



Copyright © 2015 by Sochi State University

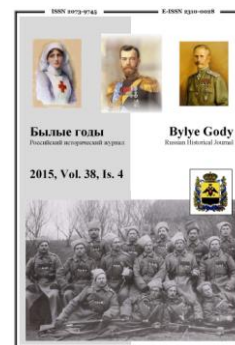
Published in the Russian Federation  
Bylye Gody

Has been issued since 2006.

ISSN: 2073-9745

E-ISSN: 2310-0028

Vol. 38, Is. 4, pp. 1078-1084, 2015

<http://bg.sutr.ru/>

UDC 930.2

### The Method of Analysis Derived Coefficients of Database as a New Method of Historical Research (for Example, a Database of Ballistic Parameters of Naval Artillery)

<sup>1</sup> Nicholas W. Mitiukov<sup>2</sup> Kent Rand Crawford<sup>1</sup> Izhevsk State Technical University, Russian Federation  
Kama Institute of Humanitarian and Engineering Technologies

Dr. Sc., Associate Professor

E-mail: nico02@mail.ru

<sup>2</sup> Gunnery Fire Control Group, USA

Dr. Sc., Professor of Natural history

E-mail: krand7@yahoo.com

#### Abstract

In paper there is proposed a new method of historical research, based on analysis of derivatives coefficients of database (for example, the form factor in the database of ballistic data). This method has a much greater protection from subjectivism and direct falsification, compared with the analysis obtained directly from the source of the numerical series, as any intentional or unintentional distortion of the raw data provides a significant contrast ratio derived from the average sample values.

Application of this method to the analysis of ballistic data base of naval artillery allowed to find the facts, forcing a new look at some of the events in the history data on the German naval artillery before World War I, probably overpriced for disinformation opponents of the Entente; during the First World War, Spain, apparently held secret talks with the firm Bofors ended purchase of Swedish shells; the first Russian naval rifled guns were created obvious based on the project Blackly, not Krupp as traditionally considered.

**Keywords:** ballistics, mathematical modeling, methods of historical research, database.

#### Введение

В начале 1990-х гг., после появления персональных компьютеров, начали появляться первые игровые программные продукты, моделирующие морской бой. Однако ограниченный объем оперативной памяти и жесткого диска заставлял разработчиков использовать механику Ньютона при описании движения снаряда, что было аналогично полету в безвоздушном пространстве. В связи с этим, например, полет двенадцатидюймового снаряда и легкой винтовочной пули происходил по абсолютно одинаковой траектории, что сильно уменьшало историчность игровых сценариев. В это время наша группа предприняла первую попытку комплексной реконструкции баллистических параметров морской артиллерии, а через некоторое время нам удалось объединить свои усилия с Gunnery Fire Control Group. Результатом стала база данных по морской артиллерии (ГР РФ 50200601789 [1]), насчитывающая несколько тысяч записей. База данных находится в свободном доступе и в настоящее время используется рядом ведущих мировых разработчиков компьютерных игр [2]. Кроме индустрии развлечений разработанная база данных дала возможность поставить и решить ряд исторических задач, о которых и пойдет речь в данной работе.

#### Методика исследования

Методика исследования базируется на использовании методов математического моделирования и системного анализа. Анализ артефактов разработанной базы данных проводился с помощью методов исторических исследований позволяющих найти и обработать историческую

информацию о баллистике орудий конца XIX – первой половины XX вв. При историческом анализе использовались следующие группы источников:

1. Архивные данные испытаний и производства некоторых орудий.
2. Данные периодической печати, касающиеся испытаний и производства орудий.
3. Справочные работы по артиллерии и кораблям, включая таблицы стрельбы.
4. Аналитические работы по корабельной артиллерии.

### Теоретические основы исследования

Математическая модель, описывающая полет снаряда с учетом атмосферы в плоской постановке при отсутствии у снаряда угла атаки описывается с помощью четырех дифференциальных уравнений.

