

На правах рукописи

**Нацентов Евгений Олегович**

**ДИАГНОСТИКА ДАВНОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ  
ПРИ ОЛЕДЕНЕНИИ ТРУПА**

**14.00.24. - судебная медицина**

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук**

**Нацентов Евгений Олегович**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

---

Издательство “Экспертиза”, ЛУ № 066  
426009, г. Ижевск, ул. Ленина, 87-а, т. 75-24-93  
24 стр., тираж 100 экз.

Подписано в печать: 18.01.06 г. Заказ № 149  
Отпечатано в типографии АО «Буммаш»  
426050, г. Ижевск, Воткинское шоссе, 170

**Ижевск  
2006**

Работа выполнена на кафедре судебной медицины ГОУ ВПО  
"Ижевская государственная медицинская академия Росздрава"

**Научный руководитель:** доктор медицинских наук,  
профессор В.И. Витер

**Официальные оппоненты:** доктор медицинских наук,  
Д.В. Богомолов  
доктор медицинских наук,  
профессор Е.С. Тучик

**Ведущая организация:** Бюро судебно-медицинской  
экспертизы Департамента  
здравоохранения г.Москвы

Защита состоится “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2006 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д 208.070.01 при Федеральном государственном учреждении «Российский центр судебно-медицинской экспертизы Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию» (123242, г. Москва, ул. Садовая-Кудринская, д. 3, корп. 2).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Федерального государственного учреждения «Российский центр судебно-медицинской экспертизы Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию».

Автореферат разослан “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2006 года.

**Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
к.м.н., доцент**

**Панфиленко О.А.**

### **Актуальность проблемы:**

Проблема диагностики давности смерти разрабатывается на протяжении полутора столетий многими учеными мира. Наиболее эффективным в разработке этой проблемы оказался подход, связанный с моделированием процесса изменения температуры трупа (Новиков П.И., Попов В.Г., 1982, Новиков П.И., 1986). Последующий методологический анализ и апробация полученных результатов на практике, показали перспективность применения способов моделирования в разработке проблемы давности смерти с возможным использованием в качестве модели не только изменения температуры трупа, но и некоторых других посмертных процессов, а также возникли предположения о целесообразности применения способов моделирования для решения вопросов о давности смерти в случаях, когда традиционные методы не применимы.

Во многих регионах нашей страны осенне-зимне-весенний период характеризуется низкими минусовыми температурами. При этом трупы людей, находящиеся в данных условиях, в ряде случаев подвергаются оледенению, что значительно затрудняет диагностику давности наступления их смерти. В судебно-медицинской практике в настоящее время не существует метода, позволяющего устанавливать время смерти при исследовании оледеневшего трупа, что в значительной степени снижает качество экспертизы и следствия при разработке криминальных случаев, связанных с оледеневшим трупом.

В трупах, подвергшихся оледенению, посмертные процессы биологической, биохимической, биофизической природы практически прекращаются (Орехович В.Н., 1977). Эксперт оказывается в затруднительном положении, поскольку традиционные посмертные процессы биологической природы прекратились, а такой процесс как изменение температуры трупа, подвергнувшегося оледенению, не поддается временной оценке, при традиционном к нему подходе, т.к. имеет существенные особенности, связанные с переходом тканей из одного агрегатного состояния в другое. Эти особенности обусловлены энергетическими процессами выделением тепла при оледенении и поглощением его при оттаива-

нии. В результате этого в судебно-медицинской науке и практике сложилось общепринятое мнение о бесперспективности исследования оледеневшего трупа, на предмет определение времени наступления смерти, в связи с чем, научные разработки по этому вопросу практически не ведутся. При тщательном исследовании нам удалось обнаружить единственную работу (Kuehn L.A. et al. 1980), в которой авторы предпринимают попытку определить время смерти при исследовании оледеневшего трупа в конкретной экспертизе. При этом сами авторы оценивают предложенный ими подход как несостоятельный.

Учитывая вышесказанное, **целью исследования** явилось: повышение качества выполнения судебно-медицинской экспертизы давности наступления смерти при оледенении трупа в условиях отрицательных значений температуры окружающей среды, путем оценки его теплофизического состояния и формирования математической модели процесса.

В соответствии с указанной целью были поставлены следующие **задачи**:

1. На практическом судебно-медицинском материале разработать методику термометрии трупа человека при отрицательных значениях температуры внешней среды и его оледенении.

2. На экспериментальном материале определить особенности динамики температуры тела человека с выделением стадий ее изменения.

