

<https://doi.org/10.19048/fm316>

# НОВЫЙ МЕТОД ПОСМЕРТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПРИНЯТОГО АЛКОГОЛЯ

Г.В. Недугов<sup>1\*</sup>, В.Г. Недугов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара, Российская Федерация

<sup>2</sup> МБОУ «Самарский международный аэрокосмический лицей», Самара, Российская Федерация

**АННОТАЦИЯ. Введение.** Одной из задач судебно-медицинской экспертизы острой алкогольной интоксикации на трупе является определение количества принятого незадолго до наступления смерти алкоголя. Недостатком существующих методов решения данной задачи является необходимость взятия ликвора путем спинальной пункции трупа и определения в нем концентрации этанола. В настоящей статье впервые показана возможность автоматизированного посмертного определения количества принятого алкоголя без использования показателя концентрации этанола в ликворе. **Цель** — разработать математическую модель посмертного определения количества принятого этанола, основанную на объективных параметрах кинетики этанола и не содержащую в своем составе параметр концентрации этанола в ликворе, реализовать разработанную модель в формате программы для ЭВМ. **Материал и методы.** Регрессионное и имитационное математическое моделирование токсикокинетики однократного приема этанола. Написание текста программы для ЭВМ на языке C#. **Результаты.** Разработан комплекс математических моделей, обеспечивающих возможность объективного посмертного определения количества принятого этанола без необходимости забора и химико-токсикологического анализа ликвора. Совокупность вычислительных процедур реализована в формате программы для ЭВМ «Алкогольный калькулятор Z 4.0». **Заключение.** Разработанный метод посмертного определения количества принятого этанола и созданная на его базе программа «Алкогольный калькулятор Z 4.0» рекомендуются к использованию при судебно-медицинской экспертизе острой алкогольной интоксикации на трупе.

**Ключевые слова:** кинетика этанола, дефицит резорбции, максимальная этанолемия, математическое моделирование.

**Для цитирования:** Недугов Г.В., Недугов В.Г. Новый метод посмертного определения количества принятого алкоголя. Судебная медицина. 2020;6(3):41–46. DOI: <https://doi.org/10.19048/fm316>.

Поступила 10.04.2020

Принята после доработки 16.05.2020

Опубликована 04.10.2020

# NEW METHOD FOR POSTMORTEM DETERMINATION OF ALCOHOL INTAKE

German V. Nedugov<sup>1\*</sup>, Vladimir G. Nedugov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Samara State Medical University, Samara, Russian Federation

<sup>2</sup> Samara International Aerospace Lyceum, Samara, Russian Federation

**ABSTRACT. Background.** One of the tasks of the forensic medical examination of acute alcohol intoxication on a corpse is to determine the amount of alcohol taken shortly before death. The disadvantage of existing methods for solving this problem is the need to remove fluid by spinal puncture of the corpse and determine the concentration of ethanol in it. This article shows for the first time the possibility of automated post-mortem determination of the amount of alcohol consumed without knowledge of the parameter ethanol concentration in the spinal fluid. **Aim.** To develop a mathematical model for postmortem determination of ethanol intake, based on objective parameters of ethanol kinetics and not containing the parameter of ethanol concentration in the spinal fluid, to implement the developed model in the format of a computer program. **Material and methods.** Regression and simulation mathematical modeling of single-dose ethanol kinetics. Writing the text of a computer program in C#. **Results.** A set of mathematical models has been developed to enable objective post-mortem determination of the amount of ethanol intake without the need for sampling and chemical-toxicological analysis of the spinal fluid. The set of computational procedures is implemented in the format of the computer program “Alcohol calculator Z 4.0.” **Conclusions.** The developed method of postmortem

determination of ethanol intake and the program "Alcohol calculator Z 4.0" created on its basis are recommended for use in the forensic examination of acute alcohol intoxication on a corpse.