1. Уравнение для изменения скорости снаряда  $v$ :

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{\pi c_x i \rho (vD)^2}{8m} - g \sin \theta.$$

2. Уравнение для изменения угла тангажа  $\theta$ :

$$\frac{d\theta}{dt} = -\frac{g \cos \theta}{v}.$$

3. Уравнений, описывающих траекторию снаряда, его текущую высоту  $Y$  и дальность  $X$ :

$$\frac{dY}{dt} = v \sin \theta; \quad \frac{dX}{dt} = v \cos \theta.$$

Здесь зависимость плотности воздуха  $\rho$  и ускорения свободного падения  $g$  от высоты достаточно хорошо описываются данными Стандартной атмосферы (ГОСТ 4401-81), аппроксимация которых приводится практически в любом учебнике по внешней баллистике (например, [3]). Для определения диаметра снаряда  $D$ , его массы  $m$ , дульной скорости  $v_0$ , а также начального угла возвышения  $\theta_0$  можно использовать артиллерийские и корабельные справочники (например, справочник Конвея [4], Веера [5], ВКАМ [6] и др.).

Для однозначного решения системы уравнений не хватает одного условия – знание функции коэффициента аэродинамического сопротивления  $c_x$ . Строго говоря, этот коэффициент зависит от множества факторов, таких как Рейнольдса, геометрических параметров снаряда, его скорости и т.п. Однако в артиллерии известен подход, когда с достаточной степенью точности считают  $c_x$ , зависящим лишь от числа Маха  $M$  или скорости  $v$  ( $M = v/a$ , где  $a$  – скорость звука).

В этом случае, выделяя некоторые эталонные законы сопротивления, в которых функция  $c_x^{эТ} = f(M)$  заранее задана (рис. 1), функцию коэффициента аэродинамического сопротивления данного конкретного снаряда можно задать довольно просто:

$$c_x = i \cdot c_x^{эТ},$$

где  $i$  – коэффициент формы.

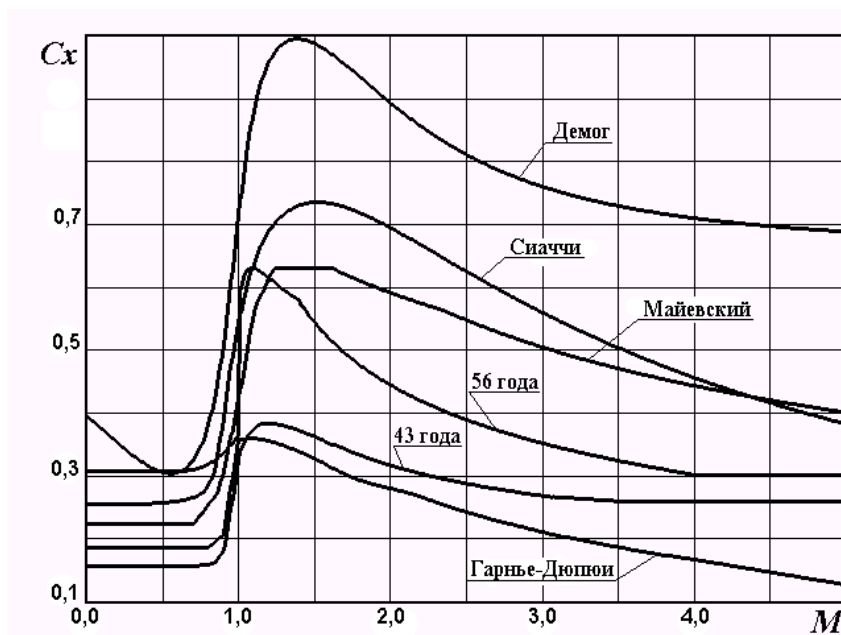


Рис. 1. Некоторые законы сопротивления

В артиллерии коэффициент формы обычно определяется осреднением по результатам стрельб. Разумеется, данный подход неприемлем для исторических исследований, поэтому можно предложить несколько альтернативных взаимно дополняющих методик его определения.

