

О ВОЗМОЖНОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ ДАВНОСТИ СМЕРТИ НА ГНИЛОСТНО ИЗМЕНЕННОМ ТРУПЕ СПОСОБОМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

Витер В.И.¹, Козаков Р.Н.¹

¹ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия Минздрава России», Ижевск, e-mail: viki@udmnet.ru

Определение давности смерти человека продолжает оставаться одним из важнейших вопросов, подлежащих разрешению в ходе судебно-медицинской экспертизы мертвого тела. В раннем посмертном периоде для решения этого вопроса существует большое количество разнообразных методов как субъективного, так и объективного характера. Однако для исследования трупа, находящегося в состоянии гнилостной трансформации, количество инструментальных методов исследования ограничено. По мнению авторов, одним из объективных методов исследования гнилостно измененного трупа может явиться способ изучения теплопроводности его внутренних органов. Авторами проведены длительные эксперименты по мониторингу теплопроводности печени и головного мозга у 72 трупов. Регистрация теплопроводности производилась в течение 168 часов. Установлено, что в течение 80 часов после смерти теплопроводность исследованных органов находится на неизменном уровне, после чего начинается ее достоверное снижение. Динамика снижения теплопроводности с высокой степенью достоверности ($R^2=0,99$) описывается полиномиальными уравнениями второй степени. По мнению авторов, установление математической зависимости между теплопроводностью внутренних органов трупа и давностью смерти человека позволяет положительно оценивать возможность создания методики инструментального определения давности смерти на гнилостно измененном трупе представленным способом.

Ключевые слова: давность смерти, гнилостно измененный труп, теплопроводность, головной мозг, печень.

ABOUT THE POSSIBILITY OF DETERMINATION OF A TIME OF DEATH ON A PUTREFACTIVE TRANSFORMATION BY A METHOD FOR DETERMINING THE HEAT CONDUCTIVITY OF INTERNAL ORGANS

Viter V.I.¹, Kozakov R.N.¹

¹«Izhevsk state medical academy of Ministry of Healthcare of Russia», Izhevsk, e-mail: viki@udmnet.ru

The determination of the age of death of a person continues to be one of the most important issues to be resolved during the forensic examination of the dead body. In the early post-mortem period, there are a wide variety of methods, both subjective and objective, to resolve this issue. However, for the study of a corpse in a state of putrefactive transformation, the number of instrumental methods of research is limited. According to the authors, one of the objective methods for studying a rotten corpse may be a way to study the thermal conductivity of its internal organs. The authors conducted long-term experiments to monitor the thermal conductivity of the liver and brain in 72 corpses. Registration of thermal conductivity was carried out for 168 hours. It has been established that for 80 hours after death, the thermal conductivity of the organs studied is at a constant level, after which its significant decrease begins. The dynamics of reducing thermal conductivity with a high degree of reliability ($R^2 = 0.99$) is described by second-degree polynomial equations. According to the authors, the establishment of a mathematical relationship between the thermal conductivity of the internal organs of a corpse and the age of a person's death allows one to positively evaluate the possibility of creating a method for instrumentally determining the age of death on a rotten corpse by the method presented.

Keywords: age of death, rotten corpse, heat conduction, brain, liver.

В практике судебно-медицинского эксперта весьма частыми являются случаи, когда точное установление времени смерти человека имеет решающее значение для успешного расследования преступления, определения круга лиц, причастных к его совершению, и установления тех, кто не мог совершить это деяние [1; 2]. Значение заключения эксперта для следствия и суда обусловлено тем, что проводя экспертизу мертвого тела в морге либо

изучая его на месте первичного обнаружения в качестве специалиста в области медицины, эксперт пользуется широким набором объективных методов исследования [3], подтверждая свои выводы результатами количественных характеристик процессов, регистрируемых им в мертвом теле.