**Keywords:** ethanol kinetics, absorption deficit, maximum concentration of ethanol, mathematical modeling.

**For citation:** Nedugov G.V., Nedugov V.G. New Method for Postmortem Determination of Alcohol Intake. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2020;6(3):41–46. DOI: <https://doi.org/10.19048/fm316>.

Submitted 10.04.2020      Revised 16.05.2020      Published 04.10.2020

## ВВЕДЕНИЕ

При судебно-медицинской экспертизе острой алкогольной интоксикации (ОАИ) помимо установления факта алкогольного опьянения и оценки его степени нередко приходится решать вопросы, связанные с математической оценкой фармакокинетики этанола [1–3]. Для судебно-медицинских экспертиз, объектами которых являются трупы, указанные вопросы преимущественно заключаются в необходимости определения количества принятого незадолго до наступления смерти алкоголя.

Математическое описание кинетики этанола основано на модели, разработанной в 1932 г. шведским исследователем Е. М. Р. Widmark применительно к задаче экспертной оценки ОАИ у живых лиц в случае однократного приема алкоголя:

$$A = P \cdot r \cdot C_0,$$

где  $A$  — содержание этанола в организме, г;  $P$  — вес тела, кг;  $r$  — фактор редукции;  $C_0$  — условная величина, обозначающая максимальную концентрацию этанола в крови при условии, если бы весь принятый алкоголь тотчас по окончании приема одномоментно всосался и распределился в организме [4]. Впоследствии советский судебный медик П. И. Новиков модифицировал базовую модель Е. М. Р. Widmark применительно к задаче определения количества принятого алкоголя при судебно-медицинской экспертизе ОАИ на трупе [3]. В модифицированной модели количество принятого алкоголя равно сумме масс резорбированного этанола и этанола в состоянии временного и безвозвратного дефицита резорбции. Вид модифицированной модели зависит от фазы кинетики этанола. В частности, для фазы резорбции этанола модель имела вид:

$$m = \left( P \cdot r \cdot C_t + \frac{M \cdot k}{1000} \right) \cdot (1 + d), \quad (1)$$

где  $m$  — масса принятого этанола, г;  $C_t$  — концентрация этанола в крови на момент исследования трупа, г/кг;  $M$  — масса содержимого желудка, г;  $k$  — концентрация этанола в содержимом желудка, г/кг;  $d$  — относительный безвозвратный дефицит резорбции этанола [3].

При наступлении смерти потерпевшего в фазу элиминации этанола оценка объема принятого алкоголя дополнительно предполагала ретроспективную экстраполяцию уровня этанолемии:

$$m = \left( P \cdot r \cdot (C_t + \beta_{60} \cdot t) + \frac{M \cdot k}{1000} \right) \cdot (1 + d), \quad (2)$$

где  $\beta_{60}$  — фактор понижения концентрации этанола в крови за единицу времени, равную 1 ч, г/кг;  $t$  — промежуток времени от момента приема этанола до исследования трупа, ч [3].

В целом комплекс математических моделей (1) и (2) позволил осуществлять посмертное определение количества принятого этанола. Однако значимым недостатком обеих указанных моделей являлось отсутствие возможности аналитического определения ряда ключевых параметров кинетики этанола, таких как время от момента приема этанола до исследования трупа и безвозвратный дефицит резорбции этанола. Из-за этого при расчетах экспертам приходилось прибегать к субъективному определению данных параметров, причем для оценки давности приема этанола требовалось помимо исследования крови, мочи и желудочного содержимого еще и дополнительное определение концентрации этанола в ликворе с необходимостью взятия его на химико-токсикологический анализ путем спинальной пункции трупа [3]. Совокупность указанных методических и технических затруднений существенно ограничили применение изложенного метода посмертной оценки количества принятого этанола на практике.

