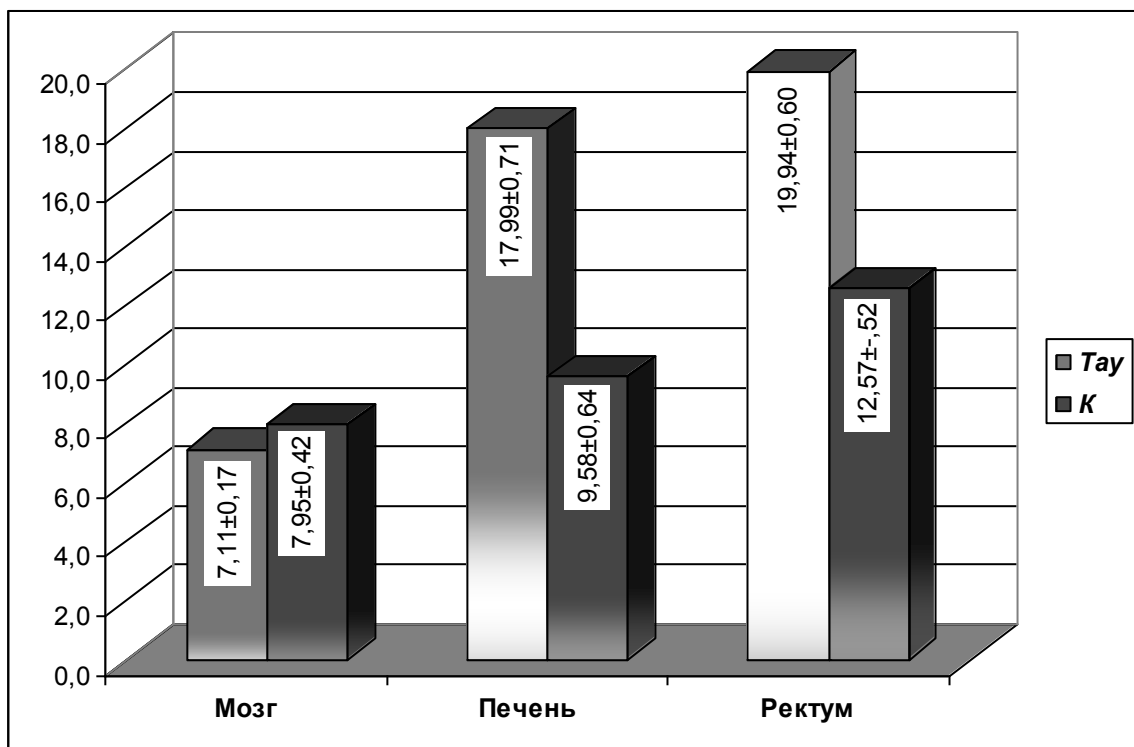
$$ДНС = \tau_1 \times \ln \left( \frac{T_1 - T_C}{T_2 - T_C} \times \frac{K}{K - 1} \right) \quad (3)$$

где  $ДНС$  – время, прошедшее с момента начала термометрии, час;  
 $T_1$  и  $T_2$  – температура трупа на момент ее измерений, °С;  
 $\tau_1$  – термическая постоянная  $Tau$ ;  
 $K$  – постоянный коэффициент.

В качестве инструмента для математического моделирования и статистического исследования использован персональный компьютер с установленной операционной системой *Windows XP* и пакетом программ *Microsoft Office 2003, SPSS 17,0 for Windows*.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

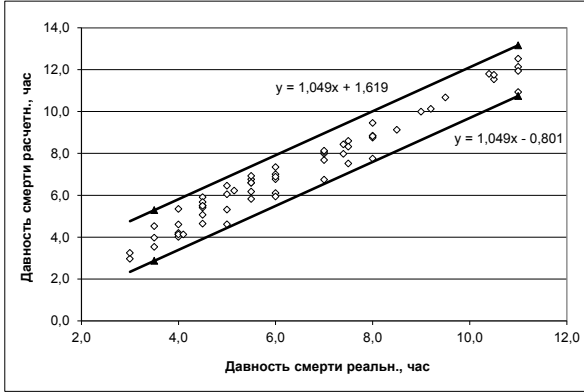
На первом этапе исследования, после выполнения требований, предусмотренных методиками термометрии исследованных зон, устанавливались индивидуальные значения коэффициентов используемой математической модели. Величина термической постоянной  $Tau$  определялась расчетным путем по методу В.А. Куликова (1998), а значение коэффициента  $K$  – итеративным способом по критерию минимальной ошибки определения ДНС (Рис. 1).