Современное развитие судебно-медицинской науки и широкое распространение высокоточных средств измерения привело к тому, что определение давности наступления смерти (ДНС) в раннем посмертном периоде осуществляется с погрешностью, не превышающей 0,5-1,5 часа [4], а в ряде случаев вплотную приближается к инструментальной погрешности метода [5]. Столь высокая точность определения ДНС стала возможной еще и потому, что ранний посмертный период достаточно хорошо изучен и все процессы, протекающие в трупе в первые 24 часа после наступления смерти, описаны и математически конкретизированы многими исследователями [6-8].

Существенно сложнее обстоят дела с теми трупами, которые к моменту их обнаружения успели гнилостно трансформироваться [9]. Безусловно, абсолютное большинство мертвых тел обнаруживают, осматривают и подвергают судебно-медицинской экспертизе еще до того, как на них проявляются первые признаки гниения. Однако и трупы, находящиеся в состоянии выраженных гнилостных изменений, не являются редкостью в практике судебных экспертиз [10]. И хотя никакая степень разложения не может явиться препятствием к исследованию трупа, трудно извлечь хоть какую-нибудь информацию из объекта, находящегося в состоянии выраженных гнилостных изменений. Посмертное охлаждение, являющееся одним из наиболее точных критериев для расчета ДНС [11], как правило, уже завершилось, как и многие другие процессы, используемые для установления ДНС в раннем посмертном периоде. Именно этим обстоятельством объясняется тот факт, что число методик, разработанных для изучения гнилостно трансформированных тел, позволяющих объективно конкретизировать время смерти человека, относительно мало [12].

Среди работ по определению ДНС гнилостно измененных тел в последние годы получили распространение исследования с применением различных лабораторных методик. Действительно, привлечение инструментальных методов диагностики позволяет глубже понять процессы, происходящие в трупе после смерти человека, измерить степень их выраженности и, аппроксимируя полученные математические зависимости на этап их начала, установить искомое значение ДНС.

Ранее ижевской школой судебных медиков проводились исследования по изучению теплофизических параметров тканей и органов трупа с количественной характеристикой величин их теплоемкости и теплопроводности [13; 14]. Было установлено, что эти величины зависят от некоторых индивидуальных характеристик мертвого тела (возраст, наличие

этанола в крови, причина смерти), а также динамически изменяются при начале гниения мертвого тела. Последний процесс был мало исследован авторами, между тем он представляет интерес с точки зрения изучения диагностических возможностей метода в позднем посмертном периоде.

Это определило цель настоящего исследования, заключающуюся в изучении диагностических возможностей метода измерения теплопроводности органов, составляющих традиционные диагностические зоны при термометрии, на поздних сроках посмертного периода, для решения вопроса о возможности использования указанного метода как перспективного способа определения давности смерти на гнилостно измененном теле.

Материал и методы исследования

Выполнение исследований производилось на материале практических судебно-медицинских экспертиз, выполняемых в КУ ХМАО-Югры «Бюро судебно-медицинской экспертизы» в период 2008-2018 гг. Изучены 142 мертвых тела обоего пола различного возраста с различной степенью выраженности гнилостных явлений. Во всех случаях давность смерти находилась в интервале от 24 часов до 30 суток. Среди причин смерти чаще всего фиксировались различные виды скоропостижной смерти, реже – насильственной (убийство с последующим сокрытием тела).

К сожалению, поскольку смерть происходила в условиях неочевидности, что приводило к позднему обнаружению мертвого тела, верифицировать ее с высокой точностью данными следствия не удавалось. В экспертных наблюдениях ошибка определения ДНС составляла от 24 до 48 часов.

Это явилось основанием для проведения исследований по типу экспертного эксперимента – невостребованные мертвые тела с точно известной давностью смерти (около 24 часов) помещались в условия неизменных внешних температур (около 20 °С), подключались к измерителю теплопроводности (рис. 1) в режиме компьютерного мониторинга и выдерживались в течение недели. Все это время осуществлялся съем показателей теплопроводности, сохраняемый в компьютере в виде текстовых файлов. На настоящий момент времени в длительном эксперименте изучены 72 мертвых тела.

