

В.Е. Кульчицкий

**ИССЛЕДОВАНИЕ
ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ
ИСТОРИЧЕСКИХ
СОБЫТИЙ
МАТЕМАТИЧЕСКИМИ
МЕТОДАМИ**

В.Е.Кульчицкий

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ
ИСТОРИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ
МАТЕМАТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

ББК 63.2

УДК 930

Кульчицкий В.Е.

Исследование экстремальных исторических событий математическими методами: монография. – Волгоград: Учитель, 2022. – 116 с.

ISBN

В монографии представлены результаты количественного анализа вооруженных конфликтов. Использованы репрезентативные данные (времена, координаты, количества сражающихся и убитых) 2307 битв и сражений Европы с XIII по XX вв. Анализ этих данных проводился математическими методами. Полученные количественные закономерности свидетельствуют о том, что исследуемые множества представляют сложную нелинейную динамическую систему со свойствами, присущими многим естественным процессам: фрактальность, персистентность временных рядов, детерминированно-хаотическое поведение.

Разработана двумерная феноменологическая модель, имитирующая реальные битвы и сражения. Описан клеточно-автоматный алгоритм эволюции некоторой гипотетической динамической системы в пространстве и времени, в которой при определенных условиях возникают «особенности», интерпретируемые как модельные события. Показана положительная корреляция закономерностей и тенденций реальных и модельных событий.

This monograph presents the results of a quantitative analysis of armed conflicts. Representative data (times, coordinates, numbers of fighters and killed) of 2307 battles and battles in Europe from the 13th to the 20th centuries were used. These data were analyzed by mathematical methods. The quantitative regularities obtained testify to the fact that the sets under study represent a complex nonlinear dynamic system with the properties inherent in many natural processes: fractality, persistence of time series, deterministic-chaotic behavior.

A two-dimensional phenomenological model simulating real battles and battles has been developed. A cell-automatic algorithm for the evolution of some hypothetical dynamic system in space and time, in which "features" interpreted as model events arise under certain conditions, is described. A positive correlation of regularities and trends of real and model events is shown.

ISBN 978-5-7057-6152-4

Текст публикуется в авторской редакции.

ISBN 978-5-7057-6152-4

© Кульчицкий В.Е, 2022

© Издательство «Учитель», 2022

Оглавление

Введение	5
Глава 1. Анализ опубликованных источников	10
Глава 2. Вооруженные столкновения как дискретные элементы в пространстве и времени. Анализ математическими методами.	29
2.1. Количественные параметры военных событий.	29
2.2. Статистические свойства вооруженных столкновений	31
2.3. Свойства экстремальных и средних параметров множества событий.	37
2.4. Фрактальные свойства множества событий	41
2.5. Битвы и сражения как элементы дискретной динамической системы	50
Глава 3. Феноменологическая модель экстремальных исторических событий	56
3.1. Принципы построения модели	56
3.2. Клеточные автоматы. Краткое описание.	59
3.3. Основные положения исследуемой модели. Алгоритм расчета параметров модельных событий в двумерной клеточно-автоматной модели.	62
3.4. Схема расчетов в модели и исходные данные.	65
Глава 4. Результаты численного эксперимента. Сопоставление с реальными свойствами экстремальных исторических событий.	70
4.1. Статистические свойства множества вооруженных столкновений и модельных событий	71
4.2. Особенности экстремальных и средних параметров множества реальных и модельных событий.	73
4.3. Фрактальные свойства множества реальных и модельных событий.	75
4.4. Диагностика детерминированного хаоса в экстремальных исторических событиях и модельных событиях	77
Заключение	80
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Сопоставление свойств экстремальных исторических и геофизических событий	85
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Фрагмент Каталога вооруженных столкновений (битв, сражений, осад городов) на территории Европы с 1200 по 1900 гг. (количество сражающихся в битвах более 30000 человек)	95

Уинвуд Рид хорошо сказал... - продолжал Холмс. - Он говорит, **что отдельный человек – это неразрешимая загадка, зато в совокупности люди представляют собой некое математическое единство и подчинены определенным законам.**

Артур Конан-Дойл «Знак четырех»

В каждом случае мы должны мыслить в терминах целого, а не части, видеть главы повести как события жизни общества, а не отдельного его члена.

А. Дж. Тойнби «Постижение истории»

Введение.

Человеческое сообщество является частью биосферы, которую можно рассматривать как сложную открытую нелинейную динамическую систему. Такие системы исследуются математическими методами с привлечением методов математического моделирования. В настоящее время математические методы интенсивно используются в различных областях научного знания, в частности, в тех дисциплинах, которые ранее носили описательный характер [Моисеев 1981]. Не представляют исключения исторические и социальные науки.

Применение математических методов в описательных науках не являются данью моде. Это неизбежный процесс постижения глубинных смыслов исследуемых явлений. История, к сожалению, еще не достигла такого уровня математического описания, какой характерен, например, для теоретической физики. Это связано, во-первых, с чрезвычайной сложностью исторических процессов, во-вторых, с проблемой их количественного описания.

Существует множество публикаций на тему качественного и количественного описания исторических явлений и процессов. Особую роль здесь играют математические модели. После 2-й мировой войны, стали интенсивно

разрабатываться математические модели исторических и социальных процессов. Здесь можно привести сотни, если не тысячи работ. Можно сослаться на прекрасный обзор, представленный в монографии (Садовничий и др. 2012). Среди отечественных работ можно отметить статьи (Бородкин 2003, Коротаев и др. 2007, Проблемы периодизации... 2006, История и синергетика 2010, Коротаев, Малков 2010, Турчин 2010, Турчин 2011, Плохотников 1996, Ляхов 2000, Курдюмов и др. 2004, Плущевский 2006, Нефедов 2000, Тимашев 2006, Розов 2007, Лашкин 2003, Плотинский 2001, Чернавский и др. 2002; История и синергетика 2010, Коротаев Гринин 2012).

Создана и интенсивно развивается молодая наука–клиодинамика. Многие интересные и важные работы публикуются в сборниках «История и математика». Некоторые модели базируются на методах, которые применяются при математическом моделировании естественных процессов. Здесь можно встретить термодинамические (Плущевский 2015), синергетические (Бородкин 2003, 2004) и физические модели (Нефедов 2000, Тимашев 2006, Лашкин 2003). Среди глобальных исторических моделей особо следует обратить внимание на публикации Турчина П.В., Коротаева А.В., Нефедова С.А., Малкова С. Ю. (Турчин 2010, 2011, Малков 2002, 2009, 2012, 2017, 2019; Садовничий и др. 2012). В последние десятилетия особое внимание привлекает идеология самоорганизованной критичности (Вак et al 1988, Подлазов 2005), которая успешно применяется в исследованиях историко-социальных процессов (Владимиров и др. 2000, Жуков 2018). Таким образом, в историко-социальную нишу проникают самые передовые физико-математические методы исследований.

Давно предпринимались попытки осознать связь историко-социальных процессов с естественными процессами. Важно отметить работу великого русского ученого-энциклопедиста А.Л.Чижевского (Чижевский 2015).

Одной из основных проблем, на наш взгляд, является математическое описание динамики социума в глобальном масштабе. ***«Чтобы понять часть, мы должны, прежде всего, сосредоточить внимание на целом, потому что целое есть поле исследования, умопостижимое само по себе»*** (Тойнби

1991:28). Для понимания механизма эволюции социума, очевидно, нужно сначала исследовать и осмыслить глобальные закономерности исторических процессов на всем протяжении доступного исторического времени.

Нам представляется, что на пути к пониманию этих процессов немаловажную роль может сыграть количественное изучение некоторых конкретных классов исторических событий, относящихся к экстремальным—**событиям военной истории**. Эти события, как бы, «айсберги» в «историческом море», изучение которых поможет понять законы движения «исторических течений».

Экстремальные исторические события отличаются от других исторических событий тем, что за короткое время насильственно лишаются жизни тысячи людей. По данным Б.Урланиса число погибших от войн в XVII веке составило 950 тысяч человек, в XVIII веке – около 1.5 млн. человек, в наполеоновских войнах людские потери составили около 900 тыс. (Урланис 1998). История человечества – это, в основном, история войн. *«Только за последние 5,5 тыс. лет на нашей планете прошло более 14,5 тыс. больших и малых войн, в пламени которых погибло, умерло от голода и эпидемий свыше 3.6 миллиардов человек»* (Мальшева 2005:69).

Разработано значительное количество математических моделей военно-исторических процессов (Осипов 1915, Lanchester 1914, Шумов 2020, Бреер 2020 Новиков 2012 и др.). Подробная классификация таких моделей представлена в статье (Митюков 2007). В большинстве их них моделируются процессы ведения войн и военных сражений. Однако практически никто не рассматривает свойства и динамику битв и сражений как множества событий в пространстве и времени.

Исследование закономерностей и тенденций таких экстремальных событий должно входить в базу для создания различных количественных социально-исторических моделей. Совместный анализ свойств моделей и эмпирических закономерностей позволит наметить контуры феноменологической теории эволюции социума.

В настоящей монографии предпринята попытка сделать робкий шаг на пути решения этой сложной задачи. Представлены результаты исследования локальных событий военной истории (битв и сражений), происходивших с 13 по 20 вв. на территории Европы. Каждое событие представлено в виде математического объекта, который имеет количественные характеристики: время, координаты места сражения, общее количество участников и убитых в каждом военном конфликте. Эти объекты изучались математическими методами.

Другая проблема, рассматриваемая в монографии, – анализ свойств, разработанной автором двумерной количественной модели, имитирующей реальные события (битвы и сражения). Свойства и тенденции множества модельных событий сопоставлялись со свойствами и тенденциями реальных военных событий.

В настоящем исследовании использована обширная информация о 2307 битв и сражений, произошедших на территории Европы за период с 13 по 20 вв.

Монография состоит из Введения, 4-х глав, Заключения и двух Приложений.

В первой главе представлен краткий анализ источников информации о военных событиях, послуживших основой для исследования.

Во второй главе дано описание результатов исследования полученной информации математическими методами. Приведены эмпирические статистические закономерности, рассматривается множество экстремальных событий с позиции теории фракталов и нелинейных диссипативных динамических систем.

Третья глава открывает вторую часть исследования, в которой постулируются принципы построения численной двумерной феноменологической модели, имитирующей реальные битвы и сражения. Описан клеточно-автоматный алгоритм расчета модельных событий.

В четвертой главе дано сопоставление закономерностей и тенденций расчетных модельных и реальных экстремальных событий военной истории, предложена их интерпретация.

В Приложении 1 дана краткая информация о сопоставлении количественных закономерностей и тенденций двух множеств событий: вооруженных столкновений и землетрясений.

Во втором Приложении представлен фрагмент каталога битв и сражений на территории Европы с 13 по 20 вв. с количествами участников сражений более 30000 человек.

В Заключении автор предпринимает попытку осмыслить полученные реальные исторические закономерности с позиции разработанной двумерной клеточно-автоматной модели. Обсуждаются необходимые, по мнению автора, направления дальнейших исследований, связанных с развитием идеологии численного моделирования процессов в социуме.

Автор выражает глубокую благодарность доктору технических наук, профессору Малкову С.Ю. за неоценимую помощь на заключительном этапе работы, доктору философских наук Гринину Л.Е. за представленную возможность публикации настоящей монографии, доктору философских наук, профессору Шоркину А.Д. за ценные замечания. Особую благодарность автор выражает своей семье, жене и детям, которые в течение многих лет проявили понимание и терпение, когда автор в вечерние часы создавал эту работу.

Надо знать обо всем понемножку, но все о
немногом.

К. А. Тимирязев

Глава 1. Анализ опубликованных источников.

Информация о вооруженных конфликтах чрезвычайно велика и рассеяна по многочисленным источникам. Не всем источникам можно доверять. Значительная их часть содержит искаженную информацию о количестве участников сражений, убитых и раненых. Большая часть источников представляет пересказ первичных документов, принося субъективные искажения. Есть источники явно ложного характера. Нами в течение многих лет проводилась работа по сбору и анализу доступных источников информации о военных событиях прошлого. Для каждого события находилась следующая информация: время и место события, общее количество участников и убитых в сражении.

В настоящей монографии эта информация рассматривалась для вооруженных конфликтов Европы за доиндустриальный период с 1200 по 1900 гг. Вот небольшой список из использованной известной литературы (Архенгольц 2001, Дельбрюк 2011, Меринг 2000, Мольтке 1937, Чандлер 1999, Харботл 1993, Все войны...2004, Тарле 2011а, 2011б, Дюпуи 2004а, 2004б, Манфред 1981). В значительной мере использовалась малоизвестная информация, доступная в Интернете.

Анализ показал, что интервал времени (1200–1900 гг.) и ареал военных действий за это время (Западная, Центральная и Восточная Европа) относятся к областям с относительной однородностью и репрезентативностью информации. Сведения о сражениях Древней истории, Раннего Средневековья, Азии и других континентов по указанным параметрам не отвечают требованиям репрезентативности. Информация ранее XIII века в большинстве случаев ненадежна и мало достоверна. XX век с двумя мировыми войнами также

исключен из рассмотрения, так как эти события являются исключительными и требуют специального исследования, возможно, иными методами.

Как правило, война состоит из ряда относительно кратковременных военных действий, которые принято называть битвами, сражениями, боями. Будем рассматривать, следуя классификации Дюпуи Т. (Dupuy 1995) следующие виды военных действий: сражения, битвы, бои, которые решают оперативные и тактические задачи.

Определенные таким образом военные события будем называть «вооруженными конфликтами», «вооруженными столкновениями» или кратко «событиями». Далее, «события» будем писать без кавычек. В соответствии с этой классификацией, количество сражающихся исчисляется от тысяч до сотен тысяч человек. Таким образом, рассматриваются вооруженные столкновения достаточно большого масштаба. Более мелкие события, например, эпизодические морские сражения в нашем исследовании не рассматривались. Кроме того, к событиям будем относить осады крепостей и оборону населенных пунктов, в которых гибли тысячи и десятки тысяч воинов и мирных жителей.

Характер ведения войн различен в зависимости от исторического этапа, уровня развития цивилизации человечества, региона, этнического и религиозного состава населения, уровня экономического развития, техники и искусства ведения войн. При выборе исходного материала для анализа мы не обращали внимания на принятый исторический смысл и интерпретацию исследуемых процессов, не учитывали различные особенности (в основном, качественные): этнические, национальные, экономические, религиозные и т.д. Нас интересовали только количественные характеристики военных сражений: t – время начала сражения, координаты событий (центров поля сражения, его географические координаты): φ – широта и λ – долгота, общее количество участников сражения N , общее количество убитых U в сражении.

Здесь нет возможности подробно описывать все используемые источники и приемы оценки репрезентативности исследуемых материалов. Это потребует значительного объема текста.

Характер поиска информации определялся по следующей схеме. Сначала выбирались известные публикации по выбранному событию, в которых приведены ссылки на источники используемой информации. Затем проводился поиск по этим ссылкам и т.д. Спускаясь по «лестнице» ссылок, можно достичь первичных источников интересующей информации. Конечно, при таком поиске не всегда возможно приблизится к первичной информации, хотя бы потому, что первичный источник может быть недоступен. К счастью, Интернет-пространство позволяет производить такой поиск и пользоваться самыми глубокими слоями исторических материалов. В настоящей работе большинство успешных поисков обязано именно Интернету.

Каждый изучаемый источник проверялся, если было возможно, на предмет достоверности информации, проводился критический анализ этой информации. Как правило, для одного и того же события имеется информация по различным источникам, часто значительно отличающаяся одна от другой. В результате такого неоднозначного определения значения параметры H , U группировались в некоторых интервалах. Это позволяет представить их в интервальном виде, что по сути дела является оценкой погрешностей в исходных данных. Вся информация по конкретному источнику проверялась на предмет «грубых выбросов» (Румшицкий 1971). Такие «грубые выбросы» исключались из рассмотрения. Наиболее надежными и достоверными следует признать параметры: время (t) и место (φ , λ) вооруженных конфликтов. Статистика исследованных военных событий:

общее количество военных событий – 2307.