В связи с изложенным **целью исследования** — разработка реализованной в формате программы для ЭВМ математической модели посмертного определения количества принятого этанола, основанной исключительно на объективных параметрах кинетики этанола и не содержащей в своем составе параметр концентрации этанола в ликворе.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Методологический дизайн исследования представляет собой регрессионно-имитационное математическое моделирование токсикокинетики этанола, ориентированное на решение задачи посмертного количественного оценивания объема принятого этанола.

Информационный поиск литературных источников осуществляли в базе данных PubMed без каких-либо временных и языковых ограничений. Вычислительные процедуры производили с использованием приложений Microsoft Excel пакета Office 2016 и Statistica (StatSoft) версии 7.0. Последующую разработку алгоритма про-

граммных процедур и написание текста программы для ЭВМ осуществляли на языке программирования C# с использованием приложения Microsoft Visual Studio 2019.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

На первом этапе осуществляли математическое моделирование кинетики этанола в фазу его резорбции. Особенностью данной фазы является наличие большого количества алкоголя в желудке в состоянии временного дефицита резорбции, т.е. еще не успевшего поступить в кровь или вступить в химические соединения с компонентами пищи. В этой связи в фазу резорбции этанола его безвозвратный дефицит следует определять как дополнение массовой доли резорбированного алкоголя до целого без учета количества этанола в состоянии временного дефицита резорбции. Данное обстоятельство позволило заменить математическую модель (1) более точной формулой:

$$m = \frac{P \cdot r \cdot C_t}{1-d} + \frac{M \cdot k}{1000}. \quad (3)$$

При построении математической модели кинетики этанола в фазу его элиминации следовало учесть, что в эту фазу большая часть или весь алкоголь из желудка успевает поступить в кровь [1, 5]. Поэтому в фазу элиминации безвозвратный дефицит этанола представляет собой массовую долю от общего количества принятого алкоголя. Отсюда оценкой количества принятого алкоголя при условии наступления смерти потерпевшего в фазу элиминации ОАИ является выражение:

$$m = \left( P \cdot r \cdot (C_t + \beta_{60} \cdot t) + \frac{M \cdot k}{1000} \right) \cdot \frac{1}{1-d}. \quad (4)$$

Один из входящих в выражение (4) множителей представляет собой максимальный уровень этанолемии, достигаемый в конце фазы резорбции этанола:

$$C_{\max} = (C_t + \beta_{60} \cdot t),$$

где  $C_{\max}$  — максимальная этанолемиа, г/кг. С учетом этого выражение (4) можно представить в форме

$$m = \left( P \cdot r \cdot C_{\max} + \frac{M \cdot k}{1000} \right) \cdot \frac{1}{1-d}. \quad (5)$$

Ряд входящих в качестве независимых переменных в модели (3) и (5) параметров представляют собой объективно регистрируемые при судебно-медицинском исследовании трупа и химико-токсикологическом анализе его сред показатели. Таковыми, в частности, являются вес трупа, масса содержимого желудка и концентрация в нем этанола, а также фактор редукции, который отражает соотношение между содержанием алкоголя во всем организме и его содержанием в цельной крови на единицу веса.

Фактор редукции остается относительно постоянной величиной для конкретного индивидуума на протяжении его жизни при условии отсутствия у него выраженных колебаний массы и тканевого состава тела [3, 4, 6]. Для мужчин значения фактора редукции распределены приблизительно нормально со средним 0,75 г/кг и стандартным отклонением 0,05 г/кг, для женщин параметры нормального распределения значений фактора редукции равны 0,66 и 0,05 г/кг соответственно [6]. Судебными медиками был предложен ряд методов определения фактора редукции, наибольшее распространение из которых получили формулы Р.Е. Watson, I. D. Watson, R. D. Batt и особенно весьма точные гендерно-специфические регрессионные модели S. Seidl, U. Jensen и A. Alt:

$$r_m = 0,31608 - 0,004821 \cdot P + 0,004632 \cdot H,$$

$$r_f = 0,31223 - 0,006446 \cdot P + 0,004466 \cdot H,$$

где  $r_m$  и  $r_f$  — фактор редукции соответственно для мужчин и женщин;  $P$  — вес тела, кг;  $H$  — рост, см [6, 7].