В качестве измерителя теплопроводности использован оригинальный прибор, созданный в лаборатории кафедры вычислительной техники Ижевского государственного технического университета. Прибор представляет собой портативный микропроцессорный измеритель теплопроводности с игольчатым щупом, вводимым через прокол кожи (или иным образом) в нужную диагностическую зону (головной мозг, печень). Коэффициент теплопроводности биологической ткани измеряется дифференциальным методом за счет нагревателя и точечных датчиков, расположенных по длине полый иглы щупа. Измерение

теплопроводности сопровождается одновременной фиксацией температуры органа.

Сходным образом изучена теплопроводность печени (рис. 1).



Рис. 1. Прибор для измерения теплопроводности.

Измерение теплопроводности печени

Изучение полученных цифровых данных осуществлялось регрессионным анализом – установлением математической зависимости между временем, прошедшим с момента смерти человека, и величиной коэффициента теплопроводности головного мозга и печени его трупа. Математическая зависимость определялась путем подбора тренда, наиболее точно отражающего описываемый процесс. Значимыми признавались выражения, полученные при коэффициенте достоверности аппроксимации (R^2), большие либо равные 95%.

В качестве платформы для проведения исследований использован пакет программ *Microsoft Office 2010* (лицензия *Retail*), установленный на персональном компьютере (ноутбуке) фирмы *Lenovo* (на базе платформы *Intel*), в операционной системе *Windows 7 Home Premium* (лицензия *OEM*).

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе проводимых исследований установлено, что коэффициент теплопроводности изученных органов достоверно изменяется с течением времени.

Так, в частности, при изучении теплопроводности головного мозга, установлено

снижение величины регистрируемого параметра (рис. 2).