общее количество событий, для которых известно количество сражающихся – 1581,

с информацией об убитых – 344.

Все события занесены в специально организованную базу данных.

Некоторые примеры используемой информации о военных событиях.

В этом разделе приведены некоторые примеры использованных источников информации о значительных битвах и сражениях Европы за период 1200–1900 гг. По каждому приведенному событию представлены наиболее надежные источники.

Осада Константинополя 11—18 июля 1203 состоялась в ходе Четвёртого крестового похода. Наиболее полное описание осады и падения Константинополя представлено в сочинениях участников похода Робера де Клари и Жоффруа де Виллардуэна.

Источники

Робер де Клари. Завоевание Константинополя. Перевод, статья и комм. М. А. Заборова. Памятники исторической мысли. М.: Наука, 1986. 174 с.

Жоффруа де Виллардуэн. Завоевание Константинополя. Перевод М. А. Заборова. М.: Наука.1993. 296 с..

Битва при Кортенуова. Сражение **27—28 ноября 1237** года между войсками императора Фридриха II и силами Второй Ломбардской лиги в ходе борьбы гвельфов и гибеллинов. Считается одной из самых кровопролитных битв европейского средневековья. (Война гвельфов и гибеллинов)

Источники

Caproni R. La battaglia di Contenjva: 27 novembre 1237. Bergamo. 1987. p.112.

Дельбрюк Х. Г. История военного искусства в рамках политической истории. СПб.: Наука. 2001. 4355 с.

Битва при Лас - Навас - де - Толоса 16 июля 1212. Важный поворотное событие в Реконкисте и в средневековой истории Испании.

Источники

Alvira Cabrer Martín: Las Navas de Tolosa, 1212: Idea, liturgia y memoria de la batalla. Madrid. 2012, p. 332.

Альтамира-и-Кревеа Рафаэль. История Испании. М.: 1951. Т 1. С. 68–82, 100–101.

Пискорский В. К. История Испании и Португалии. СПб. 1909. С. 34–40.

Девриз К. Великие сражения крестоносцев (1097–1444). .М.: 2008. с. 224

Abulafia D. The Rise of Aragon-Catalonia .The new Cambridge Medieval history. V 5. P. 644–668.

Нечитайлов М. Битва при Лас Навас де Толоса (16 июля 1212 г). XLegio. 2001.)

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь.М.: Внешсигма.1993. с.246.

Битва при Бувине 27 июля 1214 года в ходе фламандской кампании англо-французской войны(1202—1214) между войсками французского короля Филиппа II Августа и англо-фламандско-немецкой коалиции, возглавляемой императором Священной Римской империи Оттоном IV. Завершилась победой французов и усилением королевской Франции.

Источники

Дельбрюк Х. Г. История военного искусства в рамках политической истории – Т. 3. Средневековье. СПб. 1996. С 258–262.

Болье М. Средневековая Франция .Пер. Н. И. Озерская М.: Вече. 2014. с.384.

Duby G. Dimanche de Bouvines (Folio Histoire) (French Edition) p.384.

Гейсман П.А. История военного искусства в средние и новые века (VI-XVIII столетия). Изд. 2-е. СПб. 1907. С. 34-39.

Разин Е.А. История военного искусства. СПб. 1994. Т.2 С. 192-195.

Битва при Легнице 9 апреля 1241 года – одно из ключевых сражений западного похода монголов 1236—1242 годов и монгольского похода 1240—1242 годов, целью которого стали владения Даниила Галицкого, Польша и Венгрия. Сражение между монгольской армией под командованием Байдара и объединённым польско-немецким войском князя Генриха Благочестивого.

Источники

Храповецкий Роман, 2003"Военная держава Чингисхана", параграф 18.3 М. 2004

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь.М.: Внешсигма.1993. с. 256.

Ледовое побоище, также битва на Чудском озере, **12 апреля 1242 г.** с участием новгородцев под предводительством Александра Невского и войсками Ливонского ордена.

Источники

Разин Е. А. Военное искусство вооружённой организации Руси в XII—XIII вв.

История военного искусства VI—XVI вв. СПб.: Полигон, 1999. С. 159—162.

Новгородская первая летопись старшего и младшего изводов. // Полное собрание русских летописей. Том третий. Москва-Ленинград: «Издательство Академии Наук СССР», 1950.

Безунов Ю.К., Клейненберг И.Э., Шаскольский И.П. Письменные источники о Ледовом побоище. (подробное освещение русских источников)

Западные источники:

Старшая Ливонская Рифмованная хроника

"Хроника Ливонии" Германа фон Вартберге

Хроника Тевтонского ордена

"История Ливонии" Иоганна Реннера

"Хроника Ливонии" Бальтазара Руссова

Битва при Монтаперти — сражение, состоявшееся **4 сентября 1260** года близ местечка Монтаперти (в нескольких километрах к юго-востоку от Сиены), в котором гвельфы (под руководством Флоренции) потерпели поражение от гибеллинов Сиены.

Источники

Cesare Paoli . La Battaglia Di Montaperti: Memoria Storica (1869) (Italian Edition) (Italian) Paperback September 10, 2010. P.98.

Colli Alberto. Montaperti. La battaglia del 1260 tra Firenze e Siena e il castello ritrovato.144 p.

Раковорская битва — битва, состоявшаяся **18 февраля 1268** года между армиями северорусских республик и княжеств против объединённых сил рыцарей Ливонского ордена.

Источники

Окороков Ф. Военный календарь России.—М.:Яуза. Эксмо. 2009.—768 с.

Матузова В. И., Назарова Е. Л. Крестоносцы и Русь. Конец XII-1270 г. Тексты, перевод, комментарий. М.: Индрик, 2002. 450 с.

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь.М.: Внешсигма.1993. с. 249.

Битва при Монс-ан-Певеле состоялась **18 августа 1304** года между французскими войсками, возглавляемыми королём Филиппом IV, и фламандскими повстанцами (война за независимость Фландрии)

Источники

Kelly DeVries. Infantry Warfare in the Early Fourteenth Century. 2-е. 1998. Р. 32.

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь.М.: Внешсигма.1993. с. 303.

Битва при Креси произошла **26 августа 1346** года у посёлка Креси в Северной Франции, став одним из важнейших сражений Столетней войны.

Источники

Фруассар Жан. Хроники. 1340—1350 (Римский манускрипт) . Пер.

М. В Аникиева. СПб.: Изд-во РХГА. Ювента. 2012. С. 296.

Фавье Жан. Столетняя война. — СПб.: Евразия, 2009. С. 107.

Бёрн А. Битва при Креси. История Столетней войны с 1337 по 1360 год. — М.: ЗАО «Центрполиграф», 2004. — 336 с.

Ayton Andrew and Sir Preston Bart Philip. The battle of Crécy, 1346.. The boydell press. © Authors and Contributors 2005. p.392.

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь.М.: Внешсигма.1993. с. 228.

Битва при Пуатье – крупное сражение, состоявшееся **19 сентября 1356** года между английской армией Эдуарда Чёрного Принца и французскими войсками короля Иоанна II Доброго во время Столетней войны.

Источники

Perrett, Bryan. The Battle Book Arms and Armour Press, 1992. p. 237.

Беннет М., Брэдбери Дж. и др. Войны и сражения Средневековья 500—1500 гг. .
Пер. с англ. А. Колина. М.: Эксмо. 2007. С. 37, 51.

Фавье Жан. Столетняя война. СПб.: Евразия. 2009. 656 с

David Nicolle, Graham Turner. Poitiers 1356. The capture of a king. — Osprey Publishing, 2004.96 p.

Green, David. The Battle of Poitiers 1356. 2009.192 p.

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь.М.: Внешсигма.1993. с. 373.

Битва на Косовом поле крупное сражение, состоявшееся **15 июня 1389** года между объединённым войском сербских феодалов в союзе с Боснийским королевством с одной стороны и армией турок-осман с другой.

Источники

Чиркович Сима. История сербов. М.: Весь мир, 2009. 448 с.

Шкриванић Г. А. Косовска битка. Цетинье. 1956. 112 с.

Битва при Азенкуре - крупное сражение, состоявшееся **25 октября 1415** года между французскими и английскими войсками близ местечка Азенкур в Северной Франции во время Столетней войны.

Источники

Barker, Juliet (2005). Agincourt: The King, the Campaign, the Battle (U.S. Title: Agincourt: Henry V and the Battle That Made England.) London: Little, Brown

Mortimer, Ian (2009). 1415: Henry V's Year of Glory. London: Bodley Head.

Curry, Anne (2000). The Battle of Agincourt: Sources and Interpretations. The Boydell Press.

Фавье Ж. Столетняя война. СПб.: Евразия, 2009. С. 430

Берн А. Битва при Азенкуре. История Столетней войны с 1369 по 1453 год. Москва: ЗАО «Центрполиграф». 2004.

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь.М.: Внешсигма.1993. с. 12.

Битва при Краване 31 июля 1423 года — одно из важных сражений Столетней войны.

Источники

Smith Robert Douglas and Kelly de Vrie. The artillery of the dukes of Burundy, 1363-1477. Woodbridge: Boydell&Brewer. 2005. 337 p.

Monstrellet Enguerran. La chronique d'Enguerran de Monstrelet: en deux livres, avec pièces justificatives 1400-1444 . Louis Douët-d'Arcq. University of California, 1857. 408 p.

Raoulet Jean. Bataille de Cravent . Chronique de Jean Raoulet ou Chronique anonyme du roi Charles VII (de 1403 à 1429). Auguste Vallet de Viriville. P. Jannet, 1858. 678 p.

Васлуйская битва — одно из самых успешных сражений молдавского господаря Стефана III Великого, которое стало частью периода борьбы молдавского народа за независимость против турецких нашествий на юго-восточную Европу в XV — XVI веках. Решающая битва произошла **10 января 1475 года** в районе города Васлуй на территории средневекового Молдавского княжества, территория современной республики Румыния.

Источники

Kállay Ferentz. 1829. Historiai brtekezés a 'nemes székely nemzet' eredetéről: hadi és polgári intézeteiről a régi időkben. (венг.).296 ol.

Тернбул Стивен. Османская империя 1326–1699 гг.

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь.М.: Внешсигма.1993. с. 99.

Битва при Муртене – одно из самых значительных сражений Бургундских войн. Произошло **22 июня 1476 года** около крепости Муртен между швейцарскими войсками и армией бургундского герцога Карла Смелого.

Источники

Guillaume Henri Louis Gustave. 1848. Histoire de l'organisation militaire sous les ducs de Bourgogne: mémoire en réponse à la question suivante. 204 p.

Meyer André. Die Franziskanerkirche Sankt Maria in der Au, Luzern. (Schweizerische Kunstführer, Nr. 471/472) Gesellschaft für Schweizerische Kunstgeschichte, Bern, 1998. 35 st.

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь. М.: Внешсигма. 1993. с. 311.

Битва при Равенне — главная битва Войны Камбрейской лиги, состоялась **11 апреля 1512 г.** между армиями Франции (в союзе с Феррарском герцогством) и армиями стран Священной лиги (здесь Испании и Папской области).

Источники

Taylor Frederick Lewis. 1924. The Art of War in Italy, 1494–1529. Westport, Conn.: Greenwood Press, 1973. First published 1921 by Cambridge University Press. 228 p.

Oman Charles. 1937. A History of the Art of War in the Sixteenth Century. London: Methuen & Co. 784 p.

Битва при Павии (24 февраля 1525 года) — ключевое сражение в ходе Итальянских войн (1494—1559) между испанцами и французами. Первая битва Нового времени, положившая начало успешному использованию ручного огнестрельного оружия.

Источники

Spencer Tucker. Battles that Changed History: An Encyclopedia of World Conflict. ABC-CLIO, 2011. 655 p.

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь. М.: Внешсигма. 1993. с. 343.

Хотинская битва 1621 года — сражение, произошедшее между армией Речи Посполитой под командованием великого гетмана литовского Яна Кароля Ходкевича (в том числе Войска Запорожского под командованием гетмана Петра Сагайдачного) с войском Османской империи под

командованием султана Османа II, оно продолжалось с 2 сентября по 9 октября 1621 года.

Источники

Хотинська війна (1621 р.) . Г. Грабянка, С. Величко, Й. Мюллер та ін. .

Упорядник С. Заремба. — К.: Центр пам'яткознавства Академії наук України та Українського товариства охорони пам'яток історії та культури, 1991.

Encyklopedia polska. Nakł. Polskiej Akademii Umiejetnosci; skl. gl. w księg.: Gebethner i Wolff (11 апреля 2019).

Robert I. Frost. After the Deluge: Poland-Lithuania and the Second Northern War, 1655-1660. Cambridge University Press. 2004. p. 13.

Brian Davies, Warfare, State and Society on the Black Sea Steppe, 1500–1700, (Routledge, 2007), 99.

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь. М.: Внешсигма. 1993. с. 497.

Битва при Фюрте, Битва при Альтен Фесте, Битва при Цирндорфе или **Битва при Нюрнберге** — сражение шведского периода Тридцатилетней войны, состоявшееся у городка Фюрт **3 сентября 1632 года** между католическими силами императора Фердинанда II и протестантскими силами шведского короля Густава Адольфа.

Источники

Monro Oberst Robert. Kriegserlebnisse eines schottischen Söldnerführers in Deutschland 1626—1633. (Hrsg. u. Übersetzer: Helmut Mahr). Neustadt/Aisch 1995.

Mahr Helmut. Wallensteins vor Nürnberg 1632. Seine Lage bei Zirndorf und die Schlacht an der Alten Veste, dargestellt durch den Plan der Gebrüder Trexel 1634. Neustadt/Aisch. 1982.

Венская битва произошла **12 сентября 1683 года** после двухмесячной осады Вены, столицы Австрии, войском Османской империи. Победа христиан в этой битве навсегда положила конец завоевательным войнам Османской империи на европейской земле.

Источники

Podhorodecki Leszek (2001), Wiedeń 1683. Bellona, 198 с.

Finkel Caroline (13 February 2006). *Osman's Dream: The Story of the Ottoman Empire, 1300–1923*. Basic Books. p. 286–87

Tucker S.C., *A Global Chronology of Conflict, Vol. Two*, Santa Barbara: 2010, ABC-CLIO, LLC,

Bruce Alan Masters, Gábor Ágoston. *Encyclopedia of the Ottoman Empire*, Infobase Publishing, 2008. с.650

Харботл Томас. *Битвы мировой истории. Словарь*. М.: Внешсигма.1993. с. 102.

Вторая битва при Флёрюсе 1 июля 1690 года – сражение между войсками маршала Люксембурга и князя фон Вальдека в ходе кампании 1690 года во Фландрии в войне Аугсбургской лиги.

Источники

Марков М. И. *История конницы. Часть 3-я. От Густава Адольфа до Фридриха Великого*. — Тверь, 1888.с.316.

Харботл Томас. *Битвы мировой истории. Словарь*. М.: Внешсигма.1993. с. 478.

Битва при Ауденарде состоялась **11 июля 1708 года** в районе городка Ауденарде в современной Бельгии, и была ключевым сражением Войны за испанское наследство. С одной стороны в ней участвовала Франция, с другой– объединенные силы Великобритании, Голландской республики и Священной Римской империи.

Источники

Scott, Christopher (2008). *The Battle of Oudenarde*. Leigh-on-Sea, Essex: Partizan Press. 96. p.

A short history of England). By: G. K. Chesterton: Great Britain. History Paperback. 1917 . September 15. 96 p.