3. Произвести сравнительный анализ динамики температуры трупа человека с разработкой математических методик ее описания на различных стадиях процесса охлаждения - замерзания тела, в том числе с учетом влияния различных внешних и внутренних факторов.

4. Разработать алгоритм экспертной деятельности при установлении давности смерти оледеневшего трупа с возможностью использования его в практической деятельности.

**Научная новизна исследования** заключается в том, что впервые изучены теплофизические процессы в биологической ткани при ее замерзании и оттаивании, показана последовательная этапность динамики посмертной температуры тела человека в усло-

виях отрицательных значений температуры окружающей среды с математическим описанием указанных этапов и разработкой алгоритмов установления времени смерти.

**Практическая значимость** работы состоит в разработке алгоритма судебно-медицинского исследования трупа при отрицательной температуре внешней среды и оледенении трупа, что сопровождается повышением точности определения давности смерти.

#### **Апробация диссертации.**

Результаты исследования докладывались и обсуждались на заседаниях кафедр судебной медицины 2-го Московского ордена Ленина государственного медицинского института им.Пирогова, ГОУ ВПО "Ижевская государственная медицинская академия" и ГОУ ДПО "Уральская государственная медицинская академия дополнительного образования", а так же Республиканского общества судебных медиков Удмуртии и Челябинского областного бюро судебно-медицинской экспертизы (Ижевск, Челябинск, Москва, 1990-2004).

#### **Реализация результатов исследования. Публикации.**

Полученные результаты исследования используются в учебном процессе кафедры судебной медицины Ижевской государственной медицинской академии, в практической работе ГУЗ "Бюро судебно-медицинской экспертизы" Министерства Здравоохранения Удмуртии, Пермского областного бюро судебно-медицинской экспертизы, Челябинского областного бюро судебно-медицинской экспертизы. По теме диссертации опубликовано 7 научных работ, из них 1 в международной печати.

#### **Структура и объем диссертации.**

Диссертация изложена на 129 листах. Состоит из введения, обзора литературы, главы о материале и методах исследования, 2 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы, включающего 114 источников, из них 14 зарубежных. Диссертация содержит 11 рисунков и 26 таблиц. Приложение оформлено в виде сводных таблиц.

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

**На защиту выносятся следующие положения:**

1. При нахождении тела человека в условиях внешних "отрицательных" температурах наблюдается этапность динамики смертной температуры, заключающаяся в последовательной смене фаз охлаждения тела, фазового перехода его тканей и дальнейшего охлаждения замерзшего тела.

2. Охлаждение тела при "минусовой" температуре окружающей среды происходит по экспоненциальному закону, аналогично таковому процессу при "плюсовой" температуре и может быть описано двухэкспоненциальной математической моделью.

3. Температура кристаллизации (начала фазового перехода) биологической ткани является величиной постоянной, не зависящей от комплекса внешних и внутренних факторов (пол, возраст, величина этанолемии и т.д.).

4. Длительность стадии фазового перехода тканей трупа может быть описана математически, что создает возможность определения давности его нахождения в условиях отрицательных значений температуры окружающей среды.

**Материалы и методы исследования.**

Работа выполнена на практическом судебно-медицинском материале с применением комплекса общепринятых и специальных (оригинальных) методов исследования. Вся выполненная работа состояла из двух фрагментов. Первая часть работы, произведенная на биологических блоках, состояла в изучении процессов охлаждения, оледенения и оттаивания на 44 объектах, представленных мышечной тканью - фрагментом четырехглавой мышцы, изымаемой из бедра трупа. Вторая часть работы, состояла в исследовании аналогичных процессов на целостных объектах - телах умерших людей. При проведении экспериментов было использовано 29 трупов, из них 21 исключительно при проведении экспериментов и 8 - в том числе и в экспертных исследованиях. В процессе проведения работы, при исследовании в общей сложности произведено 49745 замеров температуры, суммарная продолжительность времени исследований составила 2296 часов.

После отсепаровывания кожи и подкожной клетчатки с передней поверхности бедра трупа, обнажались мышцы, выделялась

четырёхглавая мышца и иссекалось ее брюшко или его фрагмент массой 1100 г. Мышечным материалом заполнялся полиэтиленовый пакет, который укладывался в коробку из картона с толщиной стенки 0,06 см в форме параллелепипеда с квадратным сечением, размерами 8×8×16 см (объем  $v \approx 0,001 \text{ м}^3$ ). В процессе заполнения объема мышечная масса распределялась таким образом, чтобы не оставалось пустот. По заполнении коробка заклеивалась силикатным клеем. В результате нами формировался объект, называемый далее "биоблок". К днищу биоблока приклеивались 3 пенопластовые ножки для сведения к минимуму неравномерности процесса теплопередачи между блоком и окружающей средой. Правильная геометрическая форма биоблока обеспечивала равномерность распределения температурных полей в исследуемом объекте, что существенно облегчало оценку результатов эксперимента. После формирования биоблока для последующего мониторинга температуры в него вводился термощуп, несущий на себе термодатчики.