Таким образом, из входящих в модели (3) и (5) параметров кинетики этанола недоступными для непосредственной регистрации, а также аналитического выражения остаются только уровень максимальной этанолемии и безвозвратный дефицит резорбции этанола.

Безвозвратный дефицит резорбции алкоголя представляет собой количество этанола, вступившее в химические соединения с продуктами белкового распада пищи и по этой причине не резорбируемое в кровь и не определяемое в ходе химико-токсикологического анализа. Величина безвозвратного дефицита резорбции преимущественно зависит от массы содержимого желудка. В некоторых европейских странах при экспертизе ОАИ приняты лишь две возможные конвенциональные предельные оценки безвозвратного дефицита резорбции этанола, равные 10 и 30% [6]. Из них нижняя предельная оценка используется для расчетов при приеме алкоголя натошак, а верхняя — в остальных случаях.

В настоящем исследовании возможность использования всего континуума промежуточных значений безвозвратного дефицита резорбции, расположенных между указанными пределами, достигали путем регрессионного моделирования зависимости данного параметра ОАИ от массы содержимого желудка. Учитывая наличие литературных данных о возможности превышения пределов, равных 10 и 30% [3, 6, 8], нами при моделировании кинетики этанола в качестве нижнего экстремума дефицита резорбции была взята доля принятого на пустой желудок этанола, равная 5%, в качестве промежуточных контрольных точек — доли дефицита резорбции при массе содержимого в желудке 1500 и 3000 г, равные 30 и 35% соответственно, в качестве верхнего физиологического предела — доля дефицита резорбции при массе содержимого в желудке 5000 г, равная 40%. Совокупность указанных точек

наиболее адекватно была аппроксимирована нелинейной монотонной функцией, имевшей вид кубического полинома:

$$d = 0,05 + 0,0003M - 8,2302 \cdot 10^{-8}M^2 + 8,4127 \cdot 10^{-12}M^3, \quad (6)$$

где  $d$  — относительный безвозвратный дефицит резорбции алкоголя;  $M$  — масса желудочного содержимого, г.

В качестве оценки максимальной этанолемии использовали разработанную нами ранее математическую модель кинетики этанола в условиях неочевидности, имевшую вид:

$$C_{\max} = 0,5(C_u - C_t) + C_t \text{ при } 0 < C_t < C_u, \quad (7)$$

$$C_{\max} = 1,11C_t \text{ при } C_t = C_u, \quad (8)$$

где  $C_u$  — концентрация этанола в моче из мочевого пузыря, г/кг, а остальные показатели те же [2].

Сравнить результаты разработанной математической модели кинетики этанола с оценками моделей (1) и (2) можно на следующих примерах, приведенных П. И. Новиковым [3].

#### Пример 1.

Концентрация этанола в крови трупа — 1,87 г/кг.

Концентрация этанола в моче трупа — 1,46 г/кг.

Концентрация этанола в содержимом желудка трупа — 97,42 г/кг.

Масса содержимого в желудке — 600 г.

Вес трупа — 63 кг.

Фактор редукции — 0,70.

Безвозвратный дефицит резорбции по формуле (6) равен

$$d = 0,05 + 0,0003 \cdot 600 - 8,2302 \cdot 10^{-8} \cdot 600^2 + 8,4127 \cdot 10^{-12} \cdot 600^3 = 0,202.$$

Поскольку в данном случае имеет место фаза резорбции этанола, то, согласно модели (3), количество принятого алкоголя равно

$$m = \frac{63 \cdot 0,7 \cdot 1,87}{1 - 0,202} + \frac{600 \cdot 97,42}{1000} = 162 \text{ г.}$$

Согласно модели (1) П. И. Новикова, количество принятого этанола составляет 148 г. Расхождение в 14 г этанола в данном случае объясняется содержащимися в модели (1) двумя недостатками, связанными с заниженным волевым выбором величины относительного безвозвратного дефицита этанола, равной 5%, при наличии большого количества содержимого в желудке, и неточным ее переводом в абсолютное значение.