Харботл Томас. *Битвы мировой истории. Словарь*. М.: Внешсигма.1993. с. 46.

Битва при Мальплакэ (фр. *Bataille de Malplaquet*, англ. *Battle of Malplaquet*) 11 сентября 1709 г. – сражение войны за Испанское наследство. Является самой крупной битвой XVIII века.

Источники

Дельбрюк Г. История военного искусства. Т. 4. Новое время. (Стратегические очерки и отдельные сражения. Сражение при Мальплаке). СПб.: Наука; Ювента, 1997.

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь. М.: Внешсигма.1993. с. 273.

Бородинское сражение, или **Бородинская битва** (во французской истории – **битва у Москвы-реки**, крупнейшее сражение Отечественной войны 1812 года между русской армией под командованием генерала от инфантерии светлейшего князя Михаила Голенищева-Кутузова и французской армией под командованием императора Наполеона I Бонапарта. Состоялось **26 августа (7 сентября) 1812 года** у села Бородино, в 125 км к западу от Москвы.

Источники

Маслов С.А. Воспоминание в 1865 г. Бородинской битвы и о Бородинском памятнике в Москве : [С прил. писем участников Бородинской битвы. - Москва] : Унив. тип., ценз. 1865. - 15 с.; 21.

Богданович М. И. «История Отечественной войны 1812 года». — типография Торгового дома С.Струговщика, Г.Похитонова, Н.Водова и К°, 1859. — Т. I.

Михайловский-Данилевский А.И. Описание Отечественной войны 1812 года, по высочайшему повелению сочинённое генерал-лейтенантом Михайловским-Данилевским : с 96-ю картами и планами. Ч. 2. — 1840.

Тарле Е.В. Бородино. Гл.5. Нашествие Наполеона на Россию//Собр. сочинений. т.7.М.: Изд. АН СССР. 1959. С.569-582.

Вовси Э.М. Состав и потери Великой армии в Бородинском сражении (по материалам французских архивов) // Французский ежегодник 2012. — М., 2012.

Сражение при Лютцене – первое генеральное сражение, произошедшее **2 мая 1813** года между Наполеоном и объединённой русско-прусской армией под командованием российского генерала Витгенштейна в ходе Войны шестой коалиции. В немецкой истории известно как сражение при Гроссгёршен по названию деревни на месте битвы.

Источники

Жомини Г. Политическая и военная жизнь Наполеона. Ч.3. Спб., 1844.

Богданович М. И. История войны 1813 года по достоверным источникам. Т. 1.- 1863. С. 248.

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь. М.: Внешсигма. 1993. с. 265.

Михайловский-Данилевский А. Описание войны 1813 года, по высочайшему повелению сочиненное генерал-лейтенантом Михайловским-Данилевским : с 27 картами и планами. - Санкт-Петербург : Воен. тип., 1840

Сражение при Дрездене – сражение, состоявшееся с **26 по 27 августа 1813** года в ходе Шестой коалиционной войны между французской армией под командованием Наполеона I и Богемской армией союзников под командованием Карла Шварценберга.

Источники

John Mitchell. The Fall of Napoleon: An Historical Memoir. — 1845. — V. 2. — P. 64.

Helmezt H., Usczeck H. Der Befreiungskrieg 1813—1814. В, 1963.

Богданович М. И. История войны 1813 года за независимость Германии по достоверным источникам. Т. 1. Спб., 1863;

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь. М.: Внешсигма. 1993. с. 161.

Битва под Лейпцигом 16–19 октября 1813 года (в литературе также часто встречается название **Битва народов**) – крупнейшее сражение в череде Наполеоновских войн и в мировой истории до Первой мировой войны, в котором император Наполеон I Бонапарт потерпел поражение от союзных армий России, Австрии, Пруссии и Швеции.

Источники

Чандлер Д., Военные кампании Наполеона. М.: ЦентрПолиграф. 1999, с. 684

Манфред А.З. Наполеон Бонапарт. М.: Мысль. 1986. 734 с.

Тарле Е.В. Наполеон. М.: Наука. 1991. 462 с.

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь. М.: Внешсигма. 1993. с. 251.

Битва при Ватерлоо — **18 июня 1815 г.** последнее крупное сражение французского императора Наполеона I. Битва явилась результатом попытки Наполеона вернуть себе власть во Франции, утраченную после войны против коалиции крупнейших европейских государств и восстановления в стране династии Бурбонов («Сто дней»). В качестве противника Наполеона выступила Седьмая коалиция европейских монархов.

Источники

Меринг Ф. История войн и военного искусства. СПб. М.: Полигон, 2000. 528 с.

Саундерс Э. Сто дней Наполеона. М.: АСТ. 2002. 191 с.

Манфред А.З. Наполеон Бонапарт. М.: Мысль. 1986. 734 с.

Харботл Томас. Битвы мировой истории. М.: Внешсигма. 1993. с. 99.

Битва при Сольферино — крупнейшее сражение австро-итало-французской войны, состоявшееся **24 июня 1859 года** между объединёнными войсками Франции и Сардинского королевства против австрийской армии. Полем боя стали окрестности ломбардской деревушки **Сольферино**.

Источники

Дюнан Анри. Воспоминание о битве при Сольферино. Пер. с фр. С.Н. Норман.

Под ред. А.П. Плетнева. Репринтное воспроизведение текста 1904 г. М.: МККК, 2015. - 84 с.

Драгомиров М. И. Сольферинская битва (с двумя планами). — Издательство: Тип. Н. Тиблена и комп. СПб. 1861.

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь. М.: Внешсигма. 1993. с. 427.

Битва при Садове, также **Сражение при Кёниггреце** произошла **3 июля 1866** года и была самым крупным сражением австро-прусской войны 1866 года, кардинально повлиявшим на её течение.

Источники

Barry, Q. The Road to Königgrätz: Helmuth von Moltke and the Austro-Prussian War 1866 (англ.). Solihull: Helion, 2009.

Gordon Craig, A. The Battle of Königgrätz : Prussia's Victory Over Austria, 1866 . University of Pennsylvania Press . 2003.

Преженцов Я. Б. Кёниггрецкое сражение 3 июля 1866 года. — СПб.: Изд. В. Берёзовский, 1888. 39 с.

Осада французского города Мец во время Франко-прусской войны продолжалась с **19 августа по 27 октября (70 дней) 1870** года.

Источники

Moltke H. Geschichte des Deutsch-Französischen krieges von 1870–1871. Berlin: E.S.Mittler u. Sohn, 1891.

Леер Г. А. Публичные лекции о войне 1870–1871 годов между Францией и Германиею до Седана включительно. СПб. 1873. 366 с.

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь.М.: Внешсигма.1993. с. 294.

Битва при Седане, также известная как **Седанская катастрофа** – генеральное сражение Франко-прусской войны, произошедшее **1 сентября 1870** года близ небольшого французского города Седан. Закончившись полным разгромом основных сил французской армии и пленением Наполеона III, она определила исход войны.

Источники

Харботл Томас. Битвы мировой истории. Словарь.М.: Внешсигма.1993. с. 407.

Мольтке Х. История германо-французской войны 1870—1871 гг. — М., 1937.

Леер Г.А. Публичные лекции о войне 1870—1871 между Францией и Германией. 1871-1871. СПб. 1873. 366 с.

Fermer D. Sedan 1870. The Eclipse of France. Barnsley, 2008. P. 190.

Barry Q. The Franco-Prussian War 1870—71. Vol. 1. The campaign of Sedan. Solihull, 2007. P. 144.

Далее приведен пример, который служит иллюстрацией того, как производился выбор используемых в работе интервальных величин *H*. Аналогичная процедура проводилась для параметров *U* (количество убитых).

Битва при Никополе 25 сентября 1396 года (северная Болгария) — крупное сражение между объединёнными силами венгерского короля Сигизмунда, Французского королевства, Ордена госпитальеров и Венецианской республики, с одной стороны, и войском турецкого султана Баязида I, с другой. Турецкое войско одержало убедительную победу.

Представлена информация о количествах участников сражения по разным источникам.

1. *Schiltberger Johann.* The Battle of Nicopolis (1396). Крестоносцы –16000, турки–200000, **всего– 216000**;

2. *Tuchman Barbara W.* A Distant Mirror: the Calamitous 14th Century. York New1978:.. Крестоносцы–7500-9000, турки–12000-20000, **всего 19500–29000**;

3. *Nicolle David* (1999). Nicopolis 1396: The Last Crusade. Campaign Series. London: Osprey Publishing. Крестоносцы– 16000, турки–15000, **всего–31000**;

4. *Şükrullah Behçetu't Tevârih.* Askeri yarı ve savaslar.(турецкий источник). Крестоносцы–130000, турки– 60000, **всего–190000**.

5. *Kling G.* Die Schlacht bei Nikopolis. Georg. Nauk. 1906. Крестоносцы–9000÷10000, турки–16000÷20000, **всего–25000-30000**.

6. *Дельбрюк Х. Г.* История военного искусства в рамках политической истории – Т. 4. Средневековье. – СПб, 1996.– С 300—304. Крестоносцы–9000÷10000, турки–11000÷12000, **всего–20000-22000**.

7. *Харботл Томас.* Битвы мировой истории. Словарь.М.: Внешсигма.1993. с. 325. французы–10000 венгры–50000, турки– 200000 , **всего –260000**.

Сопоставляя общие количества участников сражения, можно сразу заметить, что 216000 (источник 1), 190000 (источник 4), 260000 (источник 7), представляют «грубые выбросы» и не могут быть внесены в интервал данных [19500, 31000]. Это интервальное число принято для параметра H (общее количество участников сражения).

Организация базы данных

Для работы с полученной информацией была создана специальная база данных.

Структура базы данных

Данные по конкретным событиям. Здесь сосредоточена следующая построчная информация:

1. идентификатор источника информации, 2. название военной кампании, 3. место битвы (наименование битвы), 4. время битвы (год, месяц день) по григорианскому календарю, 5. время битвы, переведенное в десятичные доли года, 6. координаты битвы (географические широта, долгота) в десятичных долях градуса, 7. общее количество участников битвы, 8. общее количество убитых и умерших от ран. Здесь для каждого события представлено N строк, где N – количество источников информации по конкретному событию.

Данные по обработанным событиям. В этой части представлена информация о событиях в интервальных числах. Каждому событию отводится одна строка.

1. название военной кампании, 2. место битвы (наименование битвы), 3. время битвы (год, месяц день) по григорианскому календарю, 4. время битвы, переведенное в десятичные доли года, 5. координаты битвы (географические широта, долгота) в десятичных долях градуса, 6. общее количество участников битвы (минимум и максимум), 8. общее количество убитых и умерших от ран (минимум и максимум).

Отдельно представлен список источников в соответствии с идентификатором источника.

Все части взаимосвязаны и позволяют извлекать всю необходимую информацию.

В следующей главе дано описание результатов исследования полученной информации математическими методами.

Лишь на листе, где численные тайны,
Пылает смысл огнем необычайным.

А.Л.Чижевский

Глава 2. Вооруженные столкновения как дискретные элементы в пространстве и времени. Анализ математическими методами.

2.1. Количественные параметры военных событий.

В многочисленных публикациях, посвященных описанию и анализу военных сражений, приводятся статистические данные о количествах участников сражений, убитых, раненых, невосполнимых потерях, Однако в большинстве случаев анализ сводился к конкретным войнам или военным кампаниям и не рассматривался с глобальной точки зрения.

В настоящей работе исследуются свойства множества военных событий, собранных в одно числовое множество.

Времена реализации битв иногда составляют недели, боев – несколько дней (Урланис 1998:519). Одна из продолжительных битв («битва народов») при Лейпциге 16-19 октября 1813 г. длилась 4 дня. Если учесть продолжительность периода нашего исследования с 1200 по 1900 гг. ($700 \text{ лет} = 700 * 365 = 255000 \text{ дней}$), то отношение $(4/255000) * 100 = 0.002\%$. Таким образом, длительность сражения по сравнению с периодом в 700 лет пренебрежимо мала. То же можно сказать и по соотношению площадей арены битв. Театр военных действий крупнейшего сражения под Садовой (другое название "Битва при Кёниггреце") 3 июля 1866 г. представлен на карте (Военная энциклопедия Д.И.Сытина, т.12 статья "Кёниггрец №2"). Ориентировочная площадь сражений $8 \times 24.5 \text{ верст} \approx 223 \text{ км}^2$. Площадь Европы составляет $10,2 \text{ млн. км}^2$. Отношение площади арены сражения к площади Европы $(223/10200000) * 100 = 0.002\%$. Таким образом, можно пренебречь пространственными и временными «размерами» событий и полагать их пренебрежимо малыми по сравнению с размерами территории и интервалом времени, на которых мы их изучаем.

Понятию «событие» придадим математический смысл, и будем считать его точечным объектом в некотором абстрактном 4-мерном пространстве. Такая абстракция характерна для физического описания материального мира. Вооруженные столкновения будем описывать интервальными числами в двух четырехмерных пространствах параметров $\{t, \varphi, \lambda, H\}$ и $\{t, \varphi, \lambda, U\}$ (время t , широта φ и долгота λ , общее количество сражающихся в битве H , общее количество убитых в битве U).

Поскольку в данной главе используются методы интервальной математики, автор посчитал нужным кратко изложить ее основы (Шокин 1981; Moor 1966, Алефельд, Херцбергер Ю. 1989).

Интервальные числа

При измерениях или наблюдениях различных количественных величин возникает проблема погрешностей измерений, которые определяют интервал значений измеряемой величины. Этот интервал характеризуется двумя числами $[a, b]$ где a – минимальная и b – максимальная границы интервала. Интервал $A=[a, b]$ определяют как число, называемое интервальным числом. С этими числами производят действия аналогичные обычным числам. Для интервальных чисел определены следующие операции

1. Сложение $[a, b] + [c, d]=[a+c, b+d]$;

2. Вычитание $[a, b] - [c, d] = [a - d, b - c]$;

3. Умножение

$[a, b] \cdot [c, d]=[min(ac, ad, bc, bd), max(ac, ad, bc, bd)]$

4. Деление

$[a, b] / [c, d]=[min(a/c, a/d, b/c, b/d), max(a/c, a/d, b/c, b/d)]$

При $a=b$, т.е. $[a, a]$ интервальное число равно обычному числу a .

Также определены действия, аналогичные дифференцированию и интегрированию. Более подробную информацию об интервальном анализе можно получить на сайте

<http://www.nsc.ru/interval/?page=Library/InteBooks>.

В настоящей работе интервальные методы применялись при исследовании зависимостей, в которых количественные характеристики имели интервальный характер. Количество участников в сражении H и общее количество убитых U в зависимости от источников информации о конкретном событии заключены в определенный интервал. Так как время и координаты места события определены достаточно точно, то они представимы в интервальных числах вида $[a, a]$, то есть в обычных числах.

При анализе параметров событий использовались следующие разделы математики: классический статистический анализ, фрактальный анализ, регрессионные методы, фурье-анализ, клеточные автоматы, методы исследования динамических систем. Большинство расчетов проводилось по программам, составленным автором настоящей монографии.

2.2. Статистические свойства вооруженных столкновений

Экстремальные исторические события—вооруженные столкновения – на первый взгляд, кажутся хаотически распределенными во времени и на поверхности Земли. Однако, как будет показано ниже, на фоне сильной хаотической составляющей просматриваются определенные закономерности в поведении некоторых параметров. Настоящая глава посвящена анализу таких закономерностей.