В качестве термодатчиков применялись низкоомные микро-терморезисторы конструкции Карманова МТ-54, размещенные в многозональных щупах на боковой поверхности пластикового стержня на расстоянии 3 см друг от друга.

Многозональный (пятизональный термощуп) вводился по срединной оси биоблока на всю его глубину, что позволяло получать информацию о динамике температуры во всем объеме - как в поверхностных, так и в глубинных его слоях.

После введения термощупа, биоблок помещался в термостат, для послойного выравнивания температуры перед началом эксперимента. Температура в термостате в каждом конкретном случае соответствовала той температуре, при которой формировались биоблоки (от +12 до +28°C). Поэтому вполне удовлетворительное выравнивание температуры в толще биоблока происходило за 2-3 часа. Контроль за выравниванием температуры производился по показаниям термодатчиков. После выравнивания температуры биоблоки помещались в низкотемпературную морозильную камеру МНМ-52 емкостью 0,4 м<sup>3</sup>, в которой поддерживалась отрицательная температура на уровне (-)30 2 С. Замеры темпера-

тур производились дискретно с интервалами от 5 до 30 минут. Замораживание прекращалось по достижению центральными отделами биоблока температуры близкой к температуре окружающей среды.

После этого объект для последующего оттаивания переносился в термостат с положительной температурой, симметричной температуре при оледенении относительно температуры фазового перехода мышечного субстрата.

Биоблоки находились в термостате до полного оттаивания. Эксперимент прекращался по превышению температуры в центральной зоне биоблока, соответствующей температуры фазового перехода.

Результаты замеров, представленные в виде таблиц, использовались для последующего анализа. В процессе этого этапа исследования в общей сложности было проведено более 13000 замеров температуры, суммарная продолжительность исследований более 600 час.

Для проведения исследования целостных трупов, использовались лица, доставленные в морг в ближайшие часы после наступления смерти с установленной ее давностью, не превышавшей 8 часов.

На первом этапе проведения эксперимента с целью послыного выравнивания температуры, труп помещался в пенопластовый термостат на 2-3 часа. Контроль за процессом выравнивания температуры осуществлялся по показаниям термодатчиков. В целом последовательность этапов при исследовании на целостных трупах был подобен алгоритму эксперимента, проводимого на биоблоках. Для достижения полного оледенения трупы подвергались замораживанию в климатотермокамере КТК-3000 объемом 4,4 м<sup>3</sup> при температуре (-)30 2 С. Замеры температур производились дискретно с интервалами от 5 до 30 минут. Замораживание прекращалось по достижению температуры центральных отделов тела температуры близкой к температуре окружающей среды. Оттаивание также осуществлялось в климатотермокамере при положительной температуре, симметричной температуре при оледенении относительно условного значения температуры фазового перехо-



да. Эксперимент прекращался по превышению температуры в центральных отделах туловища соответствующей температуры фазового перехода.

Измерение температуры проводилось в срединных отделах туловища трупа, а также в тканях различных отделов туловища и конечностей трупа по методике, предложенной П.И. Новиковым (1986).

Результаты замеров, представленные в виде таблиц, использовались для последующего анализа. В процессе этого фрагмента исследования в общей сложности было проведено более 35000 замеров температуры, суммарная продолжительность исследований более 1500 часов.

В процессе формирования базы данных, статистической обработки и оформления полученных результатов использовались компьютер с операционной системой Windows XP, программа обработки электронных таблиц Microsoft Excel XP, текстовый редактор Microsoft Word-XP, статистический пакет SPSS 13,0 for Windows.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.**

Проведенный анализ современных литературных источников свидетельствует об отсутствии в настоящее время современных методик установления давности смерти в условиях отрицательных значений температур окружающей среды, как при охлаждении тела, так и при последующем его замерзании.

При развитии общих представлений о проблеме нами были выделены два основных направления:

- 1) анализ термодинамических процессов, происходящих в трупе при оледенении;
- 2) разработка методики определения времени, как одного из параметров, характеризующих анализируемые процессы.