1. *Метод прямого поиска* – в исключительных случаях информация о коэффициенте формы и эталонного закона сопротивления, для которого он получен, может содержаться в явном виде. В первую очередь это таблицы стрельбы. Например, в работе [7] имеются данные по всем снарядам для 122-мм гаубицы. А в работе С. Шредера, лично проводившего стрельбы 1893 г. на крейсере "Везувиус", указывается коэффициент формы снаряда крейсера по отношению к закону Майевского [8].

2. *Аэродинамический расчет* подходит в том случае, если имеются достоверные данные о геометрии снаряда. Для проведения аэродинамического расчета существует несколько способов. Первый предполагает численное решение газодинамических уравнений, например, Навье-Стокса. В настоящее время имеется несколько программных оболочек, позволяющих автоматизировать этот процесс, например, ANSYS CFX [9]. В этом случае рассчитывается поле давлений при разных скоростях полета, после чего определяется интегральная аэродинамическая сила и по ней вполне тривиально считается коэффициент аэродинамического сопротивления. Второй способ предполагает использование предварительно аппроксимированных аэродинамических данных по сходному классу снарядов. Однако, как нами было показано ранее, эти аппроксимации обычно плохо подходят для дозвукового диапазона скоростей [10, 17, 18].

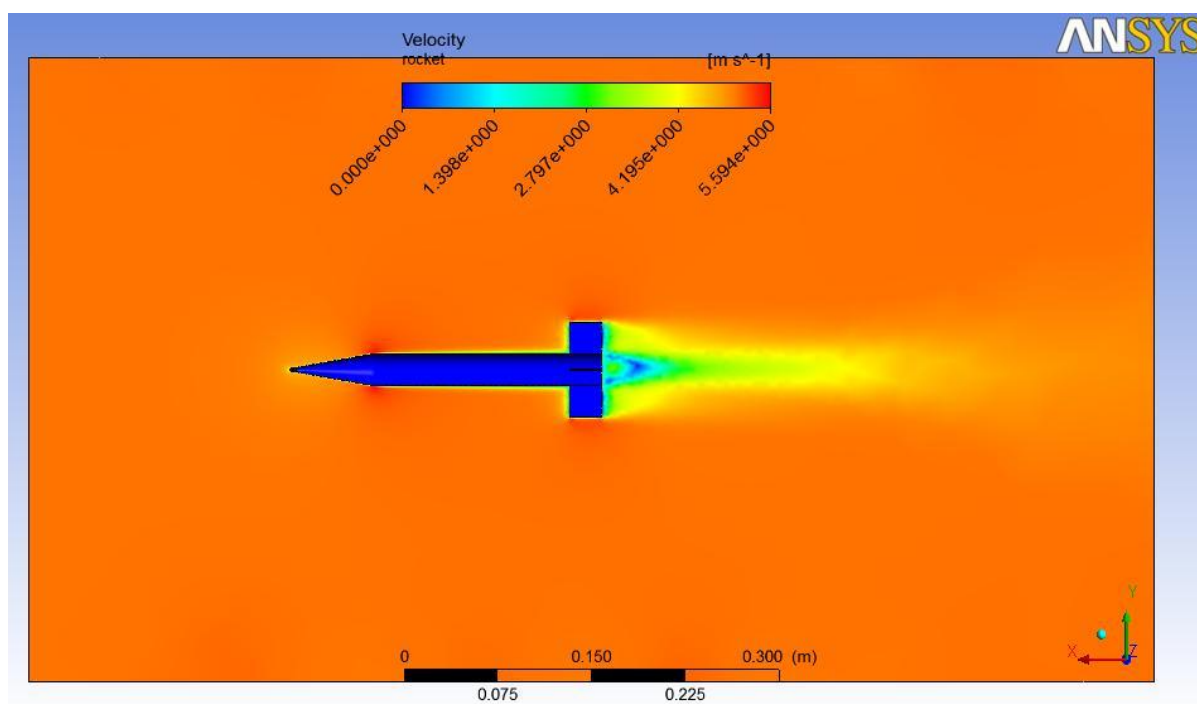


Рис. 2. Поле скоростей в окне программы ANSYS CFX

3. *Обратный баллистический расчет* является самым распространенным способом определения баллистических параметров снаряда. Суть его заключается в следующем – если имеется информация о дальности стрельбы снарядом с заданными характеристиками при некотором угле возвышения, путем серии баллистических расчетов можно подобрать такой коэффициент формы, чтобы обеспечить эту требуемую дальность. Данных с подобными "связками" баллистических параметров намного меньше, чем данных по характеристикам орудия, но они все-таки довольно часты. Например, в справочнике Конвея имеются данные по германским орудиям времен Первой мировой войны [4], в работе Моисеева есть таблица о дальностях русских орудий при угле возвышения в  $4^\circ$  [11]. Интересны сведения, содержащиеся в работе В. Хынека и П. Ключины [12, S. 40], – скорость снаряда на дальности в 1 км. В этом случае обратный баллистический расчет сам ведется вариационно.