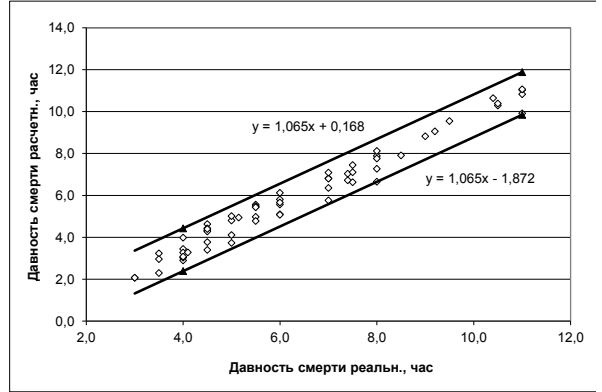
**Рис. 1. Значения термических постоянных для исследованных диагностических зон тела**

Проведение регрессионного анализа результатов расчетного определения давности смерти, осуществляемое с различными значениями коэффициентов  $K$  (12 – рекомендуемое П.И. Новиковым и В.А. Куликовым; 4,5 – рекомендуемое Е.Ф. Шведом (2006); «оптимальное» – установленное итеративным путем), показало, что интервал погрешности термометрического метода существенно уменьшается при оптимизации значения коэффициента  $K$  (Рис. 2, 3, 4). Помимо подтверждения высказанного предположения о значимости учета продолжительности нестационарного периода охлаждения мертвого тела, это позволило пересмотреть рекомендации П.И. Новикова и В.А. Куликова в плане величины используемого коэффициента, задав его индивидуально для каждой из исследованных диагностических зон.

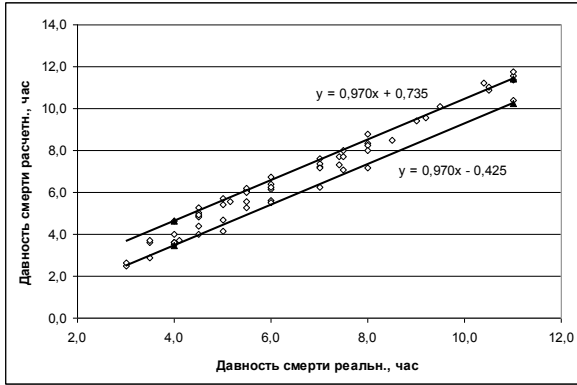
Оптимизация величины коэффициентов по методу наименьших квадратов отклонений позволила рекомендовать для расчета ДНС на основании данных краниоэнцефальной термометрии значение  $K$  равно 6,5, для термометрии печени – 9,6, для ректальной термометрии – 12,72.



**K равно 4,5**

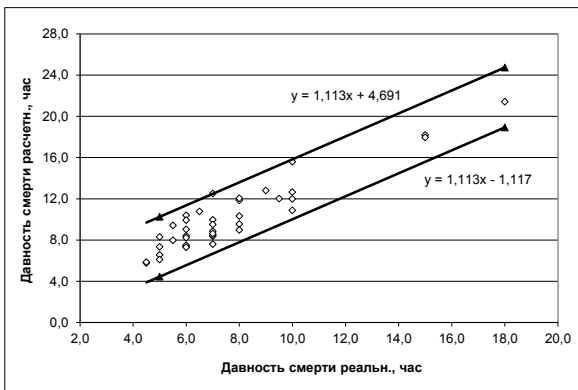


**K равно 12,0**

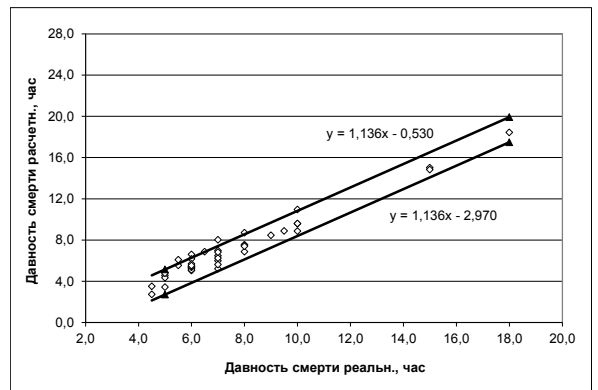


**K равно 6,5**

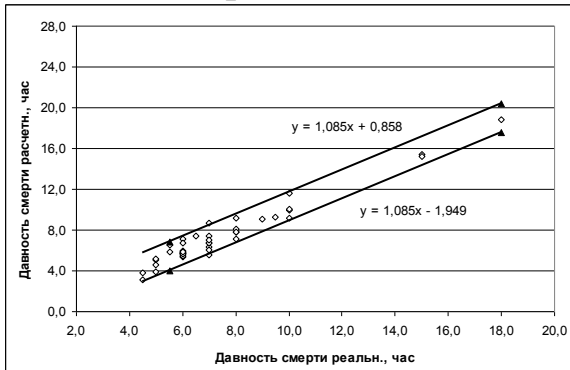
**Рис. 2. Доверительные интервалы погрешности определения ДНС по результатам краниоэнцефальной термометрии**