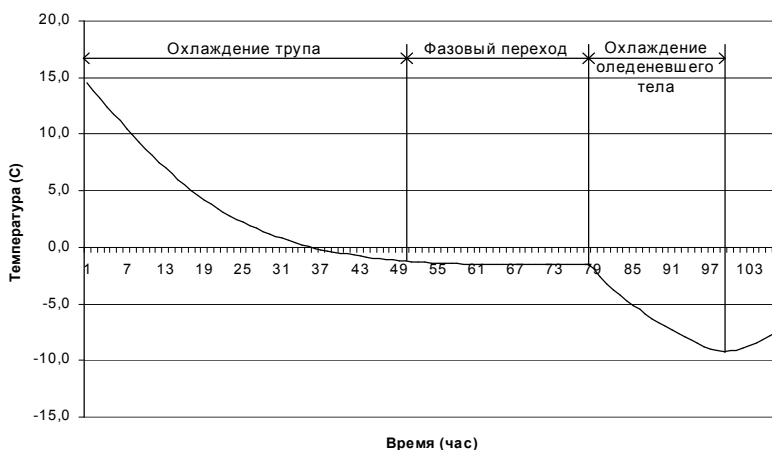
В начальном периоде процесса оледенения и до завершения стадии фазового перехода, труп представляет собой сложную термодинамическую систему с внутренним источником энергии. Ткани трупа под воздействием низкой (отрицательной) температуры изменяют свое агрегатное состояние, переходя из своего естественного состояния в оледеневшее. При этом для процесса фазового перехода (как для всех фазовых переходов первого рода) является

характерным выделение в виде тепла энергии кристаллизации. При этом температура тканей некоторое время удерживается на уровне, близком к температуре фазового перехода  $t_{фп}$ , формируя своеобразное плато. По окончании процесса кристаллизации происходит дальнейшее охлаждение уже оледеневших тканей трупа с градиентом, не испытывающим активного сопротивление внутреннего источника тепла.

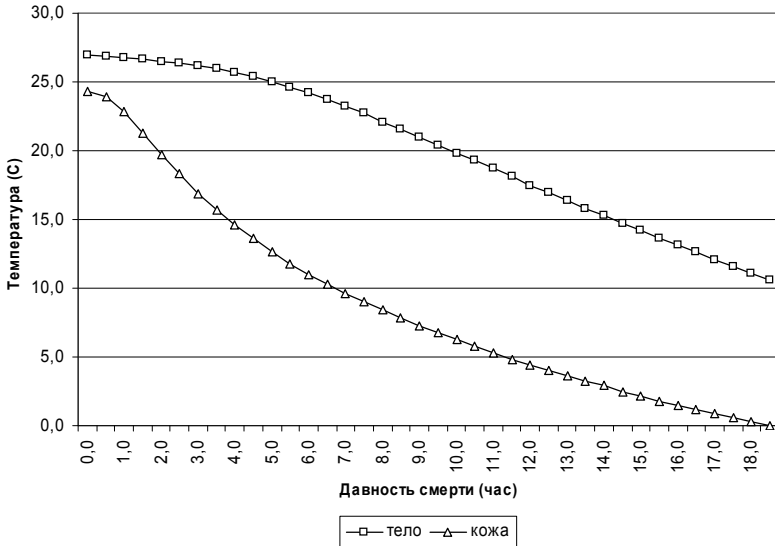
Соответственно, применительно к определению ДНС при экспертизе оледеневших трупов следует разграничивать три процесса, имеющих соответствующую длительность:

- 1) охлаждение трупа - от момента наступления смерти до достижения температуры фазового перехода;
- 2) охлаждение тканей трупа в состоянии фазового перехода - от момента достижения температуры фазового перехода до достижения полного оледенения;
- 3) охлаждение оледеневшего тела - от момента достижения полного оледенения до момента достижения температуры окружающей среды (Рис. 1).

На первом этапе нашего исследования, в опытах на биоблоках, была установлена величина температуры фазового перехода,