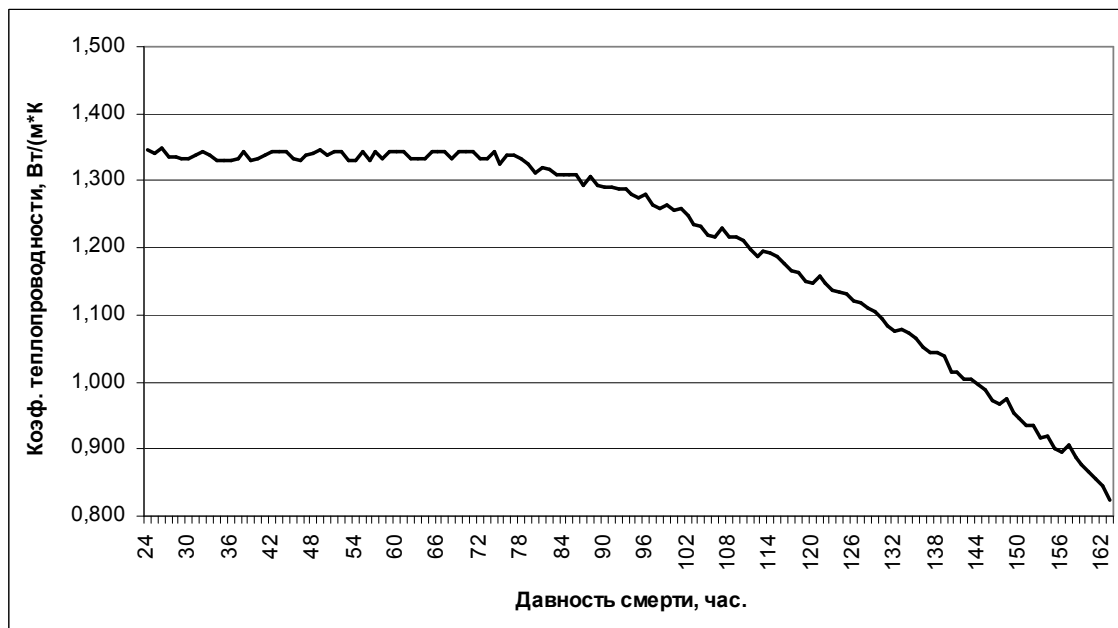


Рис. 2. Динамика теплопроводности головного мозга

Обращает на себя внимание существование плато, продолжительностью около 80 часов, в течение которого коэффициент теплопроводности головного мозга остается на относительно стабильном уровне — $1,328 \pm 0,034$ Вт/(м*К). Указанное обстоятельство позволяет считать, что в это время гнилостные процессы в головном мозге либо не происходят, либо их выраженность в условиях комнатной температуры относительно невелика и не приводит к изменениям регистрируемого параметра. Однако в последующем происходит постепенное снижение коэффициента теплопроводности, причем этот процесс идет с нарастающей скоростью, к концу седьмых суток приводя к снижению теплопроводности практически до нуля.

Объяснение этому явлению необходимо искать в особенностях гнилостного расплавления головного мозга, хорошо известных экспертам-танатологам. Как показывает многолетняя практика, гнилостные процессы в головном мозге приводят к его разжижению, формируя в итоге буровато-зеленую полужидкую массу, заполняющую нижнюю часть черепной коробки, в то время как верхняя ее часть обычно заполняется гнилостными газами. Естественное, что наличие газовой прослойки в полости черепа создает условия для полного прекращения процессов теплопроводности в жидких средах, а конвекция через газ ограничена из-за замкнутого характера изучаемой части тела — черепной коробки. Сходный процесс ранее был зарегистрирован А.Ю. Вавиловым [14], с той особенностью, что изменения теплопроводности им фиксировались специально сконструированной установкой, использующей метод плоского слоя [15]. Вполне естественно, что результаты, полученные автором *in vitro*, не могли быть экстраполированы на реальные объекты судебно-

медицинской экспертизы (in vivo), что и не позволило создать методику, работающую в условиях практической судебно-медицинской деятельности.

Проведя регрессионный анализ на этапе снижения теплопроводности (рис. 3), можно констатировать, что наиболее точно отражающим наблюдаемый процесс является полиномиальная зависимость второй степени.