Существуют различные виды распределений случайных чисел, которые представляют своеобразный «паспорт» статистических множеств. Так наиболее распространены случайные события с распределениями Гаусса, логнормальные распределения и множество других (Гмурман 2003). Обычно распределения погрешностей измерений какого-либо параметра подчиняются распределениям Гаусса. Достаточно часто встречаются, так называемые распределения с «тяжелыми хвостами», у которых события с большими значениями параметра встречаются реже, чем малые (Писаренко, Родкин 2007). Этим распределениям подчиняются многие события: светимости звезд, разломы в земной коре, многие катастрофические явления (землетрясения, извержения вулканов, ураганы,

пожары и т.д.). Для дискретных событий с помощью гистограмм можно качественно оценить, к какому виду теоретических распределений они относятся.

Распределение количества событий по промежуткам времен и расстояний между последовательными во времени событиями

На рис 2.1 представлены логарифмы количества событий в выделенных интервалах dt и R . Величины dt , R –промежутки времен и расстояний между последовательными произошедшими событиями соответственно. Из рисунков видно, что эти распределения можно отнести к классам распределений с "тяжелыми хвостами".

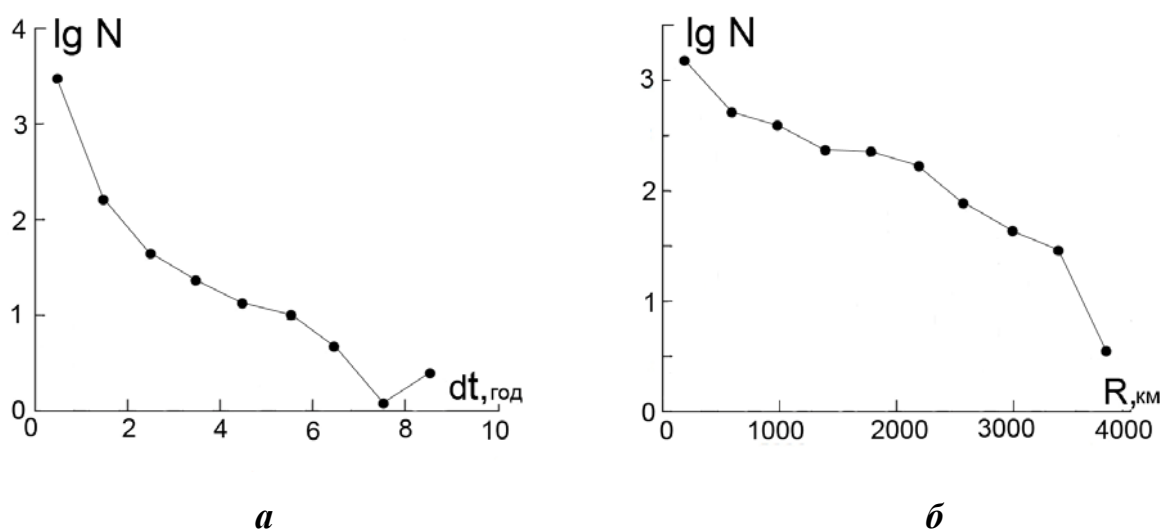


Рис.2.1. Гистограммы распределений логарифмов разностей между последовательными временами dt (а) и расстояниями (б) dR между произошедшими сражениями.

Распределение количества событий N , параметров H и U во времени

Рассмотрим распределения количества событий N за исследуемый период с 1200 г. по 1900 г. На рис. 2.2 приведены графики распределения во времени логарифма количества событий в интервалах по 100 лет. Значения t отнесены к серединам этих интервалов. Видно, что со временем количество битв возрастает почти по логлинейному закону.

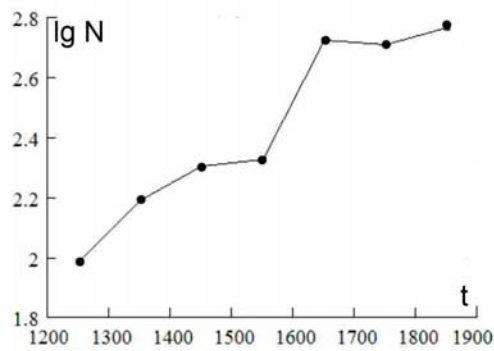


Рис.2.2 Зависимость от времени t логарифма суммарного количества битв N в интервалах по 100 лет.

Рассмотрим теперь особенности распределений событий с параметрами H и U по времени t . На рис.2.3 представлены зависимости от времени t логарифмов суммарных количеств участников сражений H и логарифмов суммарных количеств убитых отнесенных к столетиям. Графики представлены в интервальном виде.

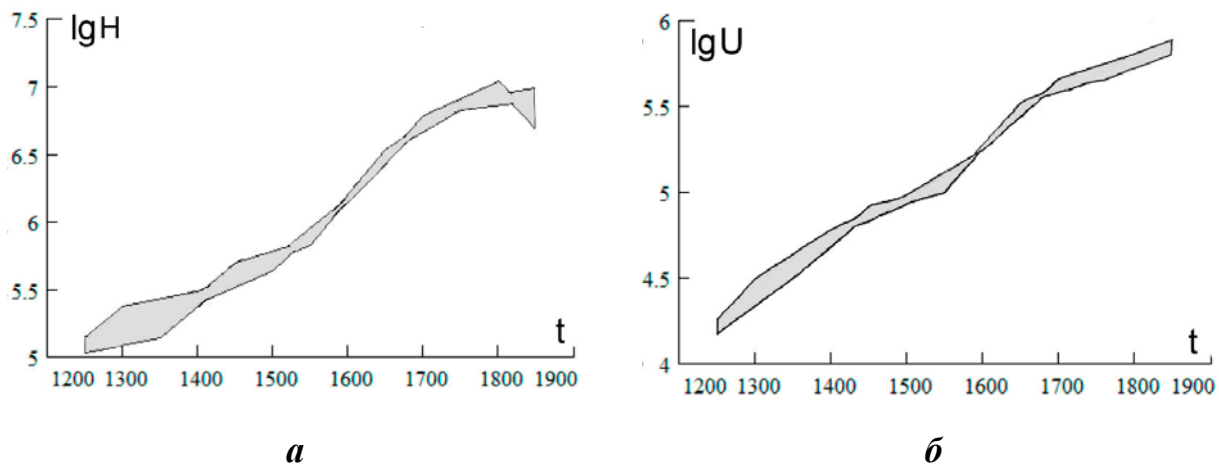


Рис. 2.3. Зависимость от времени t логарифмов суммарных количеств H (а) и U (б) в интервалах по 100 лет.

Здесь также, как и для количества битв (рис.2.2), увеличиваются со временем суммарные величины H и U , отнесенные к выбранной единице времени (100 лет). Увеличение со временем количества битв N (рис.2.2), количества участников сражений H и убитых U (рис. 2.3), возможно, отражает тенденцию роста народонаселения Европы со временем (McEvedy, Jones. Atlas... 1978) (рис.2.4).



Рис. 2.4. Рост народонаселения Европы с 400 г. до Р.Х по 2000 г. График заимствован из Атласа (McEvedy, Jones. Atlas...1978).

Рассмотрим теперь более детально распределения этих параметров с интервалами по 10 лет (рис. 2.5 и 2.6)

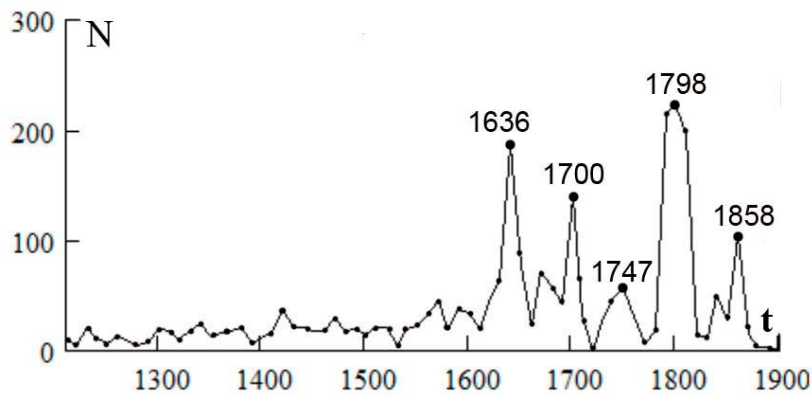
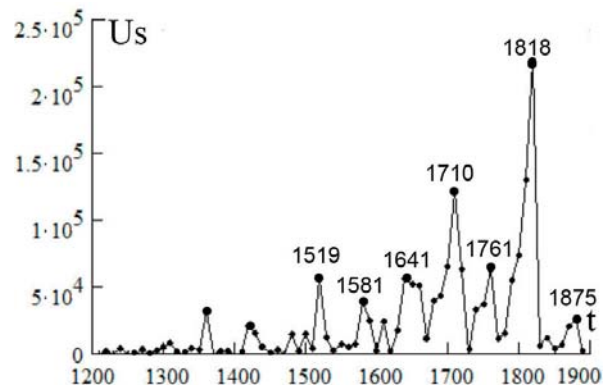
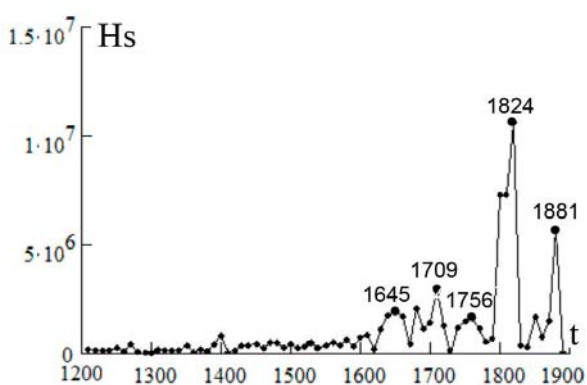


Рис.2.5. Распределение количеств событий N в интервалах по 10 лет.



а

б

Рис.2.6. Распределение суммарного количества участников сражений H_s (а) и суммарное количество убитых U_s (б) в 10-ти летних в интервалах.

На рис.2.5 и 2.6 отчетливо видны пики. Наиболее значимы пики, начиная с

16-го века. Если взять все три графика, то на них можно выделить 5 пиков с 1634 по 1881 гг. Промежутки между пиками составляют в годах: 64-69, 47-51, 51-68, 57-60. Это наводит на мысль, что пики как-то связаны с глобальной волной Кондратьева (Кондратьев 2017, 2022). На рис. 2.7 показано расположение этих пиков на волне Кондратьева, которые располагаются на восходящих ветвях K_0 , K_1 и K_2 . Таким образом, экстремальные события военной истории, возможно, находятся в какой-то связи с загадочной волной Кондратьева. Следует заметить, что идея такой связи не нова. Связь военных событий с волнам Кондратьева известна и отражена, например, в публикациях (Яковец 2006, Тауш 2012).

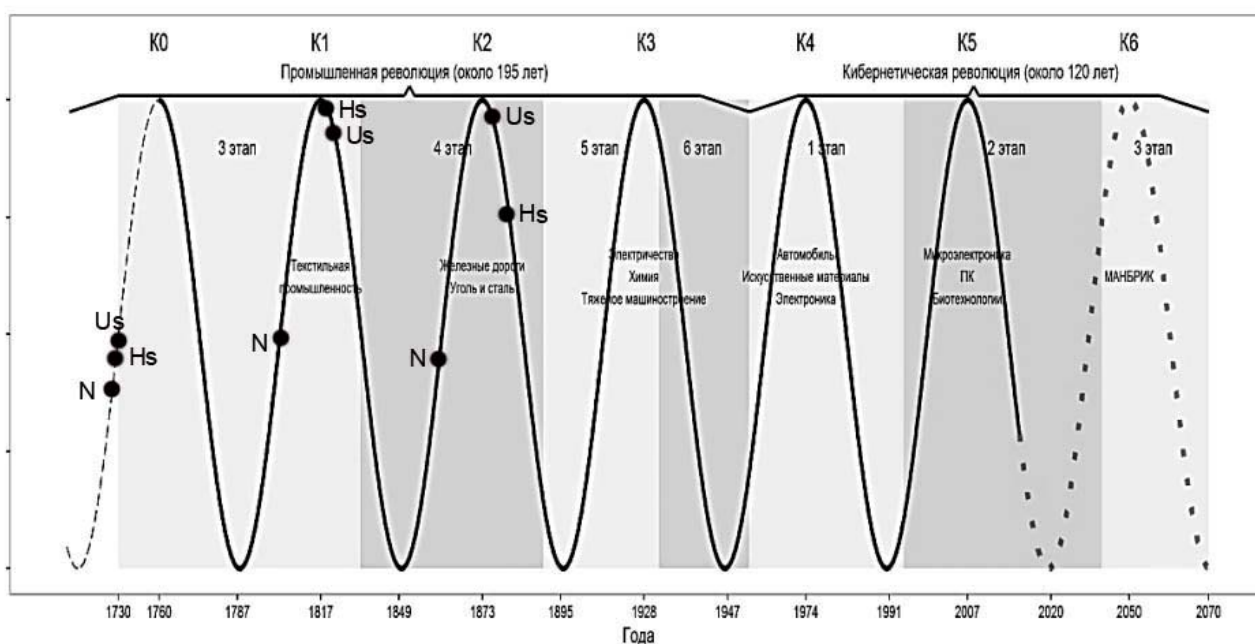


Рис.2.7. Положение пиков зависимостей $N(t)$, $Hs(t)$, $Us(t)$ на волнах Кондратьева K_0, K_1, K_2 . Рисунок волн Кондратьева заимствован из публикации (Кондратьев 2017, рис.11.4, с.200).

Распределение количества событий по параметрам H и U

На рис. 2.8а показано распределение числа событий по параметру H . График построен следующим образом. Весь массив H , начиная от репрезентативных значений до максимального значения, разбивался на равные интервалы одинаковой ширины $dH=75000$. Внутри каждого интервала подсчитывалось кумулятивное количество событий N_s (сумма событий, начиная от максимального H , в сторону уменьшения). Затем рассчитывался десятичный логарифм N_s . Аналогично рассчитывались зависимости $lg N_s$ от U (рис.2.8б). Каждому

кумулятивному значению соответствовала середина выбранного интервала H и U .

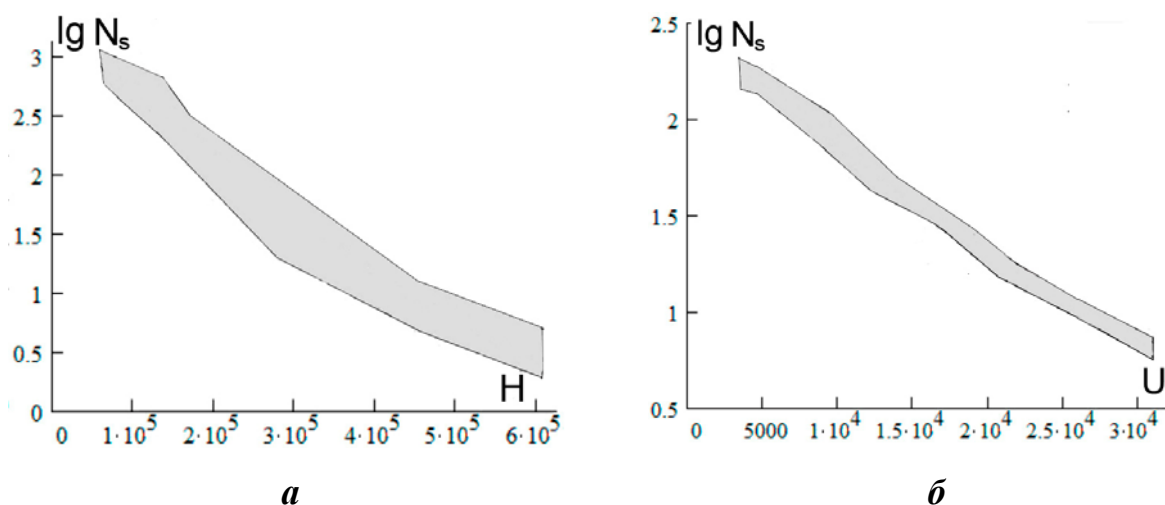


Рис.2.8. Кумулятивное распределение количества событий N_s по параметрам H и U .