**Рис. 1. Динамика оледенения тела по стадиям развития процесса**



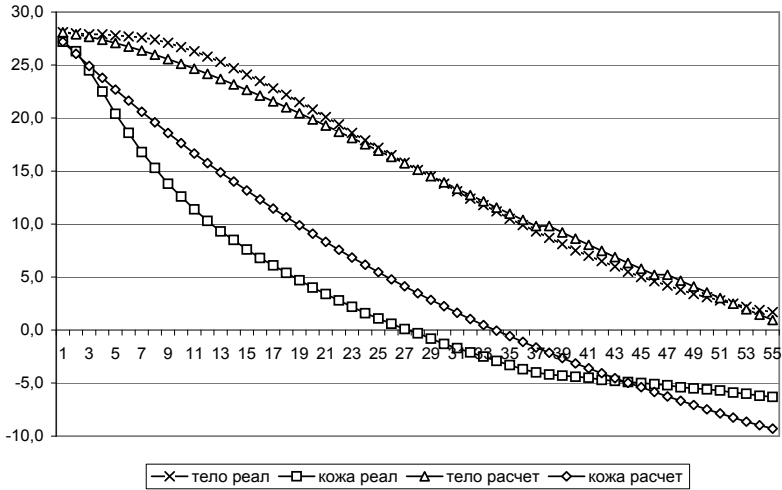
**Рис. 2. Динамика температуры трупа в I фазу (охлаждение) (опыт №3,  $t$  среды  $-16,0$  C)**

составившая  $1,332 \pm 0,027^\circ\text{C}$ . Изучая влияние на данную величину различных факторов (пол, возраст, количество алкоголя в крови), была установлена ее стабильность, что в дальнейшем позволило нам считать ее константой и ориентироваться именно на данное значение при определении границ между 1-й и 2-й фазами.

В дальнейшем, анализируя особенности термодинамики целостного трупа в условиях низких температур внешней среды, произведен разбор каждой из выделенных нами фаз в отдельности.

Так проводя термометрию трупа на его поверхности (температура кожи) и в глубоких отделах тела, нами установлена динамика постмортальной температуры, представленная на рисунке 2.

Установлено, что вид температурной кривой в I-ю фазу (охлаждение тела) в полной степени соответствует современным теоретическим представлениям для таковой для области "плюсовых" температур. Отмечается сравнительно быстрое охлаждение кожи и, постепенное, глубоких отделов тела, с выраженным "температурным плато" на начальном отрезке температурного тренда.



**Рис. 3. Динамика реальной температуры трупa в сравнении с ее расчетными значениями в I фазу (охлаждение) при раздельных коэффициентах В ( $B_T$ ,  $B_K$ )**

Для математического описания динамики температуры трупa в I фазу, нами использована двухточечная модель Е.Ф. Шведа (2005), хорошо зарекомендовавшая себя при установлении ДНС при переменных условиях окружающей среды. Тем не менее, в связи с тем, что прямое использование данной модели с рекомендованными автором начальными условиями ( $K=4,6$ ,  $B=-0,090$ ) сопровождалось получением результата, далекого от реально наблюдаемых температур трупa, модель была модифицирована следующим образом:

$$\begin{cases} T = (T_0 - T_a) \times e^{B_T \times \Delta\tau} + \frac{T'_0 - T_a}{K - 1} \times (e^{B_T \times \Delta\tau} - e^{K \times B_T \times \Delta\tau}) + T_a \\ T' = (T'_0 - T_a) \times e^{K \times B_K \times \Delta\tau} + T_a \end{cases} \quad (1)$$

где  $\Delta\tau$  - продолжительность отдельных интервалов, на которые разбит посмертный период;  $T$  - температура трупa;  $T'$  - базисная температура;  $T_a$  - температура среды;  $B_T$ ,  $B_K$  и  $K$  - коэффициенты, отражающие индивидуальные теплофизические параметры трупa, глубоких его слоев ( $B_T$ ) и поверхностных ( $B_K$ ).

Введение коэффициентов В различных для глубоких и поверхностных слоев тела, позволило нам учесть особенности "минусовых" температур окружающей среды, заключающихся в быстром охлаждении поверхностных слоев и переходе их во вторую и третью фазы, с соответствующим, при этом, изменением теплопроводящих свойств этих слоев.

Адекватность предлагаемой модели подтверждена соответствующими расчетами с сопоставлением реальных и расчетных температурных трендов (Рис. 3).

Некоторое несовпадение расчетного и реального температурных трендов поверхностной температуры тела объясняется использованием единого коэффициента  $B_K$  для характеристики всех трех фаз, ранее выделенных нами. Данный способ, в виду "усреднения" вводимого коэффициента, неизбежно приводит к некоторой погрешности описания динамики "базисной" температуры, что, тем не менее, не сопровождается значительным ростом погрешности метода в целом.

При анализе второй стадии - фазового перехода тканей трупа - методом многофакторного регрессионного анализа установлено, что длительность указанной фазы находится в прямой зависимости от температуры окружающей среды, массы тела и характера одежды на нем.