Целый цикл работ имеют информацию о пробиваемой броне на определенной дальности (например, [12]). В этом случае часть параметров снаряда при попадании в цель остаются неизменными (калибр и масса), а часть изменяются (скорость и угол падения). Но и в этом случае можно всегда подобрать такой коэффициент формы, чтобы снаряд на заданной дальности пробивал заданную толщину брони.

### Проблема идентификации данных

Как показали проведенные исследования, даже взятые из разных источников данные, группируют коэффициент формы вокруг некоторого среднего значения  $i_{cp}$  (рис. 3). Но вокруг ярко выраженного кластера обычно возникают "всплески", называемые в теории информации "артефактами".

Из основных причин появления артефактов можно выделить следующие.

1. *Использование в общем ряде данных других порохов, других снарядов и т.п.* Например, при стрельбе бронебойными снарядами лучше всего подходит эталонный закон сопротивления Сиаучи, но если на тот же снаряд надеть баллистический колпачок, его коэффициент формы уменьшится. Строго говоря, для этого снаряда уже не следует использовать закон Сиаучи, а применить, например, закон Гарнье-Дюпюи (в СССР он назывался "Закон 1930 г."). Аналогично при использовании и других порохов, например, замена бурого пороха на бездымный даст прирост дульной скорости и как следствие сильное отклонение от  $i_{cp}$  (рис. 3).

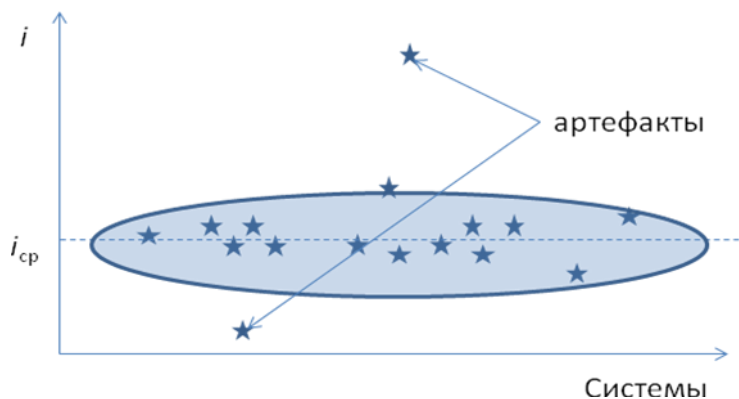


Рис. 3. Поиск артефактов в базе данных

2. *Синтетические данные.* Авторы, публикующие данные о "баллистических связках" нередко эти связки могут брать из разных источников. Даже если исключить искусственную "правку" данных этими авторами, нередко испытания могли проводиться при изначально разных условиях. Например, дульная скорость замерена при максимальном заряде метательного пороха, а дальность при облегченном.

