

УДК 340.624.6:616.31-001-073.65

## О ВОЗМОЖНОСТИ БИОФИЗИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ НА ТРУПНОМ МАТЕРИАЛЕ ДАВНОСТИ ЛОКАЛЬНЫХ ПРИЖИЗНЕННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ МЯГКИХ ТКАНЕЙ СТЕНОК РОТОВОЙ ПОЛОСТИ

<sup>1</sup>Вавилов А.Ю., <sup>2</sup>Чирков С.В., <sup>3</sup>Литвинов А.В.

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России,  
Ижевск, e-mail: viki@udmnet.ru;

<sup>2</sup>ГКУЗ ХМАО – Югры «Бюро судебно-медицинской экспертизы»,  
Ханты-Мансийск, e-mail: sudmedm@yandex.ru;

<sup>3</sup>ГКУ «Курганское областное бюро судебно-медицинской экспертизы»,  
Курган, e-mail: a.litkur@mail.ru

Статья посвящена вопросам биофизической диагностики давности прижизненных повреждений мягких тканей стенок ротовой полости, обнаруживаемых в ходе проведения судебно-медицинской экспертизы мертвого тела. На материале 73-х практических судебно-медицинских экспертиз, проводимых в «Бюро судебно-медицинской экспертизы» г. Ханты-Мансийска изучалась теплопроводность и теплоемкость мягких тканей поврежденных областей. Установлено, что изученные теплофизические параметры травмированных биологических тканей достоверно изменяются в динамике посттравматического периода. Изменения теплоемкости и теплопроводности наиболее достоверно описываются полиномиальными уравнениями третьей степени. Влияния пола и возраста пострадавшего человека, а также его причины смерти на значения теплофизических параметров травмированных тканей не установлено. С использованием методов «интеллектуального анализа данных» разработано математическое выражение, позволяющее произвести расчет давности прижизненной механической травмы в случаях наличия и отсутствия этанола в крови умершего лица. Проведенный дисперсионный анализ по алгоритму А.В. Куликова и соавторов (2006) позволил установить границы доверительного интервала (погрешность метода) для достоверности  $P \geq 95\%$ . Использование разработанных уравнений продемонстрировано на примерах практических судебно-медицинских наблюдений. Научная новизна метода подтверждена патентом на изобретение RU 2525534.

**Ключевые слова:** давность травмы, слизистая оболочка ротовой полости, кровоизлияние, теплопроводность, теплоемкость, труп

## ABOUT POSSIBILITY OF BIOPHYSICAL DIAGNOSTICS ON THE CADAVERIC MATERIAL OF PRESCRIPTION OF LOCAL LIFETIME DAMAGES OF SOFT FABRICS OF WALLS OF THE MOUTH

<sup>1</sup>Vavilov A.Y., <sup>2</sup>Chirkov S.V., <sup>3</sup>Litvinov A.V.

<sup>1</sup>The Izhevsk state medical academy of Ministry of Health of Russia», Izhevsk, e-mail: viki@udmnet.ru;

<sup>2</sup>The forensic medical examination Bureau», Khanty-Mansiysk, e-mail: sudmedm@yandex.ru;

<sup>3</sup>The Kurgan regional bureau of a forensic medical examination», Kurgan, e-mail: a.litkur@mail.ru

Article is devoted questions of biophysical diagnostics of prescription of lifetime damages of soft fabrics of walls of the mouth, which found out during carrying out of a forensic medical examination of a dead body. On a material of 73 practical forensic medical examinations spent in «The forensic medical examination Bureau», Khanty-Mansiysk, Russia, heat conductivity and a thermal capacity of soft fabrics of the damaged areas studied. Established, that studied thermophysical parameters of the injured biological fabrics authentically change in dynamics of the posttraumatic period. Thermal capacity and heat conductivity changes most authentically described by the polynomic equations of the third degree. Influences of a sex and age of the suffered person, and its cause of death on values thermophysical parameters of the injured fabrics it is not established. Using methods of «data mining», the mathematical expression developed, allowing settling an invoice prescription of a lifetime mechanical trauma in cases of presence and absence of ethanol in blood of the dyed person. The carried out dispersive analysis on A.V. Kulikov's algorithm and co-authors (2006) has allowed establishing borders of a confidential interval (a method error) for reliability  $P \geq 95\%$ . Use of the developed equations shown on examples of practical medicolegal supervision. The patent for invention RU 2525534 confirms scientific novelty of a method.