**K равно 4,5**

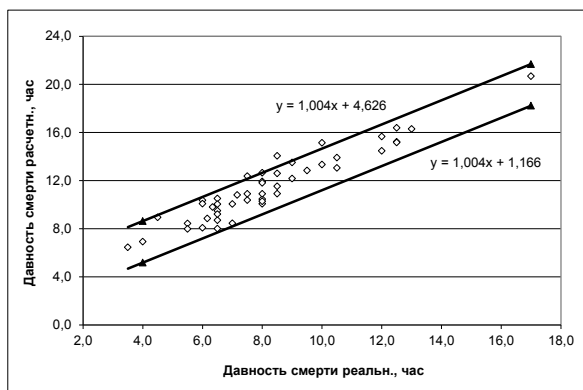


**K равно 12,0**

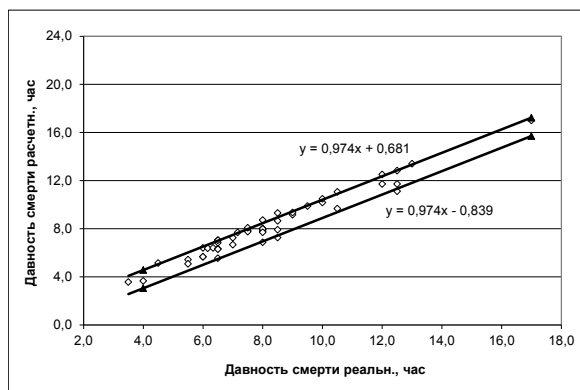


**K равно 9,6**

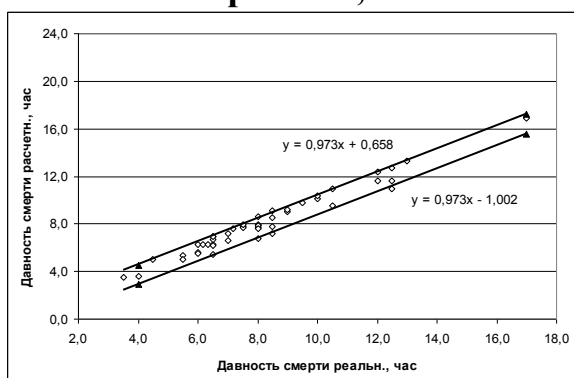
**Рис. 3. Доверительные интервалы погрешности определения ДНС по результатам термометрии печени**



***K* равно 4,5**



***K* равно 12,0**



***K* равно 12,72**

**Рис. 4. Доверительные интервалы погрешности определения ДНС по результатам ректальной термометрии**

Именно при указанной величине коэффициентов  $K$ , расчет ДНС по аналитическому решению математической модели В.А. Куликова (1998) сопровождался получением наиболее точных результатов (Рис. 2-4).

Установление же границ, в которых с вероятностью  $>95\%$  находится искомое время смерти человека, должно производиться на основании неравенств, получаемых в ходе регрессионного анализа:

Краниоэнцефальная термометрия –  $K = 6,5$ :

$$0,970 \times ДНС_a - 0,425 \leq ДНС \leq 0,970 \times ДНС_a + 0,735 \quad (4)$$

Термометрия печени –  $K = 9,6$ :

$$1,085 \times ДНС_a - 1,949 \leq ДНС \leq 1,085 \times ДНС_a + 0,858 \quad (5)$$

Ректальная термометрия –  $K = 12,72$ :

$$0,937 \times ДНС_a - 1,002 \leq ДНС \leq 0,937 \times ДНС_a + 0,658 \quad (6)$$

где  $ДНС_a$  – расчетная давность смерти, час;  
 $ДНС$  – реальная давность смерти, час.

На втором этапе работы было решено установить, влияниями каких факторов детерминированы продолжительность нестационарного периода охлаждения трупа и скорость его охлаждения. С этой целью, значения коэффициента  $K$ , анализируемые совместно с другой термодинамической константой –  $Tau$  ( $\tau_1$ ), распределялись и изучались в группах, сформированных по признакам:

- пол и возраст умершего человека;
- наличие алкоголя в крови умерших и абсолютное значение этанолэмии;
- причина смерти человека;
- температура окружающей среды;
- вес мертвого тела.