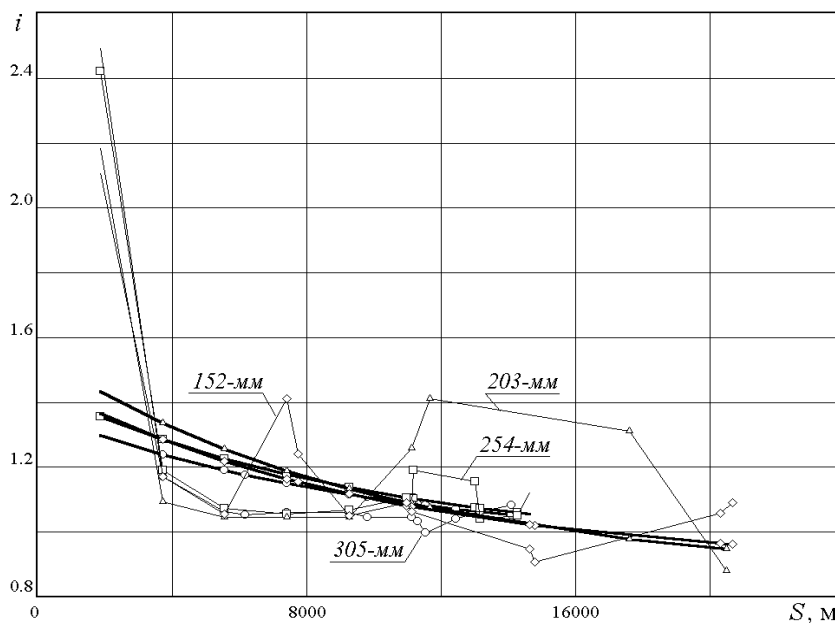


Рис. 4. Коэффициенты формы для некоторых орудий русско-японской войны от дальности стрельбы с наложенной линией тренда

3. *Ошибки замера.* В работе С.И. Титушкина [13] приводятся баллистические данные русских и японских орудий времен русско-японской войны для разных дальностей, определенные по ним коэффициенты формы приведены на рис. 4. Видно, что все рассчитанные снаряды демонстрируют повышение коэффициента формы в два и более раз при небольших дальностях. Причины этого

парадокса достаточно просты – на небольших дистанциях траектории более настильные, что может затруднять определение точной координаты точки падения. Например, при стрельбе в песок на больших дистанциях точка падения будет представлять собой практически круглую воронку, а на небольших – длинную борозду. Кроме того, ошибки могут быть связаны и с другими причинами: несовершенством схемы эксперимента, примитивной аппаратурой и т.п.

4. *Оценочные и сравнительные данные.* Иногда встречается ситуация, когда в первоисточнике нет четкого упоминания, например, о дальности стрельбы и содержатся лишь расплывчатые сведения, что она "примерно такая же как..." или "чуть лучше, чем...". Здесь же возможны и ошибки округления, когда фраза первоисточника, например, "около тысячи футов" может интерпретироваться как вполне точная дистанция 3050 м. Подобные данные характерны для очень старых источников [14].

5. *Загадки истории.* Наибольший практический смысл для истории получили артефакты, которые не объясняются вышеуказанными причинами. Как правило, этот довод является решающим для более детального исследования уже с привлечением традиционных методов исторических исследований.

### **Результаты и обсуждение**

Во время анализа базы данных по морской артиллерии были обнаружены несколько артефактов, идентифицированных нами как загадки истории.

1. Анализ показал, что германские снаряды для аналогичных орудийных систем, как правило, имеют более высокие коэффициенты формы (аэродинамически худшую форму), чем английские. Поскольку анализ материальной части эти доводы не подтверждает, можно сделать вывод, что в предвоенный период германская сторона предприняла меры по дезинформации, завышая истинные характеристики своих орудий.

2. Во время Первой мировой войны испанские 305-мм снаряды (главный калибр линкоров типа "Эспанья") отличался от снарядов британского прототипа. Наиболее близкие характеристики имеют снаряды Бофорса. Очевидно, что поскольку в морской артиллерии в предвоенный период Испания ориентировалась исключительно на Великобританию [19], а с началом войны все британские фирмы были загружены заказами для своего флота, Испания решила найти поставщика снарядов на стороне, в частности в Швеции. Но поскольку эти действия нарушали лицензионный договор, все переговоры и поставки проводились тайно. Разумеется, пока это только гипотеза, подтверждение которой можно найти только в испанских или шведских архивах.