#### Пример 2.

Концентрация этанола в крови трупа — 2,76 г/кг.

Концентрация этанола в моче трупа — 3,70 г/кг.

Концентрация этанола в содержимом желудка трупа — 26,42 г/кг.

Масса содержимого в желудке — 350 г.

Вес трупа — 70 кг.

Фактор редукции — 0,70.

Безвозвратный дефицит резорбции по формуле (6) составляет

$$d = 0,05 + 0,0003 \cdot 350 - 8,2302 \cdot 10^{-8} \cdot 350^2 + 8,4127 \cdot 10^{-12} \cdot 350^3 = 0,145.$$

Поскольку в данном случае имеет место фаза элиминации этанола, то

$$C_{\max} = 0,5(3,70 - 2,76) + 2,76 = 3,23 \text{ г/кг.}$$

Отсюда, согласно модели (5), количество принятого алкоголя равно

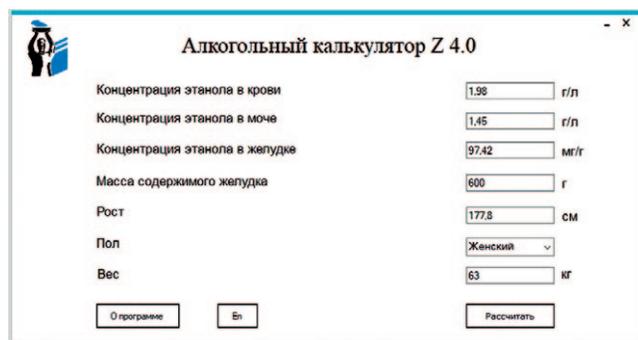
$$m = \left( 70 \cdot 0,7 \cdot 3,23 + \frac{350 \cdot 26,42}{1000} \right) \cdot \frac{1}{1 - 0,145} = 167,5 / 0,855 = 196 \text{ г.}$$

Согласно модели (2) П. И. Новикова, количество принятого этанола составляет 168 г. Расхождение в 28 г этанола в данном случае также объясняется заниженной в модели (2) величиной относительного безвозвратного дефицита этанола, равной 5%, и неточным ее переводом в абсолютное значение. Без учета безвозвратного дефицита резорбции этанола расхождение моделей (5) и (2) составляет всего 7,5 г этанола.

При практической реализации предложенных математических моделей следует переводить используемые в Российской Федерации массо-объемные единицы измерения концентрации этанола в крови и моче (г/дм<sup>3</sup>) в массовые промилле (г/кг). Для этого необходимо разделить массо-объемный показатель на плотность соответствующей биологической среды, которая в среднем составляет 1,06 г/см<sup>3</sup> для цельной крови и 1,02 г/см<sup>3</sup> для мочи. В случае необходимости итоговые массовые результаты определения количества принятого этанола могут быть переведены в единицы объема, в т. ч. и с пересчетом на объем напитка определенной крепости.

Изложенные принципы посмертного определения количества принятого этанола были автоматизированы и реализованы авторами на языке С# в формате программы «Алкогольный калькулятор Z 4.0» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020612498).