**Keywords:** prescription of a trauma, a mouth mucous membrane, a hemorrhage, heat conductivity, a thermal capacity, a corpse

Одной из важнейших тенденций современной медицинской науки является стремление к объективизации реакций человеческого организма (как физиологических, так и патологических) на внешние стрессорные воздействия. Применительно к судебной

медицине подобная объективизация имеет огромное значение, т.к. позволяет судебно-медицинскому эксперту более аргументированно построить свое заключение, подтвердив результаты субъективных исследований (например, визуального) численными дан-

ными, полученными в ходе регистрации и измерения конкретного объективного параметра, исчерпывающе характеризующего изучаемое явление.

Вопросы диагностики давности механической травмы, как на живом лице, так и на трупе, уже достаточно давно являются приоритетными для судебно-медицинской науки и практики [5, 9], что обусловлено их огромной значимостью для органов следствия и суда. Тем не менее, несмотря на многочисленность исследований, проводимых в указанном направлении, проблема все еще достаточно далека от ее окончательного решения.

Так, в частности, для суждения о давности повреждений кожи предложены объективные биофизические методы исследования, основанные на регистрации ее электрорепродуцирующих свойств [12, 13], температурных особенностей повреждений [8, 10], регистрации изменений болевой чувствительности [1], изменений теплофизических характеристик тканей [2, 13] и т.д.

В отношении же повреждений, располагающихся на слизистых оболочках, можно отметить меньшее количество методов их изучения, как качественного, так и количественного плана. Пожалуй, наиболее хорошо подобные повреждения описаны при механической асфиксии [3], но для локализации кровоизлияний на слизистой ротовой полости, что порой встречается как единственный признак бывшего механического воздействия, разработанных объективных методов исследования явно недостаточно.

**Цель работы** – разработка методов биофизической диагностики на трупном материале давности прижизненных кровоизлияний на слизистой оболочке рта пострадавших объективными инструментальными способами.

#### Материалы и методы исследования

Работа выполнена на практическом судебно-медицинском материале с применением комплекса

$$T_{\text{емк}} = 3478,3 + 16,02 \cdot P^3 - 166,99 \cdot P^2 + 171,75 \cdot P, \quad (1)$$

где  $T_{\text{емк}}$  – теплоемкость травмированных тканей, Дж/(кг·К);  $P$  – порядковый номер группы посттравматического периода (1 – 0 часов;

$$T_{\text{пров}} = 0,7428 + 0,0022 \cdot P^3 - 0,0054 \cdot P^2 - 0,0731 \cdot P, \quad (2)$$

где  $T_{\text{пров}}$  – теплопроводность травмированных тканей, Вт/(м·К);  $P$  – порядковый номер группы посттравматического периода (1 – 0 часов; 2 – 0–24 часа; 3 – 25–48 часов; 4 – 49–62 часа; 5 – 63 и более часов).

Возможность влияния возраста на значения теплоемкости и теплопроводности

общепринятых и специальных методов исследования. Представлены данные исследования 73-х групп, проходивших экспертизу в ГКУЗ ХМАО – Югры «Бюро судебно-медицинской экспертизы» в период с 2008 по 2013 гг.