Как видно из графиков, наблюдается тенденция уменьшения количества событий с увеличением H и U . Можно аппроксимировать полученные зависимости логлинейными выражениями $\lg N_s = a - bH$, $\lg N_s = a_1 - b_1U$.

Для произвольно выбранных последовательностей величин из множества $\{H\}$ в любом интервале $H_j - H_i$ разность логарифмов их количества $\lg N_i - \lg N_j$ деленная на $H_j - H_i$, величина постоянная, равная b . То есть, для любой выборки из массива это соотношение выполняется независимо от объема выборки. Может показаться, что зависимость N от H определяется тенденцией роста H со временем (см. рис.2.3). Построенные аналогичным способом графики зависимости N от H для различных столетий (рис.2.9) опровергают возникшее предположение.

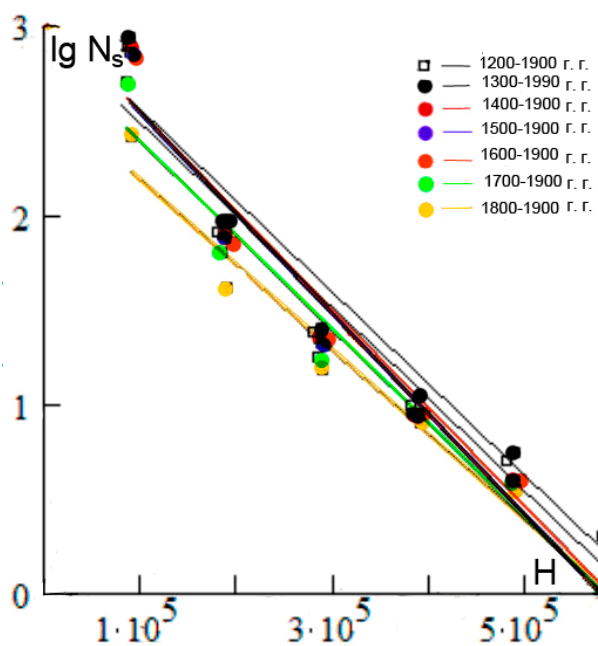


Рис.2.9. Кумулятивные распределения количества событий N_s по параметру H для различных периодов.

2.3. Свойства экстремальных и средних параметров множества событий.

Рассмотрим теперь поведение экстремальных и средних характеристик исследуемых событий в зависимости от того или иного параметра. Ниже приведены результаты анализа временных характеристик событий и их зависимость от параметров H и U .

Максимальные промежутки времен между последовательными событиями одного уровня H и U .

Изучались средние T_{sr} , максимальные T_{max} и минимальные T_{min} промежутки времен в зависимости от этих параметров. Упорядоченный по возрастанию H массив событий разбивался на N интервалов $H_1 = \min(H) + \delta H$, $H_2 = H_1 + \delta H$, ..., $H_i = H_{i-1} + \delta H$, где $\delta H < \max(H)$ – некоторый выбранный интервал. В каждом интервале события упорядочивались по возрастанию времени. Затем составлялись разности времен между последовательно произошедшими событиями в этих интервалах. В организованных таким образом массивах выделялись максимальные T_{max} и средние T_{sr} времена. Серединам выбранных интервалов H сопоставлялись

T_{max} , T_{min} , и T_{sr} . Аналогично рассчитывались максимальные R_{max} минимальные R_{min} , средние R_{sr} расстояния между последовательными во времени событиями. На рис.2.10а и 2.11а показаны графики зависимостей T_{max} и T_{sr} от H . Графики представлены в логарифмическом масштабе по осям T_{max} и T_{sr} . Расчеты проводились в интервальном представлении чисел H . Аналогичным образом построены зависимости для параметра U (рис.2.10б и рис.2.11б)

Особый интерес представляет тенденция увеличения максимальных промежутков времен T_{max} с увеличением H и U . (рис. 2.10). Это означает, что для событий определенного уровня H и U существует верхний предел времени их реализации. **Следующее событие такого же уровня происходит не позже времени T_{max} , определяемого этой зависимостью.** Например, промежуток времени между последовательными реализациями событий с параметрами в интервале $[H_i - \delta H, H_i + \delta H]$ может быть любым, но не большим времени $(T_{max})_i$. Чем больше событие по параметру H , тем дольше время его «подготовки» после предыдущего события такого же уровня.

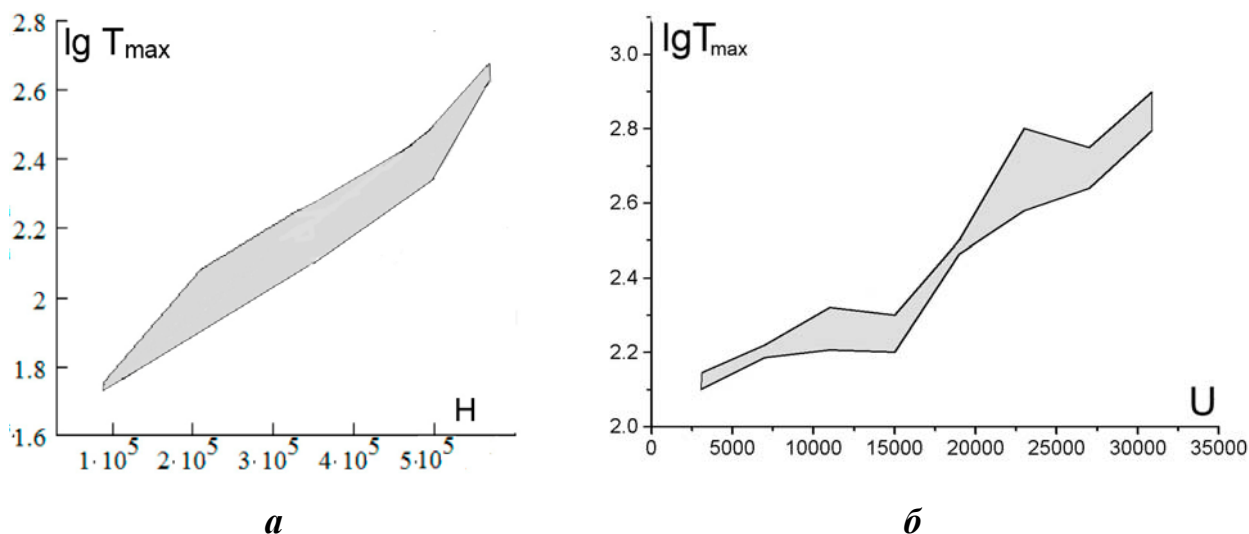


Рис. 2.10. Зависимость максимальных промежутков времен T_{max} от H (а) и T_{max} от U (б)

Наблюдается также заметная тенденция увеличения средних промежутков времен T_{sr} с возрастанием H и U (рис. 2.11). Правда, на некоторых участках эта тенденция нарушается. Возможно, это связано с неравномерным распределением событий по осям H и U для больших событий. В распределениях T_{min} от H и T_{min} от U не выявлено каких либо закономерностей.

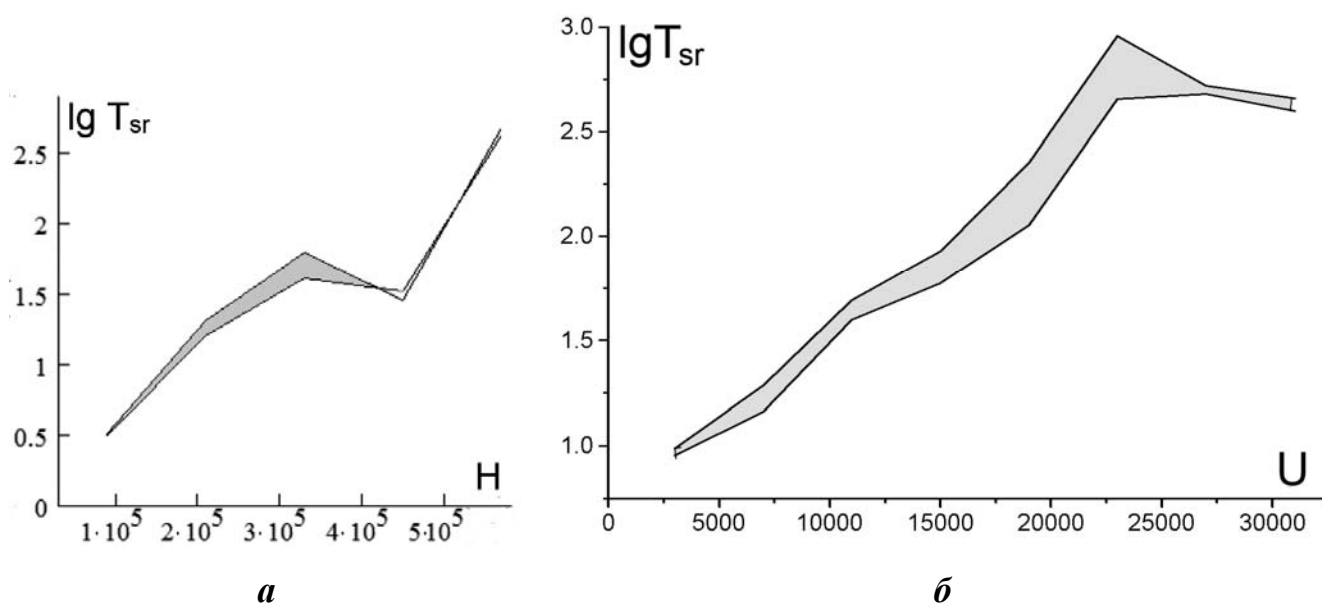
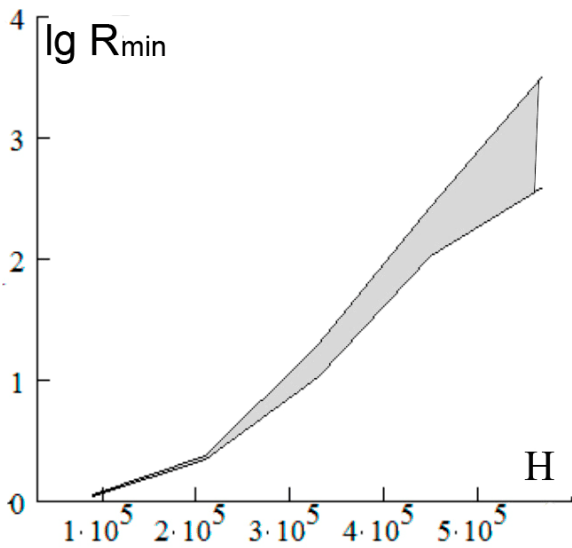


Рис. 2.11. Зависимость средних промежутков времен T_{sr} от H (а) и T_{sr} от U (б)

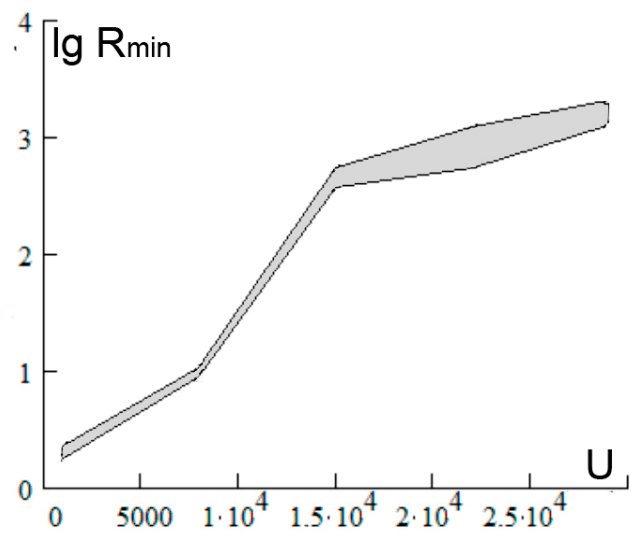
Полученные результаты свидетельствуют о том, что распределение событий во времени, хотя и в значительной степени хаотично, но подчиняется некоторым определенным закономерностям. Показанная здесь тенденция увеличения промежутков максимальных промежутков времен с увеличением H и U с точки зрения исторического смысла представляется загадочной.

Минимальные расстояния между последовательными событиями одного уровня H и U .

Из описанных ранее выборок по параметрам H и U рассчитывались расстояния между последовательными событиями и выделялись минимальные и максимальные R_{min} расстояния R_{max} (рис. 2.12). На этом рисунке заметна тенденция увеличения R_{min} с возрастанием H и U . Если для промежутков времен существует максимальный порог, то для расстояний наблюдается некоторое минимальное расстояние, ближе которого не происходит событий.



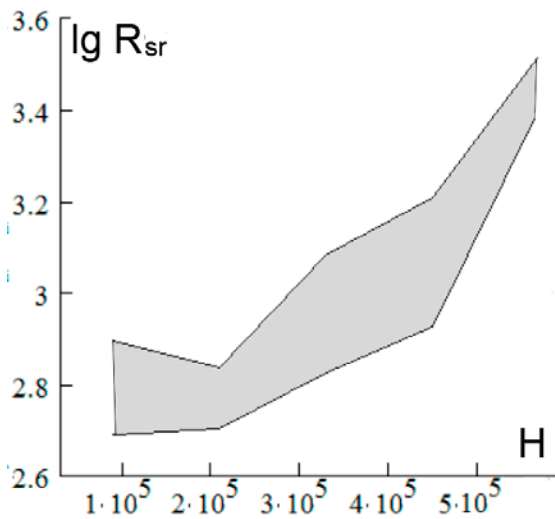
a



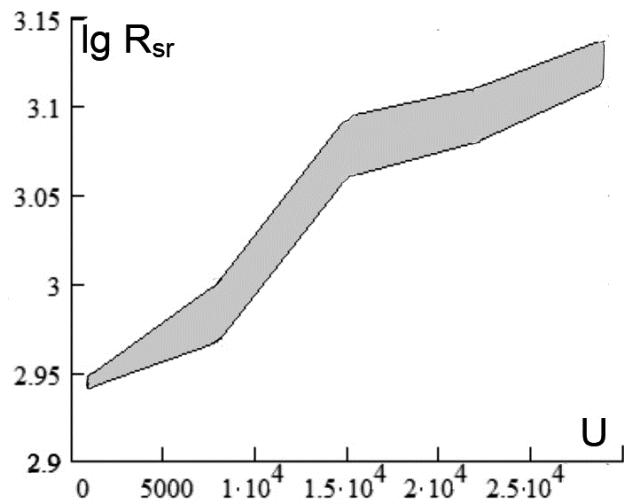
б

Рис.2.12. Зависимость минимальных расстояний R_{min} между последовательными событиями от H (*a*) и U (*б*).

Наблюдается такая же тенденция увеличения средних расстояний между последовательными событиями внутри одного интервала с увеличением H и U (рис.2.13).



a



б

Рис.2.13. Зависимость средних расстояний R_{sr} от H (*a*) и от U (*б*) между последовательными событиями.

Для максимальных расстояний R_{max} никаких закономерностей не замечено.

Указанная тенденция существования минимальных расстояний и зависимости R_{min} от H , R_{min} от U , свидетельствуют о сложных закономерностях в распределении событий по координатам мест сражений. Простого объяснения этим зависимостям автор не рискует предложить.

2.4. Фрактальные свойства множества событий

Во второй половине XX столетия ученые обнаружили удивительные свойства, присущие большинству естественных процессов и объектов, так называемые фрактальные свойства. Понятия «фрактал» и «фрактальная размерность» введены в науку Бенуа Мандельбротом в конце 60-х годов 20-го столетия (Мандельброт 2002).