Продолжительность данной фазы может быть рассчитана по одному из предлагаемых уравнений соответственно для групп "легко" и "тепло одетых" лиц:

$$\tau_{\text{фн}} = 43,683 + 0,729 \times t_{\text{среды}} + 0,467 \times \text{вес} \quad (2)$$

$$\tau_{\text{фн}} = -4,272 + 0,747 \times \text{вес} \quad (3)$$

где  $\tau_{\text{фн}}$  - продолжительность фазового перехода (час),  $t_{\text{среды}}$  - температура окружающего труп воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $\text{вес}$  - его вес в кг.

Отсутствие во втором уравнении значения температуры окружающей среды, по нашему мнению, обусловлено тем, что при нахождении тела в теплой одежде, либо при его "укутывании", происходит существенное замедление теплообмена с окружающей средой. При этом, естественно, что наибольшее значение имеет то, какой объем тепла запасен в теле и количество биологии-

ческих жидкостей в нем, что обусловлено именно массогабаритными параметрами. Температура же внешней среды, частично "нивелируясь" за счет значительной толщины теплосберегающего слоя вокруг тела, перестает играть первостепенную роль в определении скорости истечения тепла из тела во внешнюю среду.

Третья стадия - охлаждение замерзшего трупа, представляя собой частный случай консервации трупа, нами не изучалась. Это обусловлено тем, что трупы в таком состоянии могут сохраняться годами и сотнями лет, при сохранении неизменных внешних условий. При этом отсутствуют какие-либо объективные признаки, которые могли бы быть положены в основу определения давности смерти.

Поскольку решение проблемы определения ДНС относится к числу обратных задач (Толстолицкий В.Ю., 1994), что предполагает возможность ее решения не только на основании изучения прямых процессов - охлаждения тела и кристаллизации биологических жидкостей, но и обратных им, соответственно, декристаллизации жидкостей и нагреве тела, нами изучалась так же длительность обратного фазового перехода при оттаивании тела (Рисунок 4.).



**Рис. 4. Длительность обратного фазового перехода в целостном трупе (эксперимент № 1, t среды=29 С)**

Как указывалось выше, количество энергии, выделяемое при кристаллизации должно уравниваться поглощением ее при декристаллизации. Однако, в силу отмеченной выше специфики объекта исследования - трупа - состоящей в определении его как сложно организованной гетерогенной термодинамической системы, предполагать полную симметрию энергетических процессов его оледенения и оттаивания не представляется возможным. Соответственно при сопоставлении временных характеристик этих процессов будет важным определение степени их различия с целью выведения соответствующего поправочного коэффициента при расчете ДНС. С учетом данного обстоятельства, процесс декристаллизации (оттаивания) трупа можно рассматривать как наиболее адекватный эквивалент его оледенения. И, соответственно, длительность оттаивания - как наиболее точный эквивалент длительности оледенения.

Установлено, что длительность процесса декристаллизации биологических жидкостей так же определяется массой тела человека и величиной температуры среды, при которой происходит оттаивание тела:

$$\tau_{офн} = 1,949 - 0,837 \times t_{среды} + 0,287 \times вес \quad (4)$$

где  $\tau_{офн}$  - продолжительность обратного фазового перехода (час),  $t_{среды}$  - температура окружающего труп воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $вес$  - его вес в кг.

При этом длительность прямого фазового перехода находится в пропорциональной зависимости от длительности обратного и может быть описана следующим выражением:

$$\tau_{фн} = -38,784 + 1,485 \times t_{средыОФП} + 0,265 \times вес + 1,298 \times \tau_{ОФП} \quad (5)$$

где  $\tau_{фн}$  - продолжительность прямого фазового перехода (час),  $t_{средыОФП}$  - температура окружающего труп воздуха при разморозке ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $\tau_{офн}$  - продолжительность обратного фазового перехода (час),  $вес$  - его вес в кг.

Таким образом, анализируя результаты проведенных исследований, нам представилось возможным сделать вывод о существовании принципиальной возможности определения времени пре-

бывания трупа в условиях отрицательных температур окружающей среды с момента смерти до момента полного замерзания тела.

При этом определение такого времени можно осуществить как исключительно расчетным методом, так и экспериментальным, в условиях термокамеры, либо любого другого соответствующе приспособленного помещения бюро судебно-медицинской экспертизы, температура в котором не может быть произвольно регламентирована исследователем.

В практической судебно-медицинской деятельности в равной степени возможны ситуации проведения экспертиз трупов лиц как с завершившейся кристаллизацией жидкостей (III фаза - охлаждение замерзшего тела), так и находящихся в стадии фазового перехода. Естественно, что отличия между данными исследуемыми объектами диктуют определенные особенности определения ДНС.