В качестве способов регистрации биофизических характеристик поврежденных объектов производилось изучение теплофизических параметров (теплоемкости и теплопроводности) мягких тканей, составляющих внутреннюю поверхность ротовой полости, с помощью приборов, метрологически стандартизованных и сертифицированных как медицинские измерительные средства. Конструктивно установка для определения теплопроводности представляла собой последовательно вертикально расположенные элементы – нагреватель, датчик и холодильник, позволяя определять коэффициент теплопроводности методом «плоского слоя» [2, 4, 7]. Определение теплоемкости биологических тканей производилось с помощью установки, конструктивно состоящей из калориметра, перемешивающего устройства, термоизмерителя и компьютера [2, 6]. Погрешность используемых аппаратных решений во всех случаях не превышала 5% конечного получаемого значения изучаемой характеристики.

Изученные повреждения располагались на слизистой губ, десен и поверхности щек. Тем не менее, поскольку в ходе проведенных исследований достоверных различий между объектами этих локализаций получено не было, в последующем было решено объединить их в единую группу.

Диапазон давности изученных повреждений находился в интервале от 9 до 120 часов и подтверждался анамнестическими данными, медицинскими документами и материалами следствия.

Обработка численных значений наблюдений, полученных в ходе экспериментального исследования, производилась методами количественной статистики с помощью специализированных компьютерных программ – Microsoft Excel, SPSS 17,0 for Windows, PolyAnalyst 2,0 for OS2-Warp.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что теплофизические параметры травмированных биологических тканей достоверно изменяются в динамике посттравматического периода (рис. 1).

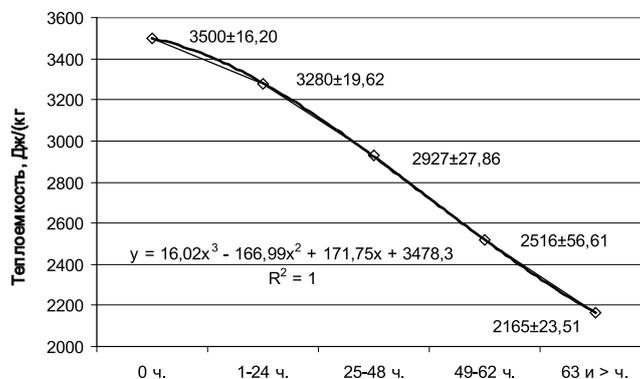
При этом изменения теплоемкости наиболее достоверно описываются уравнением

2 – 0–24 часа; 3 – 25–48 часов; 4 – 49–62 часа; 5 – 63 и более часов), а изменения теплопроводности описываются уравнением

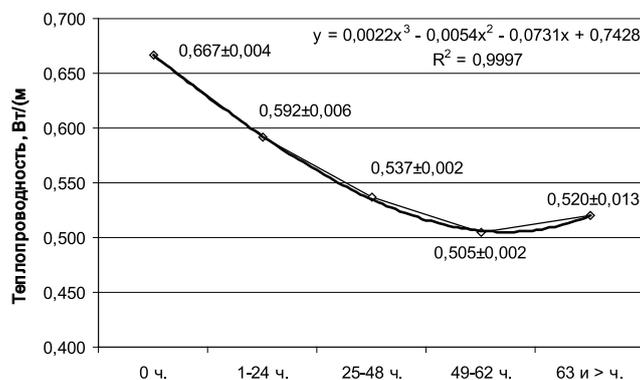
травмированных биологических тканей (мягкие ткани области кровоизлияний рта пострадавших) изучалась с помощью вычисления непараметрической корреляционной зависимости (Спирмена и Кендалла). В ходе анализа было установлено, что между изучаемыми параметрами существует слабая

корреляционная зависимость. Тем не менее, поскольку достоверность корреляции не достигла критической величины в 95%, учитывать фактор паспортного

возраста умершего человека при определении давности механической травмы теплофизическим способом нет необходимости.



Динамика изменения теплоемкости



Динамика изменения теплопроводности

Рис. 1. Полиномиальные тренды изменения величины изученных теплофизических параметров в динамике посттравматического периода

Изучение влияния половой принадлежности личности на значения теплофизических параметров травмированных биологических тканей показало, что их теплоемкость не зависит от пола субъекта, а теплопроводность демонстрирует существование значимых различий только на сроках посттравматического периода свыше 63-х часов. Естественно, что указанные результаты сопровождалась выводом об отсутствии необходимости учета половой принадлежности субъекта в последующем.