Фрактальную структуру имеют различные по природе объекты и явления: изменяющиеся во времени различные дискретные и непрерывные физические процессы (излучение лазера, турбулентные течения в жидкости и плазме и т.д.) (Фракталы в физике 1988). Поскольку дальнейшее изложение опирается на понятия «фрактал» и «фрактальность», дадим доступное пояснение этих понятий.

«Фракталом называется структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому» (Федер 1991:19). Таково качественное определение фрактала. Ограничимся наглядным примером. На рис.2.14 представлен классический фрактал, так называемая треугольная салфетка Серпинского. Подпись к рисунку поясняет геометрическую структуру фрактала и механизм его построения. Рисунок взят из книги (Федер 1991).

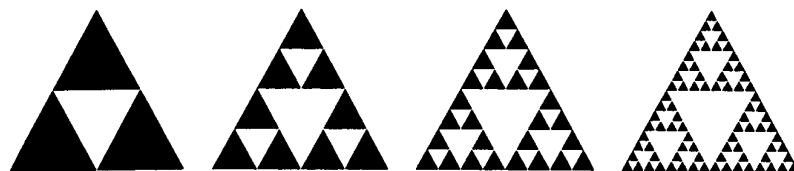


Рис. 2.14. Треугольная «салфетка» Серпинского. (Федер,1991)

Построение «салфетки» начинается с «затравки» – крайний левый треугольник. Во втором поколении (следующий треугольник) каждый черный треугольник внутри треугольника «затравки» заменяется уменьшенным вариантом треугольника. Такой механизм замены производится до бесконечности. На

рисунке показано четыре поколения предфракталов.

Численной характеристикой фрактала является его фрактальная размерность. Здесь нет смысла давать строгое математическое определение фрактальной размерности. Отметим только то, что множество точек, непрерывно заполняющее прямую, плоскость и объем куба имеют фрактальные размерности равные 1, 2 и 3 соответственно. Но эти множества не являются фракталами. Фракталы – это структуры, у которых фрактальные размерности не равны целым числам. Приведенная на рис. 2.14 треугольная «салфетка» Серпинского имеет фрактальную размерность равную 1.58 и представляет собой фрактал. Это, как бы, не полностью заполненная треугольниками плоскость, геометрически организованная по определенному правилу подобия малого большому.

В подобии структур на различных масштабных уровнях заключен основной смысл фрактальных объектов. В случае «салфетки» Серпинского множество треугольников, из которых она состоит, образует на плоскости структуру, занимающую промежуточное положение между прямой (размерность 1) и плоскостью (размерность 2).

Основное свойство фрактала – самоподобие на различных масштабных уровнях, иначе называемое скейлингом. Математически это выражается следующим образом. Для фрактальных множеств справедливо условие скейлинга (Федер 1991)

$$f(N) = (1/N)^{1/d} \quad (2.1),$$

где $f(N)$ – функция, зависящая от N , d – постоянная величина, характеризующая фрактальные свойства функции – фрактальная размерность подобия.

В зависимости от способов задания условий скейлинга различают, кроме размерности подобия, топологическую, информационную и корреляционную фрактальные размерности, некоторые из которых мы будем использовать.

Возвратимся теперь к предмету нашего исследования – битвам и сражениям. Как уже ранее было сказано, эти события рассматриваются как дискретные точечные множества в 4-х мерном пространстве, где координатами являются: время события, широта, долгота места события и параметры H и U – суммарное

количество участников сражения и суммарное количество убитых. Рассмотрим, как бы, срезы этих множеств по определенным параметрам.

Фрактальные свойства событий по параметрам φ, λ – координатам пунктов сражений.

Определение фрактальных размерностей двумерных массивов проводилось методом покрытия непересекающимися квадратами множества точек, расположенных на плоскости, таким образом, чтобы все точки находились внутри квадратов. Далее, подсчитывалось количества точек, попадающих в квадраты. Процедура «покрытия» повторялась на другом масштабном уровне – с квадратами меньшего размера. В зависимости от уровня иерархии такого клеточного разбиения (размера клетки) и в соответствии с определенным алгоритмом расчета (Кейлис-Борок и др. 1989) строился график зависимости некоторой величины $\lg N_v$ от логарифма размера клетки $\lg L$. Тангенс угла наклона прямой, аппроксимирующей этот график, позволяет оценить фрактальную размерность подобия двумерного массива данных. На рис. 2.15 представлено два графика. На первом графике (а) представлены результаты расчета фрактальной размерности массива, реализованного датчиком случайных чисел. Количество чисел составляет 100000. Вся плоскость плотно заполнена числами. Фрактальная размерность этого массива близка к двум – теоретической фрактальной размерности плоскости. Из второго графика (б) следует, что фрактальная размерность двумерного массива событий (массивы данных, соответствующих координатам мест сражений) представляет фрактал с фрактальной размерностью 1.239 ± 0.001 .

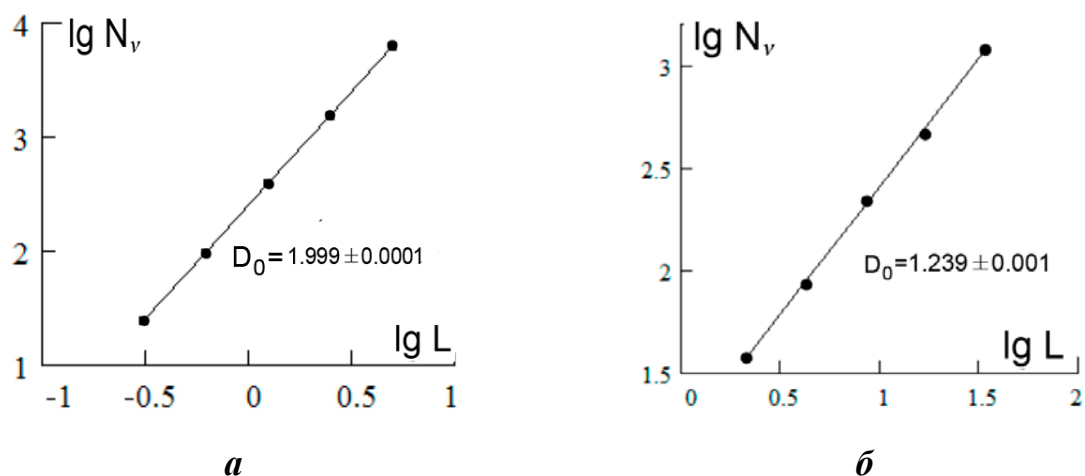


Рис. 2.15. Пример оценки фрактальных размерностей двухмерного массива данных: *а*– случайное распределение точек на плоскости, *б*– по параметрам φ, λ массива исследуемых битв и сражений.

Это свойство можно объяснить следующим образом. Дело в том, что большинство сражений происходили, в основном, вблизи населенных пунктов или в низинах. Издревле люди селились у источников воды: вдоль рек, озер, побережья моря. Русла рек, как правило, проходят по древним разломам в земной коре, которые, как показано в (Садовский и др. 1984), имеют фрактальную структуру.

Следует заметить, что распределения населенных пунктов по территории также носят фрактальный характер. Так, например, для множества координат населенных пунктов Крыма и Украины фрактальные размерности равны 1.66 ± 0.08 и 1.84 ± 0.01 соответственно (Кульчицкий 1999, рукопись).

Фрактальные особенности множества событий по времени.

Фрактальную размерность временных массивов оценивают с помощью корреляционной размерности. Корреляционная размерность D_c связана с понятием корреляционного интеграла (Grassberger, Procaccia 1983, Шустер 1988). Корреляционный интеграл по определению есть функция

$$C(r) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \Theta[r - |x_i - x_j|], \quad i \neq j$$

где $\{x\}$ - элементы некоторого множества, $|x_i - x_j|$ - модуль временного интервала между двумя элементами множества.

$\Theta(s)$ - функция Хевисайда.

Корреляционная размерность D_c определяется как предел выражения

$$D_c = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\ln C(r)}{\ln r}$$

При анализе экспериментальных данных условие $r \rightarrow 0$ невыполнимо, так как $r \rightarrow r_{\min}$, где r_{\min} - минимальное расстояние между элементами множества. Поэтому при оценке D_c вводится понятие области скейлинга - диапазона значений r , внутри которого зависимость $\ln C(r)$ от $\ln r$ можно аппроксимировать прямой линией.

В настоящей работе при расчете фрактальных размерностей применялся метод кумулятивного корреляционного интеграла (ККИ) (Мухамедов 1990). В этом методе расчет корреляционного интеграла по формуле (2.2) проводился для рядов $x'_i = x_i - x_{\min}$, где x_{\min} - минимальное значение ряда. Применение техники ККИ позволяет вычислять только фрактальную размерность подобия D_0 . Для его надежной оценки требуется сравнительно небольшие массивы данных ($N \approx 200 \div 500$).

На рис. 2.16 приведены примеры оценки фрактальной размерности подобия D_0 для одномерного массива. Первый рисунок 2.16а относится к одномерному массиву, образованному датчиком случайных чисел с размером 100000 точек. Для этого массива $D_0 = 0.999 \pm 0.002$, что очень близко к теоретической размерности линии равной 1. Фрактальная размерность временной компоненты массива t , равна $D_0 = 0.773 \pm 0.012$ (рис. 2.16 б). Это свидетельствует о том, что массив времен событий представляет фрактал. Погрешности определения фрактальной размерности определялась по методике, изложенной в монографии (Лукк А.А и др. 1996).

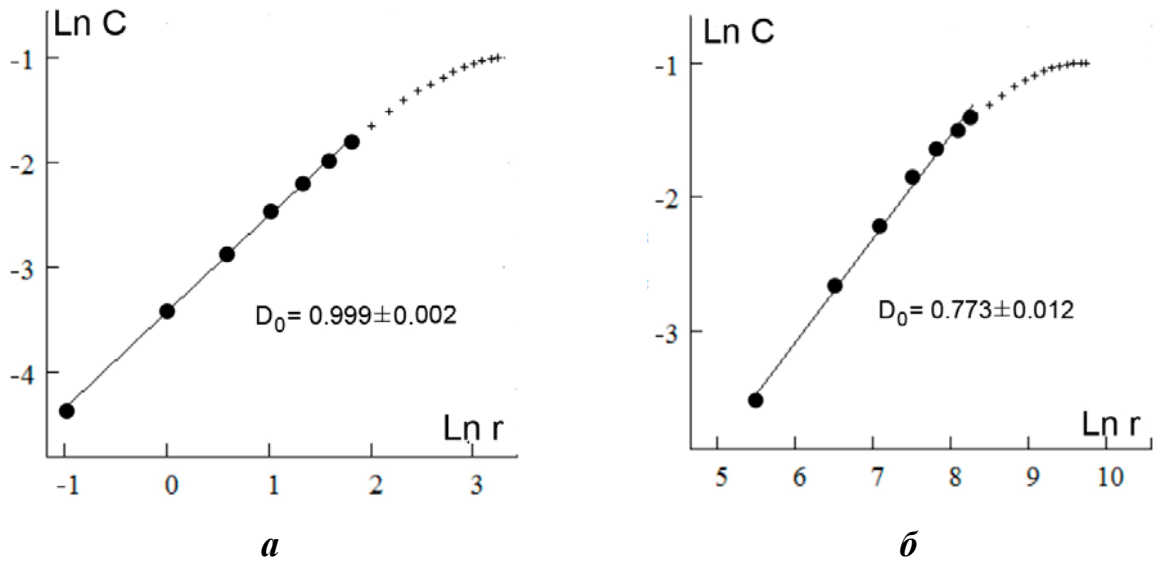


Рис. 2.16. Пример оценки фрактальных размерностей одномерного массива данных: *a*—случайное распределение точек на линии, *б*—по параметру t массива исследуемых битв и сражений.

Фрактальные особенности множества событий по параметрам H и U .

Методом кумулятивного корреляционного интеграла (ККИ) исследовались множества H и U . На рис. 2.17 представлены графики зависимости $\ln C(r)$ от $\ln r$, по которым определялись фрактальные размерности подобия D_0 .

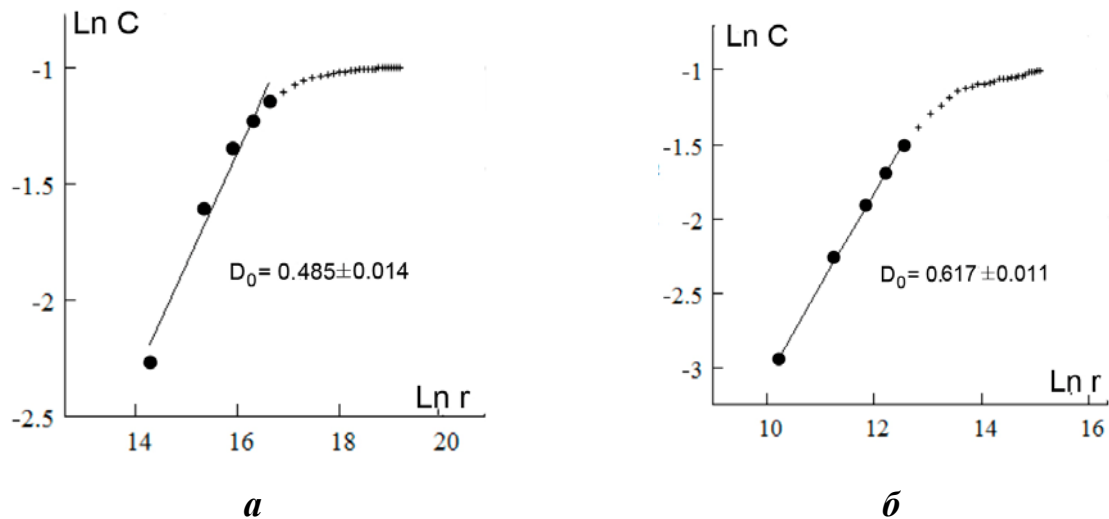


Рис. 2.17. Определения фрактальных размерностей D_0 по линейной части корреляционного интеграла для массивов H (а) и U (б).

Из графиков видно, что для массивов H и U фрактальные размерности далеки от целочисленных значений, их можно отнести к фрактальным множествам.

Фрактальные свойства временных рядов.

Временным рядом называется двумерное множество событий, одна из осей которых – время, другая ось – динамическая переменная. В нашем случае динамическими переменными являются величины H и U .

Анализ временных рядов различных природных процессов выявил много интересных особенностей (Федер 1991). Применим к исследуемым нами событиям один из методов анализа временных рядов, так называемый метод нормированного размаха, или метод Хёрста (Hurst, Blac, Simaike 1965, Федер 1991). Этот метод широко применяется при исследованиях различных физических, химических и других естественных процессов. Предпринимались попытки использовать этот метод для анализа динамики финансовых рынков (Петерс 2004).

Пусть ряд $Y(t_i)$ задан дискретной функцией от времени t_i . При расчетах принято относительное время, соответствующее порядковому номеру временных отсчетов $t_i = i$. На момент $t_i = \tau_i$ среднее значение ряда равно

$$\bar{Y}(\tau_i) = \frac{1}{\tau_i} \cdot \sum_{t=0}^{\tau_i} Y(t_i)$$

Для любого момента t сумма отклонений относительно текущего среднего равна

$$X(t, \tau) = \sum_{u=1}^t (Y(u) - Y(\tau_i))$$

Тогда «размах» записывается в виде

$$R(\tau_i) = \max_{0 \leq t \leq \tau_i} X(t, \tau_i) - \min_{0 \leq t \leq \tau_i} X(t, \tau_i)$$

«Размах» определяется как разность между максимальным и минимальным значениями суммы отклонений от текущего среднего значения.

Величина R/S – так называемый нормированный размах, где S – дисперсия величины R .