3. Традиционно считается, что первые нарезные морские орудия русского флота создавались на основе проекта Круппа. Вероятно, это не так. Баллистически эти орудия подобны орудиям Блекли. Данный вопрос рассматривался нами на основе открытых источников, показавших, что конструктивно русские орудия действительно гораздо ближе к орудиям Блекли, чем Круппа [2].

Кроме того, перспективно нахождение закономерностей в поведении коэффициента формы. Так анализ баллистических поправок (частные производные дальности по дульной скорости, по массе снаряда и по углу возвышения) дали возможность объяснить снижение дульной скорости у итальянских орудий периода Второй мировой войны тем, что в этом случае повышалась кучность итальянских снарядов [2, 16]. Несмотря на то, что при этом неизбежно ухудшились баллистические характеристики, итальянское руководство сочло это меньшим злом. Аналогично, при проектировании в 1920-х гг. орудия для эсминцев, американцы искусственно занизили баллистические характеристики своего 127-мм орудия, чтобы получить повышенную кучность [15].

### **Выводы**

Методика анализа производных коэффициентов в базах данных (например, коэффициент формы в базе баллистических данных) – новый перспективный метод исторических исследований. Этот метод обладает гораздо большей защищенностью от субъективизма и прямой фальсификации, по сравнению с анализом непосредственно полученного из первоисточника численного ряда, поскольку любое преднамеренное или непреднамеренное искажение исходных данных дает значительное отличие производного коэффициента от среднего по выборке значения.

Применение данного метода к анализу базы баллистических данных по морской артиллерии позволило обнаружить несколько фактов, заставляющих по новому взглянуть на некоторые события в истории:

1. Данные по германской морской артиллерии перед Первой мировой войной, вероятно, завышены для дезинформации противников по Антанте.

2. Во время первой мировой войны Испания, по-видимому, провела тайные переговоры с фирмой Бофорса, закончившиеся покупкой шведских снарядов.

3. Первые русские нарезные морские орудия создавались очевидно на основе проекта Блекли, а не Круппа, как традиционно считается.