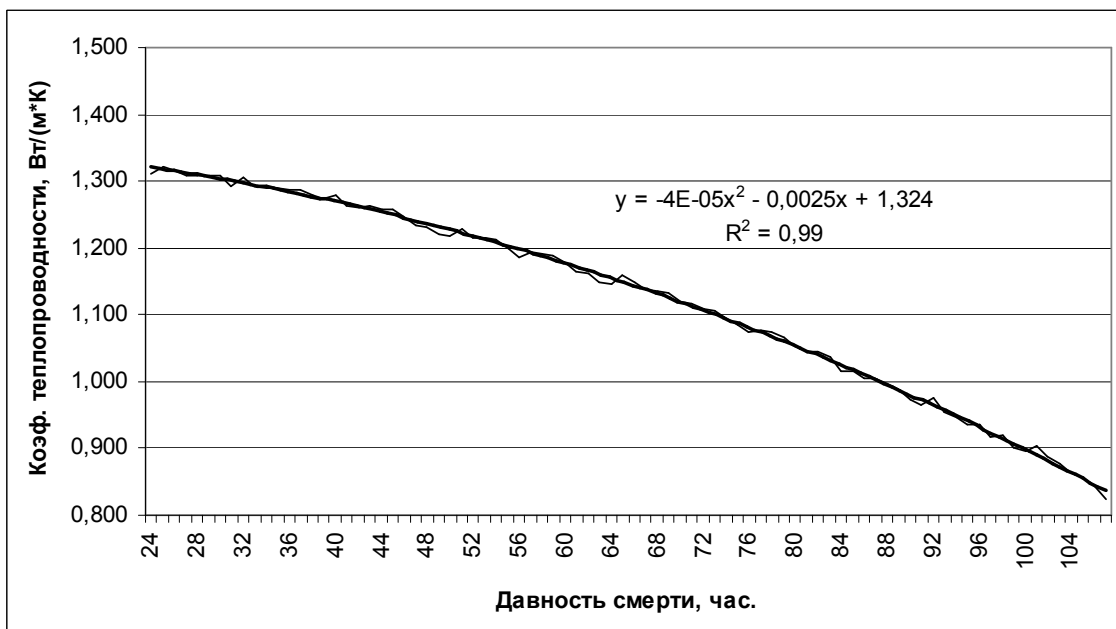


Рис. 3. Математическая зависимость между снижением теплопроводности головного мозга и давностью смерти человека

Коэффициент достоверности аппроксимации вплотную приближается к 100% ($R^2 = 0,99$).

Соответственно, итоговое выражение, устанавливающее математическую зависимость между временем, прошедшим с момента смерти человека, и значением коэффициента теплопроводности его головного мозга, можно выразить следующим образом (1):

$$\lambda = 1,324 - 4 \times \exp(-0,5 \times (ДНС - 24)^2) - 0,0025 \times (ДНС - 24), \quad (1)$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м²К);

ДНС – давность наступления смерти, час.

Сходная математическая зависимость получена при исследовании печени (2):

$$\lambda = 1,379 + 2 \times \exp(-0,5 \times (ДНС - 24)^2) - 0,0068 \times (ДНС - 24), \quad (2)$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м²К);

ДНС – давность наступления смерти, час.

Как и ранее, отмечается существование плато продолжительностью около 80 часов (рис. 4), в течение которого коэффициент теплопроводности печени остается на

относительно стабильном уровне – $1,378 \pm 0,042$ Вт/(м*К).

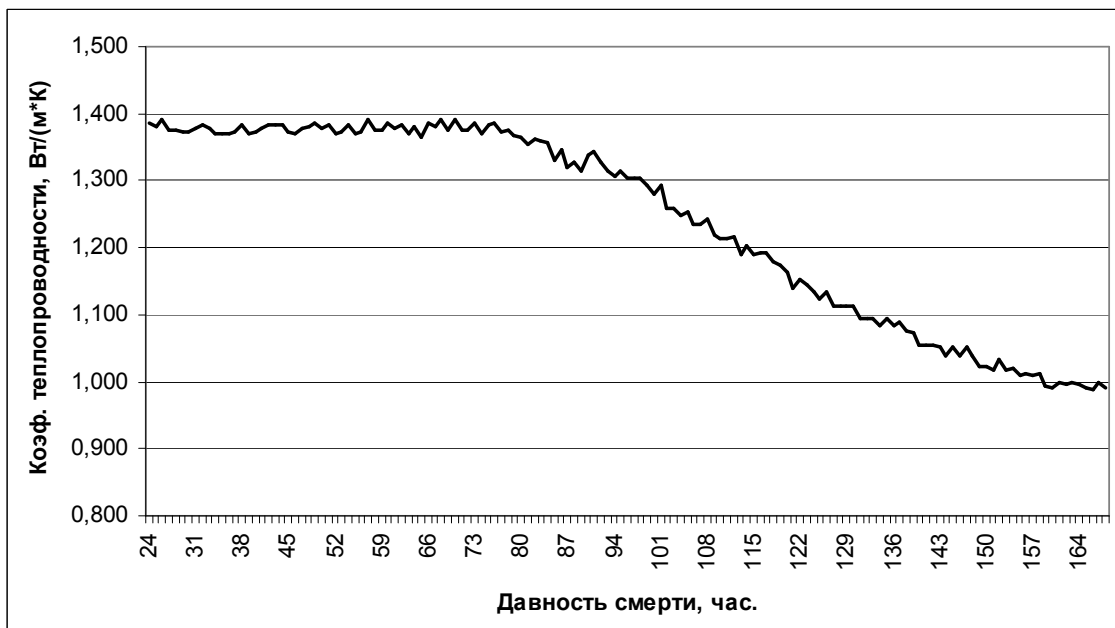


Рис. 4. Динамика теплопроводности печени

Математическая зависимость между теплопроводностью печени и временем, прошедшим после смерти человека, также наиболее точно ($R^2 = 0,99$) описывается полиномиальным выражением второй степени (рис. 5).