Программа предназначена для посмертного определения количества принятого алкоголя. Для работы с программой необходимо определить концентрацию этанола в крови и моче, выраженную в г/дм<sup>3</sup>, и содержимом желудка, выраженную в г/кг, массу содержимого желудка, а также рост и вес трупа, указать пол. На основании этих данных программа пересчитывает



**Рис. 1.** Окно ввода исходных данных программы «Алкольный калькулятор Z 4.0». В текстовые поля введены адаптированные значения из примера 1. Адаптация достигнута путем перевода единиц измерения концентраций этанола, приведенных в примере, в массо-объемные единицы, а также путем использования значений роста и гендерной принадлежности, необходимых для генерации программой нужной величины фактора редукации

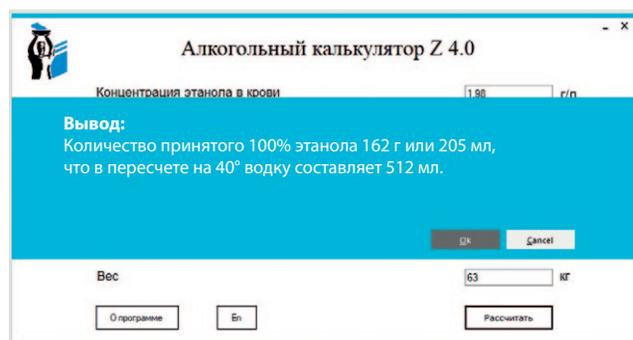
**Fig. 1.** Input window for the “Alcohol calculator Z 4.0” program. The adapted values from example 1 are entered in the text fields. The adaptation is achieved by converting the units of measurement of ethanol concentrations given in the example to mass-volume units, as well as by using the values of height and gender that are necessary for the program to generate the desired value of the reduction factor

массо-объемные показатели концентрации этанола в массовые промилле, рассчитывает индивидуальный фактор редукации, максимальный уровень этанолемии, количество временного и безвозвратного дефицита алкоголя, по которым определяет массу и объем выпитого 100% этанола с пересчетом на объем 40° водки. Калькулятор не актуален для нулевых значений этанолемии, а также для концентраций этанола в крови и моче, превышающих физиологически возможные пределы, для концентраций этанола в содержимом желудка более 500 г/кг и для эпизодов неоднократного употребления этанола, разделенных промежутками времени более 2 ч, выявляемых по соотношениям концентраций этанола в крови, моче и желудке согласно данным [5].

В связи с использованием в программе для оценки фактора редукации гендерно-специфических формул S. Seidl, U. Jensen, A. Alt калькулятор содержит также ряд антропометрических ограничений, введенных авторами данных формул [6]. В частности, программа не актуальна для значений веса и роста, выходящих за пределы 56–122 кг и 161–200 см у мужчин и 40–98 кг и 149–181 см у женщин. Окна ввода исходных данных из рассмотренного выше примера 1 и вывода результатов оценки кинетики ОАИ в программе «Алкольный калькулятор Z 4.0» приведены на рис. 1 и 2.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанные математические модели (3–8) обеспечивают возможность объективного посмертного определения количества принятого этанола без необходимости забора и химико-токсикологического анализа ликвора.



**Рис. 2.** Окно с выводом результатов работы программы «Алкольный калькулятор Z 4.0», демонстрирующее массовые и объемные оценки количества принятого этанола для вводных данных, указанных на рис. 1

**Fig. 2.** A window displaying the results of the program “Alcohol calculator Z 4.0”, showing mass and volume estimates of the amount of ethanol taken for the input data shown in figure 1

Разработанные математические модели (3–8) при оценке кинетики этанола в фазу его резорбции превышают по точности аналогичные модели П. И. Новикова, а в фазу элиминации — примерно соответствуют им.

Предложенный метод посмертного определения количества принятого этанола, в т. ч. в формате созданной программы «Алкольный калькулятор Z 4.0», рекомендуется к использованию при судебно-медицинской экспертизе ОАИ на трупе.

### ВКЛАД АВТОРОВ

Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

### AUTHOR CONTRIBUTION

Authors are solely responsible for submitting the final manuscript to print. All authors participated in the development of the concept of the article and the writing of the manuscript. The final version of the manuscript was approved by all authors. The authors are grateful to anonymous reviewers for helpful comments.

### ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование не имело спонсорской поддержки.

### FUNDING SOURCE

The study had no sponsorship.