**Примечания:**

1. Crawford K.R., Mitiukov N.V. База данных по морской артиллерии «Database of Naval Guns» // ГР в ВНТИЦ 17.10.2006 № 50200601789.
2. Crawford K. R., Mitiukov N. W. Identification of the Parameters of Naval Artillery. Prague: Vědecko vydavatelské centrum «Sociosféra-CZ», 2013. 212 p. ISBN 978-80-87786-52-9. DOI: 10.17686/sced\_rusnauka\_2013-1180.
3. Коробейников А.В., Митюков Н.В. Баллистика стрел по данным археологии: введение в проблемную область. Ижевск: Изд-во НОУ «КИТ», 2007. 140 с. ISBN 978-5-902352-20-4. DOI: 10.17686/sced\_rusnauka\_2007-1181.
4. Conway's All the World's Fighting Ships 1905-1922. London: Conway Maritime Press Ltd, 1981. 422 p.
5. Weyer B. Taschenbuch der Kriegsflootten 1915. T. XVI. München: J.F. Lehmanns Verlag, 1915.
6. Военные флоты и морская справочная книжка на 1899 год/под ред. Его Императорского Высочества Великого Князя Александра Михайловича. СПб.: Типография Э. Гоппе, 1899. 1154 с.
7. Таблицы стрельбы 122-мм гаубицы образца 1938 г. М.: Воениздат 1971. 248 с.
8. Schroeder S. The USS "Vezuvius" // US Naval Institute Proceeding. 1894. № 1. Vol. 69. P. 1–60.
9. Mitiukov N.V., Ganzy Y.V., Busygina E.L. Identification of Subsonic Aerodynamic Parameters Damaging Elements // European Journal of Technology and Design. 2014. Vol. 4. № 2. P. 81–85. DOI: 10.13187/issn.2308-6505.
10. Митюков Н.В. Идентификация аэродинамических параметров дозвуковых поражающих элементов // Вестник КИГИТ. 2013. № 1 (31). С. 56–63.
11. Мусеев С. П. Список кораблей и судов русского парового и броненосного флота с 1861 по 1917 г. -М.: Воениздат, 1948. 556 с.
12. Hunek V., Klučina P. Valečné lodě. T. 2. Mezi krymskou a rusko-japonskou válkou. Praha: Naše Vojsko, 1986. 336 s.
13. Титушкин С. И. Корабельная артиллерия в русско-японской войне // Гангут. 1994. № 7. С. 64-79.
14. Mitiukov N.W., Busygina E.L. Aeroballistic Parameters of Arab arrows On the Medieval Tract "Arab Archery" // Crusader. 2015. № 1. P. 50–56. DOI: 10.13187/crus.2015.1.50.
15. Mitiukov N.W. Were Fubuki's Guns Best in the World? // International Naval Journal. 2014. Vol. 4. № 2. P. 105–110. DOI: 10.13187/inj.2014.4.105.
16. Crawford K.R., Mitiukov N.W. The British – Italian Performance in the Mediterranean From the Artillery Perspective // Военный сборник. 2013. № 2. P. 95–102. DOI: 10.13187/issn.2309-6322.
17. Kasatkin T.A. Comparison of Analytical Methods for Calculating of Subsonic Aerodynamic Submunitions Standard Arrow // European Journal of Technology and Design. 2014. Vol. 6. № 4. P. 173–175. DOI: 10.13187/ejtd.2014.6.173.
18. Касаткин Т.А. Сравнительный анализ некоторых методик аэродинамического расчета летательного аппарата на дозвуковом диапазоне скоростей // Новый университет. Сер. Технические науки. 2014. № 7–8. С. 52–64. DOI: 10.15350/2221-9552.2014.7-8.0010.
19. Mitiukov N.W. Innovations of Spanish Shipbuilding of the Regency's period // Bylye gody. 2014. № 2. P. 215–225.
20. Mitiukov N.W., Crawford K.R. Mystery of the First Russian Rifle Naval Guns // Voennyi Sbornik. 2015. № 3. P. 135–139. DOI: 10.13187/vs.2015.9.135.

**References:**

1. Crawford K.R., Mitiukov N.V. Baza dannyh po morskoj artillerii «Database of Naval Guns» // GR v VNTIC 17.10.2006 № 50200601789.
2. Crawford K. R., Mitiukov N. W. Identification of the Parameters of Naval Artillery. Prague: Vědecko vydavatelské centrum «Sociosféra-CZ», 2013. 212 p. ISBN 978-80-87786-52-9. DOI: 10.17686/sced\_rusnauka\_2013-1180.
3. Korobejnikov A.V., Mitiukov N.V. Ballistika strel po dannyh arheologii: vvedenie v problemnuju oblast'. Izhevsk: Izd-vo NOU «KIT», 2007. 140 s. ISBN 978-5-902352-20-4. DOI: 10.17686/sced\_rusnauka\_2007-1181.
4. Conway's All the World's Fighting Ships 1905-1922. London: Conway Maritime Press Ltd, 1981. 422 p.
5. Weyer B. Taschenbuch der Kriegsflootten 1915. T. XVI. München: J.F. Lehmanns Verlag, 1915.
6. Voennye floty i morskaja spravocchnaja knizhka na 1899 god/pod red. Ego Imperatorskogo Vysochestva Velikogo Knjazja Aleksandra Mihajlovicha. SPb.: Tipografija Je. Goppe, 1899. 1154 s.
7. Tablicy strel'by 122-mm gaubicy obrazca 1938 g. M.: Voemizdat 1971. 248 s.
8. Schroeder S. The USS "Vezuvius" // US Naval Institute Proceeding. 1894. № 1. Vol. 69. P. 1–60.
9. Mitiukov N.V., Ganzy Y.V., Busygina E.L. Identification of Subsonic Aerodynamic Parameters Damaging Elements // European Journal of Technology and Design. 2014. Vol. 4. № 2. P. 81–85.
10. Mitiukov N.V. Identifikacija ajerodinamicheskikh parametrov dozvukovyh porazhajushhih jelementov // Vestnik KIGIT. 2013. № 1 (31). S. 56–63.