Для анализа состояния мертвого тела в плане определения стадии процесса, в котором оно находится, нами реализована на практике специально разработанная методика (Авт. свидетельство № 1405142 от 22.02.88 г.), позволяющая, кроме прочего, получить данные, на основании которых представляется возможным определить давность смерти человека.

Возможности данной методики показаны на практическом примере реального судебно-медицинского исследования замерзшего трупа, анализ времени замерзания которого, осуществлялся нами как расчетным, так и экспериментальным способом в условиях термокамеры.

Полученные экспертные данные полностью согласовываются с результатами, определенными следственным путем.

Анализ погрешностей предлагаемых способов установления давности смерти, показал их достаточно высокую точность, с ошибкой, не превышающей  $\pm 10\%$  получаемого результата, что позволяет нам рекомендовать их к применению в судебно-медицинской практике.



## ВЫВОДЫ

1. В ходе проведения экспериментальных исследований динамики постмортальной температуры в условиях отрицательных значений температуры окружающей среды, разработана методика проведения термометрического исследования, предусматривающая так же определение фазы (охлаждение тела, стадия фазового перехода) в которой находится мертвое тело.

2. В опытах на биоблоках и целостных трупах изучены особенности динамики температуры тела человека при нахождении его в условиях внешних отрицательных значений температур, с выделением последовательных стадий: охлаждения - фазового перехода - замерзания глубоких отделов тела.

3. Произведен анализ динамики температуры трупа человека на различных стадиях процесса охлаждения - замерзания тела с разработкой соответствующих математических методик ее достоверного ( $P \geq 95$ ) описания, в том числе с учетом влияния различных внешних и внутренних факторов (пол, возраст, наличие и концентрация алкоголя в крови).

4. Разработан алгоритм последовательных действий судебно-медицинского эксперта, направленный на установление времени пребывания мертвого тела в условиях отрицательных значений температуры окружающей среды, с вычислением его расчетным способом по разработанным математическим моделям, либо экспериментальным способом при оттаивании замерзшего тела с ошибкой определения не более 10%.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.

На основании результатов, полученных в ходе выполнения работы, для целей повышения качества судебно-медицинской экспертизы давности наступления смерти при отрицательных значениях температуры окружающей среды, предложены следующие рекомендации.

При обнаружении мертвого тела, продолжительное время находившегося в условиях низких температур внешней среды, с целью установления фазы, в которой находится труп (охлаждение, фазовый переход, охлаждение замерзшего тела) и получения объективной информации, необходимой для определения ДНС, осуществлять исследование по предлагаемому ниже алгоритму:

1. Оледеневший труп укладывается в термокамеру или иное помещение для оттаивания, не изменяя при этом позу и не смещая одежду.

2. Фиксируем время укладки на оттаивание. Определив среднюю температуру воздуха, при которой произошло оледенение тела, фиксируем температуру воздуха в термокамере.

3. Сразу или по мере оттаивания и размягчения тканей трупа в них проколом вводится одно или многозональный термощуп, постепенно продвигаемый в средние отделы туловища трупа с фиксацией значений температуры трупа.

4. Находя наиболее инерционную зону, осуществляем в ней измерение температуры, убедившись предварительно, что она продолжительное время (в течение нескольких часов) не изменяется и составляет  $-1,3 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ , фиксируя как температуру фазового перехода.

4.1. Если удастся обнаружить инерционную зону с температурой фазового перехода, следовательно, труп находится во второй стадии (фазового перехода), энергетический процесс в динамике, оледенение трупа полностью не произошло. Следовательно определение ДНС возможно методом обратной аппроксимации - за время замерзания принимается количество времени, прошедшее на оттаивание тала.

4.2. Если же по всей толщине трупа температура ниже температуры фазового перехода и при оттаивании имеет постоян-

ное хоть и медленное нарастание, следовательно, труп оледенел полностью и находился в третьей стадии оледенения. При этом давность смерти как таковая не может быть определена, речь идет только об установлении времени, которое необходимо для полного замерзания тела.

5. Наблюдая за температурой в самой инерционной зоне трупа, фиксируем время, когда температура в ней превысит уровень фазового перехода (интервал времени от помещения трупа на оттаивание до превышения температуры фазового перехода в наиболее инерционной зоне, является временем оттаивания трупа - длительностью обратного фазового перехода).