Изучение влияния причины смерти на значения теплофизических параметров травмированных тканей не сопровождалось существенным выявлением таковых. В то

же время изучение влияния факта наличия алкоголя в крови трупа на изучаемые теплофизические характеристики показало, что теплопроводность травмированных биологических тканей достоверно меняется при его наличии, что обуславливает необходимость учета этого фактора. Влияний этанола на значения теплоемкости изученных объектов не установлено.

Используя методы «интеллектуального анализа данных», с помощью программы PolyAnalyst 2,0 for OS2-Warp установлено, что в случае отсутствия этанола в крови трупа давность травматического воздействия может быть определена с помощью уравнения

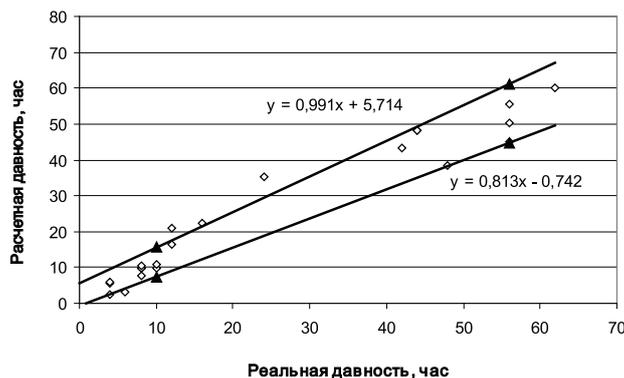
$$D_T = \frac{(12952,4 \cdot \lambda_{повр}^3 - 21878,6 \cdot \lambda_{повр}^2 + 12065,6 \cdot \lambda_{повр} - 2157,55)}{\lambda_{повр}^2 + 0,12055}, \quad (3)$$

где  $D_T$  – расчетная давность травмы, ч;  $\lambda_{повр}$  – теплопроводность мягких тканей поврежденной области, Вт/(м·К), а при наличии алкоголя в крови трупа по формуле

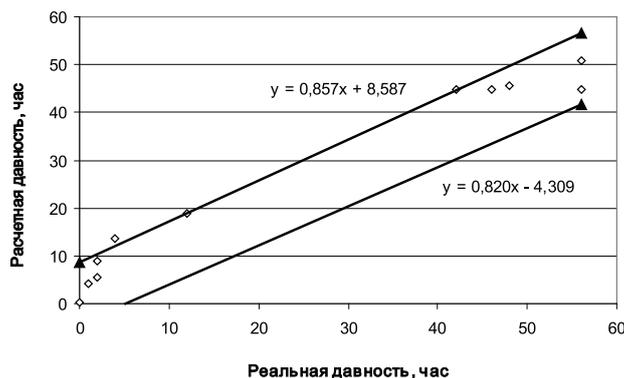
$$D_T = -402,359 \cdot \lambda_{повр} + 2,85997 \cdot C_x + 254,11, \quad (4)$$

где  $D_T$  – расчетная давность травмы, ч;  $\lambda_{повр}$  – теплопроводность мягких тканей поврежденной области, Вт/(м·К);  $C_x$  – концентрация этанола в крови трупа, ‰.

Проведенный дисперсионный анализ по алгоритму А.В. Куликова и соавторов (2006) позволил установить границы доверительного интервала (погрешность метода) для достоверности  $P \geq 95\%$  (рис. 2).