Исследование групп, сформированных по признаку половой принадлежности субъекта, не сопровождалось выявлением их различий. Изучение корреляций между возрастом умерших и значениями коэффициентов  $K$  и  $Tau$  также не сопровождалось их установлением. Это позволило прийти к выводу, что, как продолжительность нестационарного теплового режима охлаждения трупа, так и скорость этого процесса, не зависят от пола и возраста умерших лиц.

Изучение влияния причины смерти показало, что продолжительность температурного плато трупов лиц, умерших в результате асфиксии, для группы краниоэнцефальной термометрии, достоверно отличалась от других причин смерти (Таблица 1).

**Таблица 1**

**Сравнение изучаемых групп величины  $K$   
для краниоэнцефальной термометрии**

	<b>Травма</b>	<b>Скороп. смерть</b>	<b>Отравления</b>
<b>Асфиксия</b>	3,375*	3,575*	3,192*
<b>Отравления</b>	0,627	0,187	
<b>Скороп. смерть</b>	0,525		

\* Наличие достоверных различий сравниваемых пар ( $P \geq 95$ ).

Факт влияния этанолэмии на скорость охлаждения трупа, регистрируемого в глубине его головного мозга, также подтвержден в ходе парного сравнения групп, сформированных по признаку наличия алкоголя в крови умерших (Таблица 2).

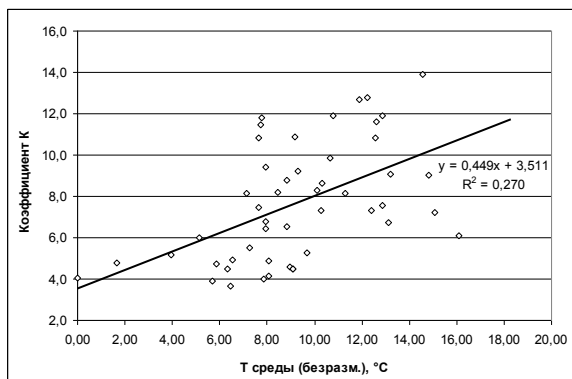
**Таблица 2**

**Результаты парного межгруппового сравнения групп, сформированных по признаку наличия алкоголя в крови**

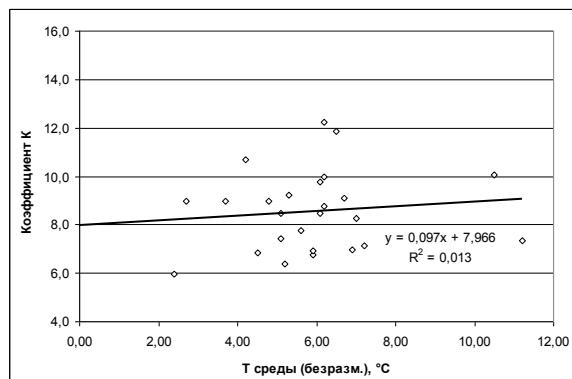
			$R_i$	$n_i$	$Q$	$Q_{крит}$
Мозг	$T_{\text{ау}}$	Без алкоголя	29,462	39	2,370*	1,960
		Этанолэмия	40,852	27		
К	$K$	Без алкоголя	30,923	39	1,873	1,960
		Этанолэмия	39,926	27		

\* Наличие достоверных различий сравниваемых пар ( $P \geq 95$ ).

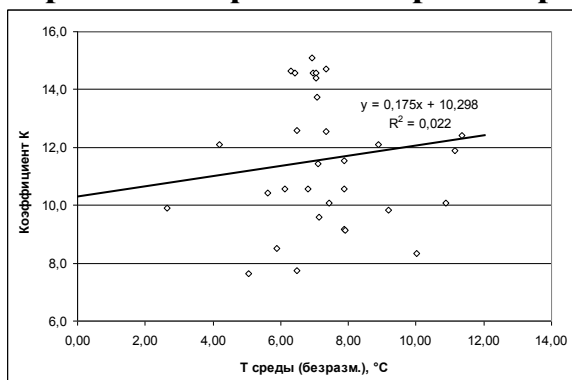
Изучение же других диагностических зон не сопровождалось установлением подобных зависимостей.