При анализе временных рядов, описывающих естественные процессы, обнаружена закономерность (Hurst at al. 1965), которая носит название закона Хёрста. В 60-годах XX столетия Харольд Хёрст установил, что для многих естественных временных рядов (изменение стока рек, уровень озер и рек, мощность илистых отложений, метеорологические данные, количество солнечных пятен и др.) величина R/S возрастает по степенному закону с увеличением длины ряда τ .

$$R/S = (\tau/2)^{H_0}, \text{ где } H_0\text{—постоянная Хёрста}$$

Замечательной особенностью закона Херста является то, что коэффициент Хёрста H_0 практически одинаков для самых различных естественных процессов и равен $H_0 = 0.73 \pm 0.09$ (Федер, 1991, рис.4.9). До сих пор разумного физического объяснения этому феномену нет. Смысл этого метода состоит в том, что по величине коэффициента Хёрста можно оценить тенденции развития динамики процесса во времени.

Если $H_0 = 0.5$, то изучаемый временной ряд имеет нормальное распределение Гаусса и предыдущие события не оказывают влияния на будущие, то есть все события не коррелированы.

Если $0 < H_0 < 0.5$, то происходит «возврат к среднему». То есть, последующее событие стремится быть противоположно предыдущему. При этом временной ряд сильно зашумлен.

Если $H_0 > 0.5$, то события не являются независимыми. Прошлые события оказывают влияние на будущие тем сильнее, чем дальше H_0 находится от значения 0.5. То есть, это не просто автокорреляция, а долговременная память, при которой последние события оказывают более сильное влияние, чем предыдущие (персистентность).

Интересно, что параметр Хёрста для исследуемых нами событий (рис. 2.18) равен $H_0 = 0.778 \pm 0.035$, который попадает в интервал значений эмпирического показателя Хёрста для естественных процессов ($0.64 \div 0.82$).

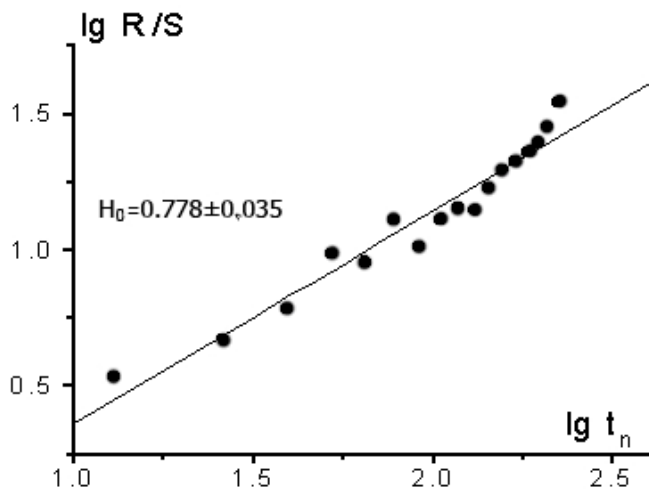


Рис. 2.18. Зависимость нормированного размаха R/S временного ряда исследуемых событий от условного времени t_n .

Это свидетельствует о том, что исследуемые экстремальные исторические события можно отнести к классу естественных природных процессов, в которых проявляется связь между прошедшими и настоящими событиями в виде «долговременной памяти».

На рис. 2.19 приведено сопоставление фрактальной размерности подобия D_0 (ступенчатая линия) с распределением параметра H (полые квадраты) по годам. Для визуализации графиков и качественного сравнения параметр H уменьшен в $w=2 \cdot 10^{-6}$ раз. Из графиков видно, что сильнейшие события (крупные черные кружки) связаны с уменьшением D_0 (отметки **a** и **b**). Эти точки соответствуют битвам при Берестечке 1651 г. и "Битва народов" – сражение под Лейпцигом 16-19 октября 1813 г. Как видно из графика сильнейшие события происходили при уменьшенной фрактальной размерности подобия D_0 . Перед большой битвой происходила серия малых. Следует заметить, что для некоторых естественных событий, в частности, для сейсмических процессов, перед сильным событием наблюдалось уменьшение фрактальной размерности временного ряда (см. Приложение 1 настоящей монографии) (Мухамедов и др. 1992).

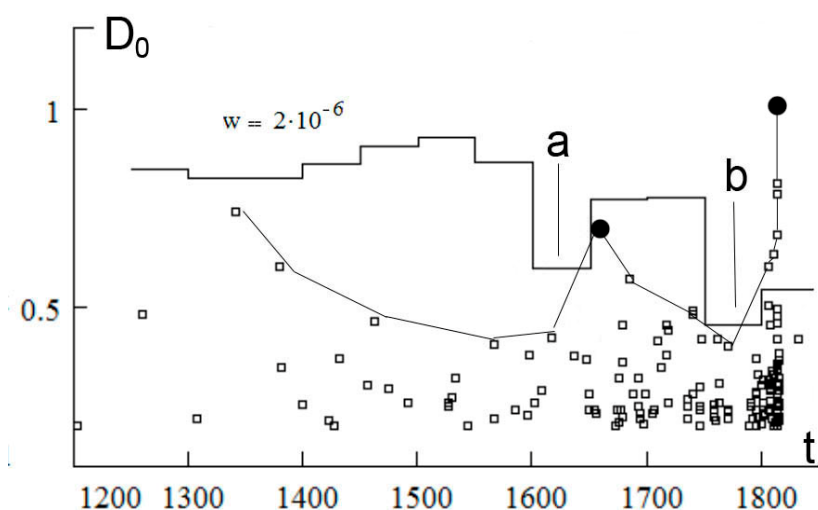


Рис. 2.19. Изменение со временем фрактальной размерности подобия D_0 и ее возможная связь с сильнейшими событиями. Ступенчатая линия – фрактальная размерность подобия D_0 , полые квадраты – распределение параметра H , непрерывная линия с максимумами (жирные кружки) – верхняя огибающая параметра H . Две жирные точки – экстремальные исторические события. Буквы **a** и **b** указывают на время минимумов D_0 .

Таким образом, множество экстремальных исторических событий – вооруженных конфликтов можно отнести к классу фрактальных естественных событий. Физическая природа фрактальных структур слабо изучена. Нет строгого объяснения фрактальных особенностей физических процессов и объектов с позиции фундаментальных физических принципов. Что касается множеств исторической природы, то здесь смысл этого феномена еще более неясен. Нам представляется, что его объяснение следует искать в механизме подготовки и реализации событий в нелинейных диссипативных динамических моделях.

2.5. Битвы и сражения как элементы дискретной нелинейной динамической системы

Нелинейные системы могут находиться в состоянии детерминированного (динамического) хаоса – особого состояния системы, занимающего промежуточное положение между классом упорядоченных детерминистских состояний и классом полностью стохастических состояний (Шустер 1988, Берже и др. 1991, Мун 1990).

В настоящее время обнаружено множество нелинейных диссипативных динамических систем, в которых проявляются признаки детерминированного хаоса. На эту тему опубликовано огромное количество работ. Здесь нет необходимости ссылаться на конкретные исследования. Автор, рекомендует ознакомиться с прекрасной книгой американских ученых (Каток, Хасселблат 1999).

Существуют способы, с помощью которых можно определять признаки детерминированного (динамического) хаоса в сложных динамических структурах. В теории динамических систем разработано несколько таких способов, основанных на особых свойствах динамики сложных систем с динамическим хаосом (Мун 1990).

Для анализа состояния исследуемой нами системы на предмет диагностики детерминированного хаоса применялись следующие методы: спектральный анализ, отображения Пуанкаре, анализ фрактальных размерностей в многомерных пространствах вложения.

Спектры Фурье иногда служат индикатором принадлежности процесса к тому или иному типу. Динамический (детерминированный) хаос внешне проявляется в сильной нерегулярности колебаний. Нерегулярность присуща также аperiodическим и стохастическим колебаниям. Внешне их невозможно отличить один от другого. Для регулярных колебаний с несколькими частотами спектр линейчатый и представляет набор пиковых частот. Сложный аperiodический сигнал также имеет линейчатый спектр с множеством пиков.

Стохастические колебания дают сплошной равномерный спектр. Для колебаний системы, находящейся в состоянии детерминированного хаоса, спектр сплошной быстро убывающий с увеличением частоты (Мун 1990, Шустер 1988). На рис.2.20 показан пример спектра Фурье для временной функции $U(t)$. Спектр рассчитывался следующим образом. Проводилась линейная интерполяция дискретной функции $U(t)$ с постоянным шагом дискретизации dt , таким образом, чтобы $[max(t)-min(t)]=2^n dt$. Затем для полученного массива рассчитывался амплитудный спектр S . Приведенный на рис. 2.20 спектр быстро убывает с

увеличением частоты. По всем признакам спектр этой функций подобен спектру колебаний с детерминированным хаосом.

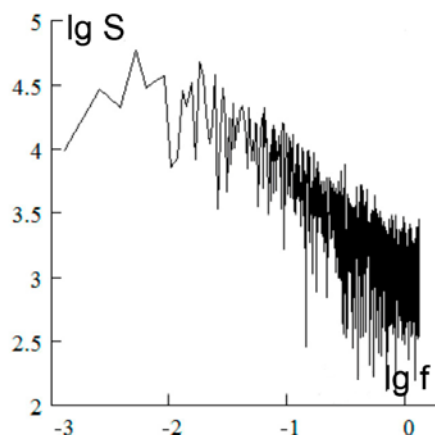


Рис. 2.20. Пример спектра $S(f)$ функции $U(t)$ (в билигарифмическом представлении).

Отображения Пуанкаре – один из методов определения характера колебаний динамической системы. Смысл этого метода состоит в следующем. Пусть имеется временной ряд дискретных величин $x_n \equiv x(t_n)$. Это выражение означает следующую временную выборку $[x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_N)]$. Можно записать следующее выражение $x_{n+1} = f(x_n)$ – простое детерминированное отображение этой выборки. Понятие отображения обобщается на большее число переменных.

Будем анализировать движение на фазовой плоскости $[\dot{x}(t), x(t)]$, где $x(t)$ – некоторая выборка, $\dot{x}(t)$ – производные по времени этой выборки. В состоянии динамического хаоса траектории заполняют некоторую область фазового пространства. Пусть $y_n \equiv \dot{x}(t)$ характеристики траектории в некоторые моменты времени $t_n \equiv (t_1, t_2, t_3, \dots)$. Тогда последовательность точек на фазовой плоскости может быть представлена двумерным отображением

$$x_{n+1} = f(x_n, y_n) \quad y_{n+1} = g(x_n, y_n) \quad (2.2)$$

Если выборка моментов времени t_n подчиняется определенному правилу, то отображение (2.2) называется отображением Пуанкаре. Точечные графики зависимости x_{n+1} от y_{n+1} называются сечениями Пуанкаре.

Для стохастических движений сечения Пуанкаре представляют неупорядоченные скопления точек. Периодические и аperiodические колебания представлены в сечениях Пуанкаре замкнутыми линиями или скоплениями точек. В случае детерминированного хаоса сечения Пуанкаре представляют сложные упорядоченные скопления точек, концентрирующиеся наподобие параллельных линий (Мун 1990). На рис. 2.21 показано сечение Пуанкаре для параметра U . Можно отметить упорядоченное скопление точек по некоторой траектории, что, возможно, диагностирует принадлежность массива $\{U\}$ к классу систем с детерминированным хаосом.

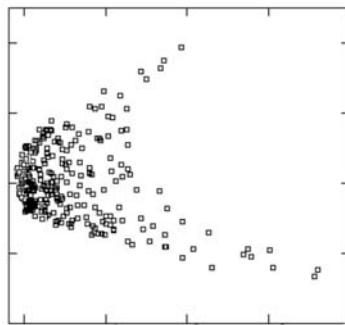


Рис. 2.21. Отображение Пуанкаре на трехмерной псевдофазовой траектории, образованной из массива $\{U\}$ (см. Пояснения в тексте).

Фрактальные размерности – наиболее «сильные» индикаторы детерминированного хаоса. Объектом детерминированного хаоса в нелинейной диссипативной системе является странный аттрактор. Поскольку странный аттрактор - фрактальный объект, он определяется фрактальными параметрами - фрактальными размерностями.

Для диагностики странного аттрактора в динамической системе и определения его фрактальной размерности существует способ пространств вложения (Шустер 1988; Лоскутов, Михайлов 1990). Как показал Ф.Тakens (Takens 1981), фрактальные свойства странного аттрактора в фазовом пространстве можно восстановить по временной последовательности одной составляющей. Два фазовых портрета, построенные в плоскостях (\dot{x}, x) и $(x, x + a)$ (a - некоторый сдвиг по оси x), топологически подобны и имеют одинаковые фрактальные размерности. Фазовые траектории в координатах $(x, x + a)$ отвечают

псевдофазовому пространству вложения размерности 2. Можно обобщить понятие псевдопространства вложения d -размерности и рассматривать фазовые портреты в координатах $(x, x+a, x+2a, \dots, x+(d-1)a)$. Размерность $d_0 < d$, начиная с которой фрактальная размерность D перестает изменяться, есть минимальная размерность вложения аттрактора, то есть наименьшая размерность пространства, содержащая весь аттрактор. Фрактальная размерность $D = D_a$, не меняющаяся при увеличении размерности пространства вложения d , называется фрактальной размерностью странного аттрактора. Таким образом, для диссипативных динамических систем с детерминированным хаосом при $d \rightarrow \infty$ $D \rightarrow D_a$. При отсутствии странного аттрактора (система полностью хаотическая) $D \approx c \cdot d$, где $c > 0$, фрактальная размерность неограниченно растет с увеличением размерности пространства вложения.

На рис. 2.22б показан график зависимости фрактальной размерности D_0 от размерности пространства (вернее, псевдопространства) вложения d для временных рядов $U(t)$ и $H(t)$. «Стремление» фрактальной размерности D_0 к асимптоте D_a (фрактальной размерности странного аттрактора) с увеличением размерности пространства вложения d служит признаком присутствия во временном ряде странного аттрактора. Зависимость $D_0(d)$ для случайной последовательности чисел показывает отсутствие странного аттрактора в этом множестве (рис. 2.22 а).

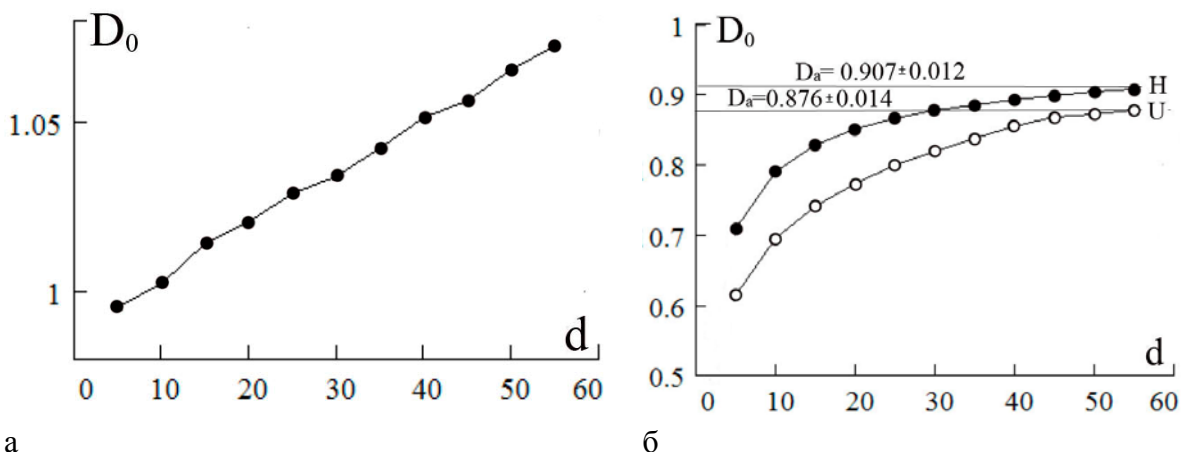


Рис.2.22. Зависимость фрактальной размерности подобия D_0 от размерности пространства вложения d для случайной последовательности чисел (а); последовательности H и U . (б)

Таким образом, еще один метод диагностики подтвердил принадлежность множества $\{U\}$ к семейству динамических систем с детерминированным хаосом.