Выражение 3



Выражение 4

Рис. 2. Границы погрешности теплофизического способа определения давности повреждений слизистой ротовой полости

Соответственно, к практическому применению рекомендованы выражения:

$$0,813 \cdot D_T - 0,742 \leq D_{повр} \leq 0,991 \cdot D_T + 5,714, \quad (5)$$

где  $D_T$  – расчетная давность травмы, ч;  $D_{повр}$  – реальная давность травмы (повреждения), ч,

при отсутствии алкоголя в крови умершего

$$0,820 \cdot D_T - 4,309 \leq D_{повр} \leq 0,857 \cdot D_T + 8,587, \quad (6)$$

где  $D_T$  – расчетная давность травмы, ч;  $D_{повр}$  – реальная давность травмы (повреждения), ч.

Использование разработанных уравнений продемонстрируем на примерах практических судебно-медицинских наблюдений:

**Пример 1.** Труп гр-на А., 58 лет, направлен полицией в Бюро судебно-медицинской экспертизы для проведения судебно-медицинского исследования. При исследовании трупа установлено наличие у него повреждений (кровозлияний) слизистой рта,

причиненных гр-ну А. третьими лицами в ходе совершения ими противоправных действий.

Определен коэффициент теплопроводности мягких тканей области кровоизлияний слизистой рта исследованного

трупа  $\lambda_{\text{повр}} = 0,539$  Вт/(м·К) и проведено судебно-химическое исследование его крови на наличие в ней алкоголя. В крови трупа гр-на А. алкоголь не обнаружен. Произведен расчет давности кровоизлияний слизистой рта у исследованного трупа ( $D_T$ ):

$$D_T = \frac{12952,4 \cdot \lambda_{\text{повр}}^3 - 21878,6 \cdot \lambda_{\text{повр}}^2 + 12065,6 \cdot \lambda_{\text{повр}} - 2157,55}{\lambda_{\text{повр}}^2 + 0,120555} =$$

$$= \frac{12952,4 \cdot 0,539^3 - 21878,6 \cdot 0,539^2 + 12065,6 \cdot 0,539 - 2157,55}{0,539^2 + 0,120555} = 43,4 \text{ ч.}$$

Произведен расчет интервала, в границах которого с вероятностью более 95% на-

ходится истинная давность повреждения по выражению (5):

$$0,813 \cdot D_{T_a} - 0,742 \leq D_T \leq 0,991 \cdot D_{T_a} + 5,714 =$$

$$= 0,813 \cdot 43,4 - 0,742 \leq D_T \leq 0,991 \cdot 43,4 + 5,714 =$$

$$= 34,5 \leq D_T \leq 48,7.$$

Таким образом, повреждения (кровоизлияния) слизистой оболочки рта трупа гр-на А. образовались не ранее 34,5 часов и не позднее 48,7 часов до момента его смерти. Полученный результат соответствовал данным следственных органов относительно времени причинения третьими лицами повреждений гр-ну А.

**Пример 2.** Труп гр-на Б., 39 лет, направлен полицией в Бюро судебно-медицинской экспертизы для проведения судебно-медицинского исследования. При исследовании трупа установлено наличие у него повреж-

дений (кровоизлияний) слизистой рта, причиненных гр-ну Б. третьими лицами в ходе совершения ими противоправных действий.

Определен коэффициент теплопроводности мягких тканей области кровоизлияний слизистой рта исследованного трупа  $\lambda_{\text{повр}} = 0,531$  Вт/(м·К) и проведено судебно-химическое исследование его крови на наличие в ней алкоголя. В крови трупа гр-на Б. обнаружен алкоголь в концентрации 1,27%. Произведен расчет давности кровоизлияний слизистой рта у исследованного трупа ( $D_{\text{повр}}$ ):

$$D_{\text{повр}} = -402,359 \cdot \lambda_{\text{повр}} + 2,85997 \cdot C_x + 254,11 =$$

$$-402,359 \cdot 0,531 + 2,85997 \cdot 1,27 + 254,711 = 44,7 \text{ ч.}$$

Произведен расчет интервала, в границах которого с вероятностью более 95% на-

ходится истинная давность повреждения по выражению (6):

$$0,820 \cdot D_T - 4,309 \leq D_{\text{повр}} \leq 0,857 \cdot D_T + 8,587 =$$

$$= 0,820 \cdot 44,7 - 4,309 \leq D_T \leq 0,857 \cdot 44,7 + 8,587 =$$

$$= 32,2 \leq D_T \leq 46,9.$$

Таким образом, повреждения (кровоизлияния) слизистой оболочки рта трупа гр-на Б. образовались не ранее 32,2 часов и не позднее 46,9 часов до момента его смерти. Полученный результат соответствовал данным следственных органов относительно времени причинения третьими лицами повреждений гр-ну Б.