**Краниоэнцефальная термометрия**



**Термометрия печени**



**Ректальная термометрия**

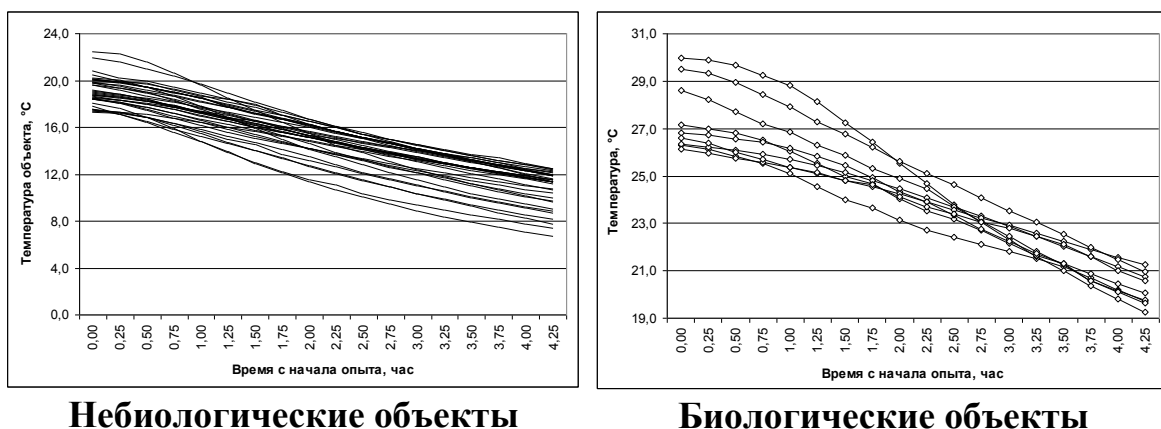
**Рис. 5. Регрессионная зависимость величины  $K$  от температуры среды**

Следующие исследования (Рис. 5) показали, что температура окружающего труп воздуха является значимым фактором, оказывающим

влияние не только на скорость охлаждения мертвого тела, но и на продолжительность стадии его нестационарного теплового режима.

Указанные обстоятельства имеют определенное значение в проблеме диагностики давности смерти человека. В первые часы раннего посмертного периода знание этих особенностей позволяет эксперту объективнее осуществлять выбор диагностической зоны, исключить возможность термометрии трупа в стадию первоначального температурного плато, и более полно учитывать индивидуальные особенности изучаемого объекта при оценке скорости его охлаждения, способствуя, тем самым, повышению точности диагностики ДНС.

Влияние веса объекта на продолжительность стадии нестационарного режима его охлаждения изучалось в два этапа – на небиологических объектах – 36 объектов от 40 до 90 кг весом, и на объектах биологической природы – 10-и трупах, термостатируемых при комнатной температуре и охлаждаемых в условиях холодильной камеры трупохранилища при температуре воздуха около 0°С (Рис. 6).



**Рис. 6. Динамика температуры изучаемых объектов**

Важность данного исследования была обусловлена еще и тем, что, помимо собственно изучения влияния веса тела на динамику его охлаждения, на данных объектах мы смогли частично отработать методику итеративного установления значений констант, используемых в аналитическом решении математической модели В.А. Куликова (1998).



В ходе работы было установлено, что продолжительность стадии нестационарного охлаждения небиологического объекта очень четко определяется весом остывающего тела.

Третий этап исследования был посвящен разработке практической методики итеративного установления величины коэффициента  $K$  для использования ее при расчетном определении ДНС человека.

При разработке этой методики мы исходили из того, что индивидуальные особенности исследованного динамического процесса (охлаждения) могут быть выявлены при изучении его диагностической выборки достаточной продолжительности (Швед Е.Ф., 2006; Новиков П.И. и соавт., 2008). Особенностью методики, разработанной исходя из этого положения, является то, что на начальных этапах диагностического алгоритма температура трупа, полученная при первом термоизмерении, условно принимается в качестве прижизненной, а, исходя из ее значения, на второе, третье и четвертое термоизмерения производится многократный расчет ДНС с меняющимися значениями коэффициента  $K$ . Критерием «оптимальности» его величины является нулевая ошибка определения ДНС на момент третьего термоизмерения (Рис. 7).