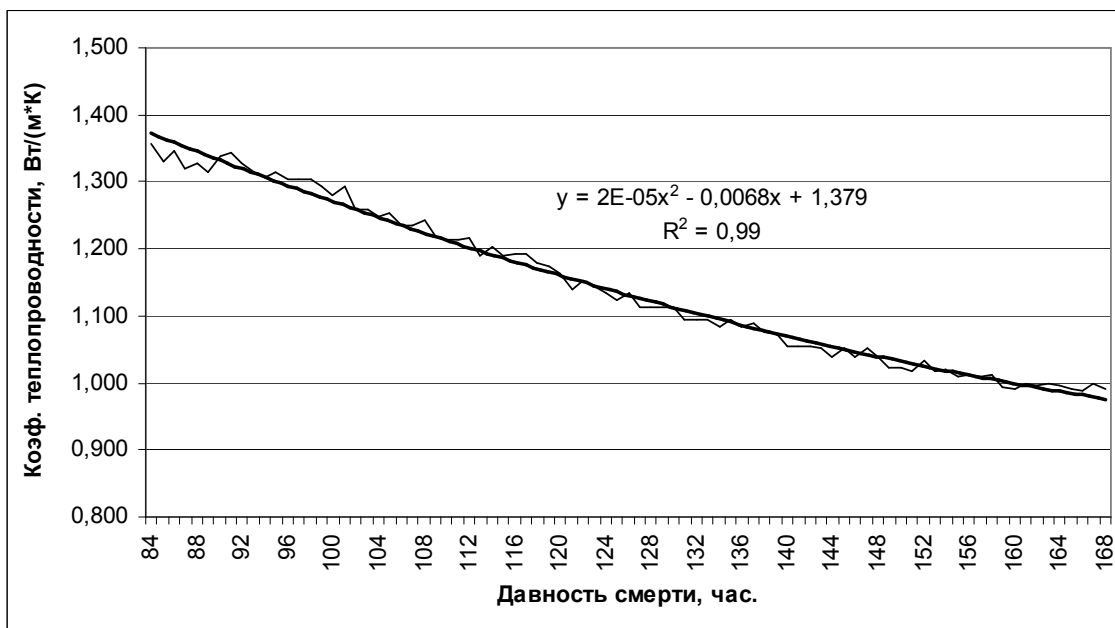


Рис. 5. Математическая зависимость между снижением теплопроводности головного мозга и давностью смерти человека

Принципиальным отличием фиксируемых изменений коэффициента теплопроводности печени от аналогичных изменений в головном мозге является то, что снижение изучаемого параметра происходит с постепенным снижением скорости процесса и стабилизацией теплопроводности на уровне 0,870-0,890 Вт/(м*К).

По нашему мнению, как и ранее, объяснение следует искать в особенностях гниения изучаемого органа. В отличие от головного мозга, печень при гниении не разжижается, а приобретает порозность – в ткани органа появляются пузырьки, заполненные гнилостными газами. Их количество и размеры увеличиваются, постепенно заполняя всю толщу органа. Естественным, что появление газов тормозит процесс теплопередачи в органе, снижая значение измеряемого коэффициента λ .