Научная новизна и практическая значимость разработанного способа диагностики давности локальных повреждений мягких тканей, составляющих стенки ротовой полости исследуемого пострадавшего лица,

подтверждена патентом на изобретение RU 2525534 от 20.08.2014 г. [14].

### Выводы

– установлено достоверное ( $P \geq 95\%$ ) изменение теплофизических параметров (теплоемкости и теплопроводности) травмированных мягких тканей с кровоизлиянием на слизистой оболочке рта данной области, в зависимости от длительности посттравматического периода. Численные значения указанных параметров могут служить в качестве критериев, позволяющих

использовать их с целью диагностики давности механической травмы;

– динамика изученных теплофизических параметров травмированных мягких тканей наиболее достоверно (коэффициент достоверности аппроксимации  $R^2 \geq 0,99$ ) описывается полиномиальной зависимостью третьей степени;

– наличие алкоголя в крови трупа является значимым фактором с позиции влияния его на значение теплопроводности травмированных биологических тканей и должно учитываться в ходе создания методики определения давности механической травмы теплофизическим способом. Прочие анализируемые в работе факторы (пол, возраст, причина смерти) не являются значимыми и могут не учитываться;

– с помощью методов интеллектуального анализа данных разработаны оригинальные математические выражения (3)–(4), которые позволяют произвести расчет давности повреждения (кровоизлияния) мягких тканей слизистой оболочки рта трупа по величине их теплопроводности;

– границы интервала, в которых с достоверностью более 95% находится искомое значение давности механической травмы, можно рассчитать, используя неравенства (5)–(6) для случаев отсутствия либо наличия алкоголя в крови умершего соответственно.

#### Список литературы

1. Анянцев Г.В. Использование комплекса электрофизиологических методов исследования для характеристики состояния кожного анализатора в области кровоподтеков у живых лиц // Диагностика давности процессов в объектах судебно-медицинской экспертизы. – Кишинев, 1986. – С. 43–44.
2. Бабушкина К.А. Установление давности кровоподтеков у трупов лиц пожилого возраста: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Ижевск, 2006. – 24 с.
3. Бакшинская Р.Е. Судебно-медицинское исследование в случаях сдавления шеи руками: автореф. дис. ... канд. мед. наук – Харьков, 1956. – 14 с.
4. Благодатских А.В. Математическое обеспечение измерительно-вычислительной системы определения давности наступления смерти человека тепловым методом: дис. ... канд. тех. наук. – Ижевск, 1999. – 160 с.
5. Богомолов Д.В. Проблемы, нуждающиеся в ускоренной разработке // Вестник судебно-медицинской службы. – 2006. – № 3. – С. 12–14.
6. Вавилов А.Ю. Судебно-медицинская диагностика давности смерти тепловыми методами: дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2009. – 286 с.
7. Вавилов А.Ю. Теплофизические параметры тканей внутренних органов человека в раннем постмортальном периоде для целей определения давности наступления смерти термометрическим способом: дис. ... канд. мед. наук. – М., 2000. – 130 с.
8. Евстафьев А.А. Определение давности происхождения кровоподтеков электротермометрическим методом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2001. – 24 с.
9. Клевно В.А. Теория и практика судебной медицины: взгляд в будущее // Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики на современном этапе: сб. пленарных и стендовых докл. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 75-лет. Рос. центра судебно-медицинской экспертизы, 17–20 окт. 2006 г. – М., 2006. – С. 6–10.
10. Кононова С.А. Диагностика давности телесных повреждений бесконтактным термометрическим методом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2010. – 24 с.