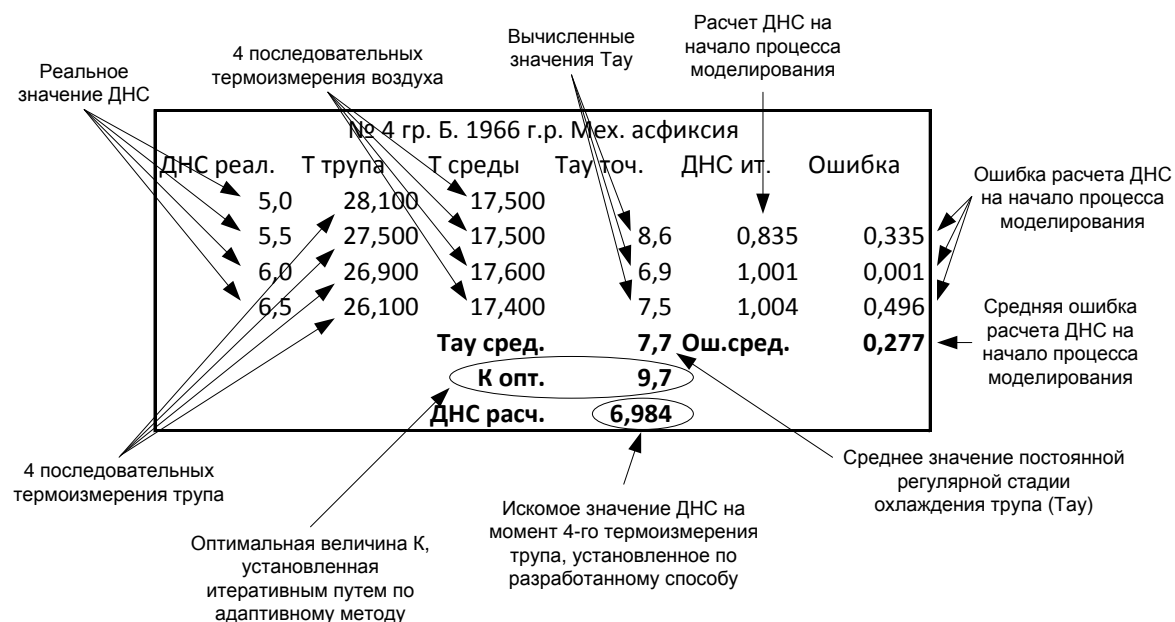


Рис. 7. Расчет ДНС в программе Microsoft Excel

В последующем установленное «оптимальное» значение коэффициента  $K$  используется для расчета истинной ДНС человека на момент четвертого термоизмерения его трупа. Прижизненная температура тела человека на момент его смерти при этом выбирается исходя из рекомендаций, представленных в современной судебно-медицинской литературе (Ботезату Г.А., 1972; Новиков П.И., 1986; Щепочкин О.В., 2001).

Проверка эффективности разработанной методики проводилась на экспертном материале 36-и экспертиз, сопряженных с осмотром и термометрией мертвого тела в условиях места первоначального его обнаружения («слепой опыт»). Как показали результаты проверки, в ходе проведения краниоэнцефальной термометрии теоретически достижима точность метода на уровне  $\pm 11$  минут, термометрии печени –  $\pm 13$  минут, ректальной термометрии –  $\pm 12$  минут в интервале постмортального периоде длительностью не свыше 12-и часов. Адекватный выбор начальных условий теплового моделирования, в частности, установление температуры тела человека на момент его смерти (Новиков П.И., Швед Е.Ф., 1992; Вавилов А.Ю., 2009), способен еще в большей степени повысить точность метода.

## ВЫВОДЫ

1. Охлаждение трупа в исследованных диагностических зонах (головной мозг, печень, прямая кишка) имеет достоверное ( $P \geq 95$ ) различие продолжительности нестационарного теплового режима, в связи с чем, при расчете давности наступления смерти необходимо индивидуально учитывать величину термической постоянной ( $K$ ), среднее значение которой при термометрии головного мозга составляет  $7,95 \pm 0,42$ , для печени –  $9,58 \pm 0,64$ , прямой кишки –  $12,57 \pm 0,52$ .

2. Оптимизация величины коэффициента  $K$  уменьшает ошибку определения давности наступления смерти, позволяя рекомендовать к практическому применению следующие уравнения неравенств, устанавливающие границы погрешности термометрического метода:

Краниоэнцефальная термометрия:

$$0,970 \times ДНС_a - 0,425 \leq ДНС \leq 0,970 \times ДНС_a + 0,735$$

где  $ДНС_a$  – расчетная давность смерти, час;  
 $ДНС$  – реальная давность смерти, час.

Термометрия печени:

$$1,085 \times ДНС_a - 1,949 \leq ДНС \leq 1,085 \times ДНС_a + 0,858$$

где  $ДНС_a$  – расчетная давность смерти, час;  
 $ДНС$  – реальная давность смерти, час.

Ректальная термометрия:

$$0,937 \times ДНС_a - 1,002 \leq ДНС \leq 0,937 \times ДНС_a + 0,658$$

где  $ДНС_a$  – расчетная давность смерти, час;  
 $ДНС$  – реальная давность смерти, час.