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Конфликт интересов отсутствует.

### COMPETING INTERESTS

The authors declare no apparent or potential conflicts of interest.

## ЛИТЕРАТУРА • REFERENCES

1. Клевно В.А., Максимов А.В., Кучук С.А., Григорьева Е.Н., Заторкина О.Г., Кислов М.А., Крупина Н.А., Лысенко О.В., Романько Н.А., Тарасова Н.В., Плис С.С. Методические рекомендации по судебно-медицинской экспертизе отравления алкоголем. *Судебная медицина*. 2020;6(1):51–59. [Klevno V.A., Maksimov A.V., Kuchuk S.A., Grigorieva E.N., Zatorkina O.G., Kislov M.A., Krupina N.A., Lysenko O.V., Romanko N.A., Tarasova N.V., Plis S.S. Guidelines for Conducting Forensic Medical Examination in Cases of Alcohol Poisoning. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2020;6(1):51–59. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.19048/2411-8729-2020-6-1-51-59>
2. Недугов Г.В., Недугов В.Г. Определение давности острых субдуральных гематом по количественному распределению этанола в их содержимом, венозной крови и пузырной моче. *Вестник судебной медицины*. 2019; 8(4):23–29. [Nedugov G.V., Nedugov V.G. Determination of the age of acute subdural hematomas by quantitative distribution of ethanol in their contents, venous blood and bladder urine. *Vestnik sudebnoi meditsiny*. 2019;8(4):23–29. (In Russ.) eLIBRARY ID: 42490022]
3. Новиков П.И. *Экспертиза алкогольной интоксикации на трупе*. М.: Медицина, 1967. [Novikov P.I. *Ekspertiza alkogolnoi intoksikatsii na trupe* [Examination of alcohol intoxication on a corpse]. Moscow: Meditsina, 1967. (In Russ.)]
4. Widmark E.M.P. *Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung*. Berlin: Urban & Schwarzenberg, 1932. [Widmark E.M.P. *Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung* [Theoretical bases and practical expediency of forensic medical estimation of alcohol]. Berlin: Urban & Schwarzenberg, 1932. (in German)].
5. Rubbens J., Brouwers J., Wolfs K., Adams E., Tack J., Augustijns P. Ethanol concentrations in the human gastrointestinal tract after intake of alcoholic beverages. *Eur J Pharm Sci*. 2016;86: 91–95. <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2016.02.009>
6. Seidl S., Jensen U., Alt A. The calculation of blood ethanol concentrations in males and females. *Int J Legal Med*. 2000; 114(1–2):71–77.
7. Watson P.E., Watson I.D., Batt R.D. Prediction of blood alcohol concentrations in human subjects. Updating the Widmark Equation. *J Stud Alcohol*. 1981;42(7):547–556.
8. Bielefeld L., Auwärter V., Pollak S., Thierauf-Emberger A. Differences between the measured blood ethanol concentration and the estimated concentration by Widmark's equation in elderly persons. *Forensic Sci Int*. 2015;247:23–27. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2014.11.008>

## ОБ АВТОРАХ • AUTHORS

\* **НЕДУГОВ Герман Владимирович** — к.м.н., ассистент кафедры судебной медицины ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет Минздрава РФ» • [nedugovh@mail.ru](mailto:nedugovh@mail.ru) • ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7380-3766>

**НЕДУГОВ Владимир Германович** — учащийся МБОУ «Самарский международный аэрокосмический лицей» • [megars1@yandex.ru](mailto:megars1@yandex.ru)

**German V. Nedugov** — PhD, assistant of the Department of forensic medicine of Samara State Medical University • [nedugovh@mail.ru](mailto:nedugovh@mail.ru) • ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7380-3766>

**Vladimir G. Nedugov** — student of the Samara International Aerospace Lyceum • [megars1@yandex.ru](mailto:megars1@yandex.ru)