6. С момента окончания оттаивания, не меняя положения термоматчика, регистрируя температуру трупа, получаем выборку процесса изменения температуры трупа.

8. Устанавливаем время оледенения трупа, для чего используется метод моделирования охлаждения тела по двухэкспоненциальной математической модели Е.Ф. Шведа в нашей модификации и расчет длительности стадии фазового перехода по разработанным математическим выражениям:

$$\begin{cases} T = (T_0 - T_a) \times e^{B_T \times \Delta\tau} + \frac{T'_0 - T_a}{K - 1} \times (e^{B_T \times \Delta\tau} - e^{K \times B_T \times \Delta\tau}) + T_a \\ T' = (T'_0 - T_a) \times e^{K \times B_K \times \Delta\tau} + T_a \end{cases}$$

где  $\Delta\tau$  - продолжительность отдельных интервалов, на которые разбит посмертный период;  $T$  - температура трупа;  $T'$  - базисная температура;  $T_a$  - температура среды;  $B_T$ ,  $B_K$  и  $K$  - коэффициенты, отражающие индивидуальные теплофизические параметры трупа, глубоких его слоев ( $B_T$ ) и поверхностных ( $B_K$ ).

$$\tau_{офн} = 1,949 - 0,837 \times t_{ср\text{еды}} + 0,287 \times \text{вес}$$

$$\tau_{фн} = -38,784 + 1,485 \times t_{ср\text{едыОФП}} + 0,265 \times \text{вес} + 1,298 \times \tau_{ОФП}$$

$$\tau_{фн} = -38,784 + 1,485 \times t_{ср\text{едыОФП}} + 0,265 \times \text{вес} + 1,298 \times \tau_{ОФП}$$

где  $\tau_{фн}$  - продолжительность прямого фазового перехода (час),  $t_{ср\text{едыОФП}}$  - температура окружающего труп воздуха при разморозке ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $\tau_{офн}$  - продолжительность обратного фазового перехода (час),  $\text{вес}$  - его вес в кг.

9. Информирование работников правоохранительных органов о давности смерти (либо о времени замерзания тела) с указанием возможной ошибки ее определения в пределах  $\pm 10\%$  часов.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Новиков, П.И. Перспективы внедрения микропроцессорной техники в диагностике давности наступления смерти / П.И. Новиков, А.Ю. Власов, Е.О. Нацентов, А.Н. Карауловский // Второй Всероссийский съезд судебных медиков. (Тезисы докладов). - Иркутск - Москва, 1987. - с. 234-235.

2. Новиков, П.И. Определение давности наступления смерти при судебно-медицинской экспертизе оледеневших трупов / П.И. Новиков, Е.О. Нацентов, А.Ю. Власов // Судебно-медицинская экспертиза. 1988. № 4. с. 5-8.

3. Новиков, П.И. Диагностика давности смерти при исследовании трупов, оледеневших в условиях переменной температуры внешней среды / П.И. Новиков, Е.О. Нацентов, Е.Ф. Швед // Материалы III Всероссийского съезда судебных медиков. Саратов, 1992. с. 292-293.

4. Korshunov N.V. Possibilities of estimation of the time interval necessary for the development of putrefactive manifestation in the corpse / N.V. Korshunov, E.F. Shved, P.I. Novikov, A. Yu. Vlasov, E.O. Natcentov. // Доклад на III конференции Европейской Академии судебных наук 22-27 сентября 2003 г, Стамбул.

5. Новиков, П.И. Методологический анализ проблемы давности смерти и перспективы ее дальнейшей разработки / П.И. Новиков, А.Ю. Власов, Е.Ф. Швед, Е.О. Нацентов, Н.В. Коршунов, С.А. Белых // Судебно-медицинская экспертиза. 2004. № 3. с. 9-11.

6. Новиков, П.И. Погодные условия и их влияние на процесс изменения температуры трупа при диагностике давности смерти / П.И. Новиков, С.А. Белых, Е.Ф. Швед, Е.О. Нацентов // Судебно-медицинская экспертиза. 2004. № 1. с. 13-14.

7. Витер, В.И. Определение давности наступления смерти при экспертизе оледеневшего трупа / В.И. Витер, П.И. Новиков, Е.О. Нацентов // Проблемы экспертизы в медицине. 2006. № 1. с. 9-12.

## **ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Новиков П.И., Власов А.Ю., Нацентов Е.О., Карауловский А.Н. Способ определения времени наступления смерти при обследовании оледеневших трупов // Авторское свидетельство № 1405142 от 22.02.88 г. Заявка № 4012891. Приоритет от 16.01.86 г.