3. Индивидуальные особенности исследуемого мертвого тела (вес, причина смерти, наличие алкоголя в крови) и температура воздуха на месте его обнаружения обуславливают продолжительность «первоначального температурного плато» и скорость охлаждения трупа:

- продолжительность «температурного плато» прямо пропорциональна величине внешней температуры и весу объекта, не завися от пола и возраста умерших лиц;

- зафиксировано достоверное отличие длительности нестационарного теплового режима зоны краниоэнцефальной термометрии лиц, умерших в результате асфиксии, от других причин смерти;

- наличие этанолемии, не влияя на «температурное плато» трупа, обуславливает более быстрое его охлаждение.

4. Разработанный метод установления индивидуальной продолжительности стадии нестационарного теплового режима мертвого тела и ее математический учет по аналитическому решению двухточечной экспоненциальной модели посмертного охлаждения трупа, приводят к существенному повышению точности определения ДНС. В ходе проведения краниоэнцефальной термометрии достижима точность на уровне  $\pm 11$  минут, при термометрии печени –  $\pm 13$  минут, при ректальной термомет-

рии –  $\pm 12$  минут в постмортальном периоде длительностью не свыше 12-и часов.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

С целью повышения точности расчетного термометрического установления давности наступления смерти человека, при исследовании его мертвого тела предлагается следующий рабочий алгоритм:

1. Измерение температуры мертвого тела осуществляется специальным термоизмерителем в глубине головного мозга, в печени или в прямой кишке трупа четырехкратно через равные промежутки времени. Одновременно с измерением температуры трупа производится измерение температуры окружающего воздуха.

Термометрия трупа проводится строго в соответствии с рекомендациями авторов соответствующих методик (Ботезату Г.А., 1972; Новиков П.И., 1996; Щепочкин О.В., 2001:

– краниоэнцефальная термометрия: острый игольчатый датчик термометра вводится через верхний носовой ход трупа под углом 15-20° к сагиттальной плоскости, с проколом решетчатой кости поступательно-вращательным движением под углом около 45° к горизонтальной линии. После «проваливания» датчика, вследствие прокола решетчатой кости, он вводится под контролем температуры тела в зону с самыми высокими ее значениями, где и оставляется на время создания диагностической выборки процесса;

– термометрия печени: острый игольчатый датчик термометра вводится через прокол кожи в проекции угла между мечевидным отростком грудины и правой реберной дугой в направлении спереди назад, несколько снизу вверх и справа налево (под углом примерно 75° к фронтальной плоскости). Под контролем температуры тела (показаний термометра) он вводится в зону с самыми высокими ее значениями, где и оставляется на время создания диагностической выборки процесса;

– термометрия прямой кишки: датчик термометра вводится в прямую кишку трупа на глубину 10-12 см.

Во всех случаях, после введения температурного зонда в диагностическую зону, термошуп оставляется в ней на срок не менее 3-х минут, по истечении которого осуществляются замеры температуры трупа.

2. Производится вычисление термической постоянной Тау ( $\tau_1$ ) по выражению (Куликов В.А., 1998 с изм.):

$$\tau_1 = \frac{\frac{\Delta\tau}{\ln\left(\frac{T_2 - T_C}{T_3 - T_C}\right)} + \frac{\Delta\tau}{\ln\left(\frac{T_3 - T_C}{T_4 - T_C}\right)} + \frac{\Delta\tau}{\ln\left(\frac{T_4 - T_C}{T_n - T_C}\right)}}{3}$$

где  $\tau_1$  – термическая постоянная Тау ( $Tau_{сред.}$ );  
 $T_{2..4}$  – температура трупа на момент 2 – 4-го ее измерения, °С;  
 $T_C$  – температура окружающей среды (средняя), °С;  
 $\Delta\tau$  – интервал времени между замерами температуры, час.

3. Осуществляется итеративный поиск величины коэффициента  $K$ . Для этого значение первого термоизмерения ( $T_1$ ) условно принимается в качестве прижизненной температуры, при которой наступила смерть, а время первого термоизмерения – соответственно моментом наступления смерти (условно). По выражению (Куликов В.А., 1998 с изм.):

$$ДНС_{ум} = \tau_1 \times \ln\left(\frac{T_1 - T_C}{T_n - T_C} \times \frac{K}{K - 1}\right)$$

где  $ДНС_{ум}$  – время, прошедшее с момента начала термометрии, час;  
 $T_1$  – температура тела на момент первого термоизмерения, °С;  
 $T_n$  – температура трупа на момент 2 – 4-го ее измерения, °С;  
 $K$  – постоянный коэффициент;  
 $\tau_1$  – термическая постоянная Тау

производится расчет времени ( $ДНС_{ум.}$ ), прошедшего с момента начала термометрии, по значению второго, третьего и четвертого термоизмерений ( $T_{2..4}$ ). Высчитывается ошибка определения ( $\Delta ДНС$ ) как разница между реальным временем, прошедшим с момента начала термометрии и вычисленной величиной  $ДНС_{ум.}$ . Варьируя значением коэффициента  $K$ ,

устанавливают такую его величину, при которой ошибка определения ( $\Delta$ ДНС) на момент времени термоизмерения  $T_3$  будет равна нулю.