11. Куликов А.В., Коновалов Е.А., Вавилов А.Ю. Оценка погрешности измерения давности наступления смерти микропроцессорным прибором с терморезистивным датчиком // Проблемы экспертизы в медицине. – 2006. – № 1. – С. 7–9.

12. Маркелова Н.Г. Комплексная биофизическая диагностика давности кровоподтеков у живых лиц: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Ижевск, 2009. – 24 с.

13. Халиков А.А., Вавилов А.Ю. Диагностика давности механической травмы в судебной медицине биофизическими способами. – Ижевск, 2007. – 159 с.

14. Халиков А.А., Шарафутдинов А.Н., Витер В.И., Вавилов А.Ю. Способ определения давности повреждений на трупе // Патент на изобретение RU 2525534. – Бюл. 23 от 20.08.2014 г.

#### References

1. Ananiev G.V. Usage of a complex of electrophysiological methods of research for the characteristic of a condition of the skin analyzer in the field of bruises at alive persons // Diagnostics of prescription of processes in objects of a forensic medical examination. Kishinev, 1986, pp. 43–44.
2. Babushkina K.A. Determination of prescription of bruises at corpses of persons of advanced age: autoref. diss ... cand. medical sciences. Izhevsk, 2006. 24 p.
3. Bakshinsky R.E. Forensic-medical research in cases of necks hands: autoref. diss ... cand. medical sciences Kharkov, 1956. 14 p.
4. Blagodatsky A.V. The Software of the measurement-computing system of definition of prescription of approach of death of the person a thermal method: diss ... cand. tech. sciences. Izhevsk, 1999. 160 p.
5. Bogomolov D.V. The problems requiring accelerated working out // The Bulletin of medicolegal service. 2006. no. 3. pp. 12–14.
6. Vavilov A.Yu. Forensic-medical diagnostics of prescription of death by thermal methods: diss. ... doct. medical sciences. M., 2009. 286 p.
7. Vavilov A.J. Thermophysical parameters of fabrics of internal bodies of the person in early postmortal the period for definition of prescription of approach of death by thermometric way: diss. ... cand. medical sciences. M., 2000. 130 p.
8. Evstafiev A.A. Determination of prescription of an origin of bruises by electrothermometrics method: autoref. diss. ... cand. medical sciences. M., 2001. 24 p.
9. Klevno V. A. The theory and forensic medicine practice: a prospection // Pressing questions of forensic medicine and expert practice at the present stage: Plenary and bench doct. All Russia sci.-prakt. conf. with international participation, dedicated by 75-years of «The forensic medical examination center», 17–20 oct. 2006 M., 2006. pp. 6–10.
10. Kononova S.A. Diagnosis of prescription of physical injuries a contactless thermometric method: autoref. diss. ... cand. medical sciences. M., 2010. 24 p.
11. Kulikov A.V., Kononov E.A., Vavilov A.Y. Discrimination of an error of measurement of prescription of approach of death the microprocessor device with the thermoresistive gauge // Medical examination problems. 2006. no. 1. pp. 7–9.
12. Markelova N. G. Complex biophysical diagnostics of prescription of bruises at live persons: autoref. diss. ... cand. medical sciences. Izhevsk, 2009. 24 p.
13. Khalikov A.A., Vavilov A.Y. Diagnosis of prescription of a mechanical trauma in forensic medicine in the biophysical ways. Izhevsk, 2007. 159 p.
14. Khalikov A.A., Sharafutdinov A. N., Viter V. I., Vavilov A. Yu. Method of definition of prescription of damages on a corpse//the Patent for invention RU 2525534. Bull. 23 from 20.08.2014.

#### Рецензенты:

Витер В.И., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой судебной медицины, ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Ижевск;  
Поздеев А.Р., д.м.н., доцент кафедры судебной медицины, ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Ижевск.

Работа поступила в редакцию 05.12.2014.