Выводы

1. Теплопроводность головного мозга и печени трупа, измеряемая на реальных объектах судебно-медицинской экспертизы, демонстрирует существование статистически значимой математической зависимости ($R^2 = 0,99$) с продолжительностью времени, прошедшего с момента наступления смерти человека.
2. Изменению теплопроводности изученных органов предшествует плато продолжительностью около 80 часов, в течение которого величина изучаемого параметра находится на неизменном уровне. По окончании указанного промежутка времени отмечается снижение величины теплопроводности ткани органа.
3. Описание динамики изменения теплопроводности головного мозга и печени на загнивающем трупе лучше всего производится полиномиальным уравнением второй степени, устанавливающим зависимость между давностью смерти человека и величиной коэффициента λ .
4. Существование зависимости, указанной выше, создает возможность создания методики, позволяющей устанавливать давность наступления смерти на гнилостно измененном трупе способом измерения коэффициента теплопроводности его внутренних органов.

Список литературы

1. Кузовков А.В., Вавилов А.Ю. Объективизация диагностических алгоритмов установления давности смерти человека по динамике тимпанической температуры // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26167> (дата обращения: 22.12.2018).
2. Вавилов А.Ю., Халиков А.А., Найденова Т.В., Сагидуллин Р.Х. К вопросу объективной оценки мышечного окоченения на месте происшествия в условиях неочевидности // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26168> (дата обращения: 22.12.2018).

3. Вавилов А.Ю. Анализ точности современных методик математического моделирования температуры трупа, применяемых для целей диагностики давности смерти // Проблемы экспертизы в медицине. 2007. Т. 7. № 3 (27). С. 26-30.
4. Кузовков А.В., Вавилов А.Ю. Неинвазивный термометрический способ диагностики давности смерти человека в раннем посмертном периоде // Фундаментальные исследования. 2014. № 10-7. С. 1341-1345.
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. 2012. Т. 12. № 1-2 (45-46). С. 11-13.
6. 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.
7. 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.
8. Вавилов А.Ю., Найденова Т.В., Мартева А.В., Халиков А.А. Особенности термометрического исследования трупа на месте его первоначального обнаружения // Проблемы экспертизы в медицине. 2005. Т. 5. № 2 (18). С. 15-17.
9. Садртдинов А.Г., Вавилов А.Ю., Халиков А.А., Найденова Т.В. Установление давности смерти человека фотоколориметрическим способом при гнилостной биотрансформации трупа // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26165> (дата обращения: 23.12.2018).
10. Новиков П.И., Швед Е.Ф., Нацентов Е.О., Коршунов Н.В., Вавилов А.Ю. Моделирование процессов в судебно-медицинской диагностике давности наступления смерти: монография. Челябинск; Ижевск, 2008. 312 с.
11. 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.
12. Халиков А.А., Садртдинов А.Г., Найденова Т.В., Вавилов А.Ю. О возможности инструментальной диагностики давности смерти гнилостно-трансформированного трупа // Актуальные вопросы судебно-медицинской науки и практики: материалы межрегиональной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 80-летию судебно-медицинской службы Кировской области. ФГБУ "Российский центр судебно-медицинской экспертизы" Минздрава России; КОГБСЭУЗ "Кировское областное бюро

судебно-медицинской экспертизы"; ГБОУ ВПО "Кировская государственная медицинская академия" Минздрава России. 2015. С. 88-92.

13. Халиков А.А., Шарафутдинов А.Н., Вавилов А.Ю. Определение удельной теплоемкости биологических тканей // Медицинский вестник Башкортостана. 2011. Т. 6. № 5. С. 137-139.

14. Вавилов А.Ю. Теплофизические параметры тканей внутренних органов человека в раннем постмортальном периоде для целей определения давности наступления смерти термометрическим способом: автореф. дис... канд. мед. наук. Москва, 2000. 22 с.

15. Вавилов А.Ю. Судебно-медицинская диагностика давности наступления смерти тепловыми методами: дис. ...док. мед. наук. Москва, 2009. 258 с.