4. Значение коэффициента  $K$ , установленное на предыдущем шаге, считают оптимальным и используют для расчета времени, прошедшего с момента смерти человека до момента 4-го термоизмерения его трупа:

$$ДНС_a = \tau_1 \times \ln \left( \frac{T_0 - T_C}{T_4 - T_C} \times \frac{K_{opt.}}{K_{opt.} - 1} \right)$$

где  $ДНС_a$  – расчетная давность смерти, час;  
 $T_0$  – прижизненная температура тела человека, °С;  
 $T_4$  – температура трупа на момент 4-го ее измерения, °С;  
 $K_{opt.}$  – оптимальное значение коэффициента  $K$ ;  
 $\tau_1$  – термическая постоянная  $Tau$ .

5. Границы, в которых находится истинное значение давности смерти, устанавливаются с использованием следующих неравенств:

Краниоэнцефальная термометрия:

$$0,970 \times ДНС_a - 0,425 \leq ДНС \leq 0,970 \times ДНС_a + 0,735$$

где  $ДНС_a$  – расчетная давность смерти, час;  
 $ДНС$  – реальная давность смерти, час.

Термометрия печени:

$$1,085 \times ДНС_a - 1,949 \leq ДНС \leq 1,085 \times ДНС_a + 0,858$$

где  $ДНС_a$  – расчетная давность смерти, час;  
 $ДНС$  – реальная давность смерти, час.

Ректальная термометрия –  $K = 12,72$ :

$$0,937 \times ДНС_a - 1,002 \leq ДНС \leq 0,937 \times ДНС_a + 0,658$$

где  $ДНС_a$  – расчетная давность смерти, час;  
 $ДНС$  – реальная давность смерти, час.

6. Формируется суждение о давности смерти человека в виде выражения: «Смерть гр-на (гр-ки) ... наступила не ранее ... часов ... минут и не позднее ... часов ... минут до момента термометрии его (ее) трупа, проведенной в ... часов ... минут местного времени (четвертое термоизмерение).

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Вавилов А.Ю., Малков А.В. О повышении точности определения давности смерти тепловым методом // **Медицинская экспертиза и право.** – М. – 2011. – №4. – С. 36-39.
2. Малков А.В., Вавилов А.Ю. Об «оптимизации» коэффициентов, используемых в математических моделях диагностики давности смерти температурным способом // **Проблемы экспертизы в медицине.** – Ижевск, 2011. – №1-2. – С. 12-14.
3. Вавилов А.Ю., Малков А.В. Учет «температурного плато» как условие повышения точности диагностики давности смерти человека // **Медицинская экспертиза и право.** – М. – 2012. – № 1. – С. 14-16.
4. Вавилов А.Ю., Халиков А.А., Малков А.В., Кузовков А.В. О диагностике давности смерти термометрическим способом // **Медицинский вестник Башкортостана.** Научно-практический журнал – Уфа: Издательство ГОУ ВПО БГМУ Росздрава, 2012. – № 1. – С. 114-115.
5. 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.** – Ижевск, 2012. – №1-2. – С. 9-11.
6. 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.** – Ижевск, 2012. – №1-2. – С. 38-41.
7. Вавилов А.Ю., Витер В.И., Малков А.В., Хохлов С.В. Способ определения истинной давности смерти человека по тепловому методу // Патент на изобретение № 2441578. Приоритет от 30.09.2010. Зарегистрирован 10.02.2012. Бюллетень № 4.
8. Куликов В.А., Коновалов Е.А., Вавилов А.Ю., Витер В.И., Малков А.В. Способ определения давности наступления смерти человека // Патент на изобретение № 2444277 Приоритет от 09.11.2010. Зарегистрирован 10.03.12. Бюллетень № 7.

Малков Андрей Валерьевич

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Подписано в печать 26.04.12 г. Формат 60x84/16  
Гарнитура Times New Roman. Тираж 100 экз. Зак. 856  
Отпечатано на ризографе РИО ГБОУ ВПО ИГМА  
426034, г. Ижевск, ул. Коммунаров, 281