11. Moiseev S. P. Spisok korablej i sudov russkogo parovogo i bronenosnogo flota s 1861 po 1917 g. M.: Voenizdat, 1948. 556 s.
12. Hynek V., Klučina P. Valečné lodě. T. 2. Mezi krymskou a rusko-japonskou válkou. Praha: Naše Voisko, 1986. 336 s.
13. Titushkin S. I. Korabel'naja artillerija v rusko-japonskoj vojne // Gangut. 1994. № 7. С. 64-79.
14. Mitiukov N.W., Busygina E.L. Aeroballistic Parameters of Arab arrows On the Medieval Tract "Arab Archery" // Crusader. 2015. № 1. R. 50–56. DOI: 10.13187/crus.2015.1.50.
15. Mitiukov N.W. Were Fubuki's Guns Best in the World? // International Naval Journal. 2014. Vol. 4. № 2. R. 105–110. DOI: 10.13187/inj.2014.4.105.
16. Crawford K.R., Mitiukov N.W. The British – Italian Performance in the Mediterranean From the Artillery Perspective // Voennyj sbornik. 2013. № 2. P. 95–102.
17. Kasatkin T.A. Comparison of Analytical Methods for Calculating of Subsonic Aerodynamic Submunitions Standard Arrow // European Journal of Technology and Design. 2014. Vol. 6. № 4. P. 173–175. DOI: 10.13187/ejtd.2014.6.173.
18. Kasatkin T.A. Sravnitel'nyj analiz nekotoryh metodik ajerodinamicheskogo rascheta letatel'nogo apparata na dozvukovom diapazone skorostej // Novyj universitet. Ser. Tehnicheskie nauki. 2014. № 7–8. S. 52–64. DOI: 10.15350/2221-9552.2014.7-8.0010.
19. Mitiukov N.W. Innovations of Spanish Shipbuilding of the Regency's period // Bylye gody. 2014. № 2. P. 215–225.
21. Mitiukov N.W., Crawford K.R. Mystery of the First Russian Rifle Naval Guns // Voennyi Sbornik. 2015. № 3. P. 135–139. DOI: 10.13187/vs.2015.9.135.

УДК 930.2

**Метод анализа производных коэффициентов базы данных как новый метод исторического исследования (на примере базы данных баллистических параметров морской артиллерии)**

<sup>1</sup> Николай Витальевич Митюков

<sup>2</sup> Кент Ренд Крауфорд

<sup>1</sup> Ижевский государственный технический университет,  
Камский институт гуманитарных и инженерных технологий, Российская Федерация  
д-р техн. наук, доцент  
E-mail: nico02@mail.ru  
<sup>2</sup> Gunnery Fire Control Group, USA  
Dr. Sc., Professor of Natural history  
E-mail: krand7@yahoo.com

**Аннотация.** В работе предложен новый метод исторического исследования, основан на анализе производных коэффициентов база данных (например, коэффициент формы в базе баллистических данных). Этот метод обладает гораздо большей защищенностью от субъективизма и прямой фальсификации, по сравнению с анализом непосредственно полученного из первоисточника численного ряда, поскольку любое преднамеренное или непреднамеренное искажение исходных данных дает значительное отличие производного коэффициента от среднего по выборке значения.

Применение данного метода к анализу базы баллистических данных по морской артиллерии позволило обнаружить факты, заставляющих по новому взглянуть на некоторые события в истории: данные по германской морской артиллерии перед Первой мировой войной, вероятно, завышены для дезинформации противников по Антанте; во время первой мировой войны Испания, по-видимому, провела тайные переговоры с фирмой Бофорса, закончившиеся покупкой шведских снарядов; первые русские нарезные морские орудия создавались очевидно на основе проекта Блекли, а не Круппа, как традиционно считается.

**Ключевые слова:** баллистика, математическое моделирование, метод исторического исследования, база данных.