Закономерности, представленные в настоящей главе, позволяют сделать следующие выводы. Множество битв и сражений с 13 по 20 вв. на территории Европы проявляет признаки сложной организованной фрактальной системы с признаками детерминированного хаоса.

Можно предположить, что происходившие битвы и сражения находились в сложной пространственно-временной взаимосвязи друг с другом. Если это так, то, возможно, таким же образом организован и социум, порождающий эти события, вне зависимости от этнических, государственных, конфессиональных и иных особенностей, которые, возможно, играют второстепенную роль в эволюции человеческого сообщества. Можно допустить, что социальное сообщество – является неотъемлемой частью земных естественных процессов, включая биосферу, со всеми их свойствами и тенденциями и выступает как единая нелинейная диссипативная динамическая система. Что является причиной этих свойств и тенденций? Самоорганизация или сложно организованный управляемый алгоритм поведения?! На этом, мы закончим описание свойств множества реальных экстремальных событий – битв и сражений войн Европы за 700-летний период с 13 по 20 век.

Следующая глава посвящена описанию математической динамической модели, в которой при определенных условиях возникают «особенности». Эти «особенности» (модельные события) интерпретируются в модели как аналоги реальных экстремальных исторических событий.

Во всех высших отраслях знания самая главная трудность состоит не в отыскании явлений, а в нахождении истинного метода, с помощью которого можно было бы установить законы явлений.

*Бокль Г.Т.,
историк*

Глава 3. Феноменологическая модель экстремальных исторических событий.

3.1. Принципы построения модели

В настоящее время математическое моделирование приобрело характер универсального метода исследования сложных процессов (Моисеев 1981). Можно назвать десятки научных дисциплин, которые с успехом пользуются этим методом: физика (Зарубин, Кувыркин 2008), химия (Кафаров, Глебов 2018), биология (Цетлин 1969), биофизика (Ризниченко 2016), медицина (Титомир, Кнеппо 1999), экономика (Коробов 2006), экология (Марчук 1982), социология, история (Малков 2009; Турчин 2010), лингвистика (Бонч-Осмоловская 2009) и др. Математические модели помогают не только описать и понять механизм процесса, но и играют роль прогностического инструмента.

Исторические математические модели, так или иначе, отображают различные стороны человеческого бытия: социальную, экономическую, демографическую, экологическую. Построение и изучение математических моделей процесса, объединяющие эти стороны приобретает, на наш взгляд, особенную ценность.

В главе 2 были представлены результаты анализа исследуемого множества экстремальных исторических событий—битв и сражений, произошедших на территории Европы за период с 13 по 20 век. Математическая обработка полученных множеств событий позволила обнаружить ряд интересных свойств и закономерностей.

Это побудило автора разработать количественную феноменологическую математическую модель, представляющую систему, в которой некоторая функция состояния при определенных условиях приобретала бы особые свойства,

интерпретируемые как дискретные события со свойствами адекватными свойствам и тенденциям реальных экстремальных исторических событий.

Опираясь на эту идею, автор, рискуя утомить читателя, рассуждает о том, какие логические и общефизические соображения можно использовать при разработке такой количественной модели.

Постараемся наметить пути выбора возможных моделей. Прежде всего, нужно оконтурить класс претендующих моделей. Автор полагает, что для этих целей подходит класс нелинейных диссипативных динамических моделей. Этими моделями и ограничим наш выбор.

Воспользуемся остроумным высказыванием А.Эйнштейна: ***«Делай просто, насколько возможно, но не проще этого».***

1. В соответствии с таким руководством модель должна представлять достаточно простую нелинейную диссипативную динамическую систему и описываться одним дифференциальным уравнением в частных производных. При составлении этого уравнения соблюдается принцип простоты: среди возможных уравнений целесообразно выбирать самое простое.

2. Количественно система определяется четырьмя величинами: одной динамической и тремя – кинематическими. Динамику, характеризующую состояние системы, представляет вещественная ненаблюдаемая скалярная функция, зависящая от трех величин: времени и двух пространственных координат.

3. Эволюционные уравнения должны быть асимметричны во времени, в силу необратимости времени. Пространство, в глобальном смысле, однородно и изотропно. Это свойство пространства накладывает ограничения на вид эволюционных уравнений: они должны быть симметричны по пространству. Простейшие уравнения с такими условиями – дифференциальные уравнения в частных производных с дифференциальными операторами по времени –первого порядка, по пространству – второго порядка. Такими простейшими уравнениями могут быть дифференциальные уравнения типа уравнения Фика (уравнение диффузии). Такой же вид имеет уравнение Фурье (уравнение теплопроводности).

4. В системе с отсутствием источника происходят диссипативные процессы, которые стремятся привести систему в вырожденное состояние. Чтобы избежать такого состояния, следует предположить наличие в системе положительного источника. Таким образом, динамика системы будет определяться двумя противоборствующими факторами – диссипацией и действием внутреннего положительного источника. Внутренний положительный источник приводит к увеличению динамической функции, диссипация стремится распределить эту величину по всему пространству.

5. Однако, при этих условиях возможны состояния, когда динамическая функция на бесконечно больших временах будет неограниченно возрастать, что логически недопустимо. Поэтому сделаем предположение, что динамическая функция существует только в определенном интервале с нижней и верхней границами. Для этого должен работать механизм, препятствующий выходу динамической функции за пределы допустимого верхнего предела. Причем, для простоты, на нижней границе присвоим нулевое значение.

6. Можно предложить следующий механизм. Допустим, динамическая функция достигает верхней границы интервала. Тогда в точке её касания происходит разрыв динамической функции, и она с теми же координатами принимает нулевое значение на нижней границе. Разрыв функции относится не только к точке касания, но и к ее окрестности. При этом ширина разрыва по координатам пропорциональна радиусам кривизн поверхности динамической функции, определенных в точке касания ее верхней границы. Таким образом, на поверхности динамической функции возникает «особенность» («яма»), которую можно интерпретировать как модельное «событие». Размеры «ям» зависят от конфигурации поверхности динамической функции. Объем этой «ямы» определяет параметры модельного события.

7. Процесс эволюции системы может быть разделен во времени на две фазы. Время подготовки события («медленное» время) и время реализации события («быстрое» время). Причем «медленное» время намного больше «быстрого» времени, отличающееся на несколько порядков. При этом под «временем

подготовки события» понимается время между двумя последовательными во времени событиями в одной малой области пространства. В «быстром» времени происходит мгновенный процесс разрыва. Система как бы «заморожена» во времени. В следующий момент времени система переходит в режим «медленного» времени.

Таковы общие соображения относительно выбора модели.

Перед тем как создавать модель, следуя этим соображениям, нужно выбрать простейший математический «язык», который бы соответствовал предложенной схеме. Это важно, поскольку от того, как соотносится математическая «оболочка» с содержанием модели, зависит уровень понимания задачи и, главное, возможности и пути ее решения.

Предложенные в пункте 3 дифференциальные уравнения типа уравнения Фика с предлагаемыми условиями будут нелинейными в силу разрывов динамической функции. Аналитическое решение таких уравнений вряд ли возможно, а конечно-разностными методами – весьма сложно. Поэтому, идя «по дороге простоты», можно воспользоваться более простым и доступным математическим «инструментом» – математикой клеточных автоматов.

Поскольку наша количественная модель построена на идеологии клеточных автоматов, уместно ее здесь кратко изложить.

3.2. Клеточные автоматы. Краткое описание.

Большинство процессов описывается сравнительно небольшим набором дифференциальных уравнений в частных производных. Только определенный класс задач допускает аналитическое решение уравнений. В ряде случаев решение дифференциальных уравнений приходится искать численными методами. При этом возникают сложные проблемы со сходимостью и устойчивостью разностных схем, аппроксимирующих эти уравнения.

Разработан ряд методов, позволяющих исследовать поведение сложных динамических систем, не приводящих к дифференциальным уравнениям. Одним из таких эффективных методов исследования является метод анализа сложных

динамических систем клеточными автоматами. Это, пожалуй, один из простейших математических «языков», позволяющих описывать сложные явления. Он позволяет наиболее просто переводить понятия с «языка» математики на «язык» ЭВМ.

Существует несколько определений понятия «клеточный автомат» (cellular automata). Одно из таких определений: **«клеточными автоматами принято называть сети из элементов, меняющих свое состояние в дискретные моменты времени по определенному закону в зависимости от того, каким было состояние самого элемента и его ближайших соседей по сети в предыдущий дискретный момент времени»** (Лоскутов, Михайлов 1990:190).

Клеточные автоматы изобретались несколько раз под разными названиями. Их можно найти в топологии, электротехнике и других научных дисциплинах. В современном понимании клеточные автоматы были предложены в конце 40-х годов 20-го столетия Джоном фон Нейманом (Нейман фон 1971). Независимо от него в это же время немецкий инженер Конрад Цузе использовал клеточные автоматы как инструмент для описания сложных динамических систем. Развитие теории клеточных автоматов проходило в двух направлениях: при исследовании поведения сложных динамических систем и в задачах анализа новых архитектур будущих ЭВМ. Последнее направление предполагает использовать теорию клеточных автоматов для конструирования ЭВМ, основанных на технологии параллельных вычислений (Канторович, Фет 1986).

Применение клеточных автоматов при исследовании различных процессов оказалось очень эффективным. **«Клеточные автоматы дают полезные модели для многих исследований в естественных науках, они, в частности, представляют естественный путь изучения эволюции больших систем»** (Тоффоли, Марголус 1991:9). Клеточные автоматы используются при моделировании таких сложных процессов как диффузия в сложных системах, физико-химические реакции, анализ систем с детерминированным хаосом, процессы самоорганизации, гидродинамические, магнитогидродинамические и турбулентные течения и т.д. Клеточные автоматы используются при имитации

сложных биофизических процессов. В настоящее время клеточные автоматы применяются при построении огромного количества самых разнообразных явлений и процессов – от квантовых до социальных (Minsky 1982, Беркович 1993, Wolfram 1984, 2002). Прекрасный обзор состояния исследований по клеточным автоматам содержится в статье (Бандман 2005).

Модель динамической системы, описываемая одномерным клеточным автоматом, представляет некоторый набор дискретных ячеек (клеток). Все клетки упорядочены и пронумерованы. Состояние каждой i -й клетки в дискретный момент времени j определяется некоторой переменной $a_{i,j}$. Эта переменная может быть целым, действительным или комплексным числом, интервальным числом, либо представлять компоненты вектора, тензора. Одно из основных условий теории клеточных автоматов – каждая ячейка содержит конечное количество информации. Состояние системы задается правилами перехода из состояния со временем j в состояние с временем $j+1$. Во-первых, эти правила одинаковы для всех ячеек и для любого момента времени. Во-вторых, правила перехода заданы только для соседних ячеек относительно заданной. В таком определении клеточные автоматы могут описывать только системы с локальным взаимодействием между элементами. Это пример клеточного автомата с близкодействием.

Возможны клеточные автоматы с дальнодействием. В дальнодействующих моделях учитывается влияние более удаленных ячеек. Описанная схема определяет клеточный автомат, не обладающий «памятью». Клеточные автоматы с «памятью» можно получить, задавая функцию состояния клетки, зависящую от состояния клеток в предшествующие $j-n$ моменты времени ($n > 1$). Клеточные автоматы могут быть детерминированными и стохастическими. В первом случае правила перехода состояния клетки с j -го на $j+1$ -й временной уровень описываются детерминистскими соотношениями, во втором случае – вероятностными. Обычно применяются регулярные клеточные автоматы – сети, заданные в узлах правильной (регулярной) решетки. Кроме задания правила связи между ближайшими соседями, необходимо определить понятие ближайшего

соседа (для клеточных автоматов с близкодействием и размерностью пространства более 1). Для моделей с дальнодействием вводится понятие радиуса дальнодействия.

Перейдем теперь к описанию процедуры построения математической модели, основанной на высказанных предположениях. Ранее предложенная идея была реализована автором для одномерной клеточно-автоматной модели (Кульчицкий 2007).

3.3. Основные положения исследуемой модели. Алгоритм расчета параметров модельных событий в двумерной клеточно-автоматной модели.

Исходя из интуитивных соображений, изложенных в п.3.1, сформулируем ряд гипотез, которые будут составлять основу предлагаемой феноменологической двумерной модели.

Гипотеза 1. Модель представляет двумерную регулярную «сеть», состоящую из квадратных ячеек (рис.3.1). Каждая ячейка характеризуется двумя целыми положительными числами (i,j) , где $i=1..N$, $j=1..L$, где индексу i соответствует ось x , индексу j – ось y . Далее, будем называть совокупность этих чисел «клеточно-автоматным пространством». Предполагается ортогональная система координат. В модели определено клеточно-автоматное «время» k , принимающее целые положительные значения $k=1..M$. Состояние ячеек описывается положительной действительной функцией $\Omega_{i,j,k}$, которую будем называть «*функцией состояния системы*».

Динамика системы определяется взаимодействием ячеек, изображенных на рис.3.1 серыми квадратами. В таком представлении область определения клеточно-автоматного пространства: $i=2..N-1$, $j=2..L-1$. По контуру клеточно-автоматного пространства $(i=1, j=1..L)$, $(i=1..N, j=L)$, $(i=N, j=1..L)$, $(i=1..N, j=L)$ заданы граничные условия.

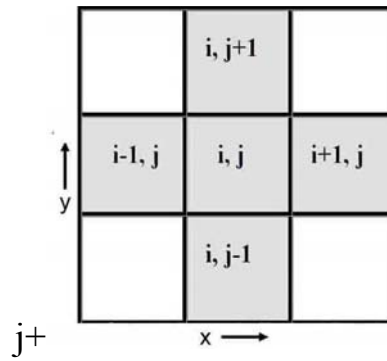


Рис. 3.1. Схема взаимодействия ячеек в двумерной клеточно-автоматной модели.

Гипотеза 2. Величина $\Omega_{i,j,k}$ задана в некотором интервале значений $[\Omega_{m_{i,j}}, \Omega_{0_{i,j}}]$, где $\Omega_{m_{i,j}} > 0$ – верхняя и $\Omega_{0_{i,j}} = 0$ – нижняя границы – функции, не зависящие от времени.

Гипотеза 3. Динамическая система, описываемая предлагаемой клеточно-автоматной моделью, находится с одним из двух временных режимов: «медленном» и «быстром».

В «медленном» временном режиме состояние системы определяется локальным взаимодействием соседних ячеек по следующему правилу (детерминированная модель с близкодействием)

$$\Omega_{i,j,k+1} = \Omega_{i,j,k} + \lambda_{i,j,k} (\Omega_{i-1,j,k} + \Omega_{i+1,j,k} + \Omega_{i,j-1,k} + \Omega_{i,j+1,k} - 4\Omega_{i,j,k}) + g_{i,j,k} \quad (3.1)$$

где $\lambda_{i,j,k}$ – параметр диссипации и $g_{i,j,k}$ – параметр, характеризующий внутренний источник. Параметры $\lambda_{i,j,k}$, $g_{i,j,k}$ вещественные положительные величины. Выражение (3.1) удовлетворяет всем перечисленным ранее условиям: простоты, симметричности относительно осей x , y и асимметричности во времени.

Процесс в «медленном» времени определяет поведение системы, в которой функция состояния системы зависит от времени. Эта есть стадия развития процесса в интервале между двумя граничными поверхностями

$\Omega_{0_{i,j}}$ и $\Omega_{m_{i,j}}$,

Гипотеза 4. Процесс в быстром временном режиме возникает при условии $\Omega_{i_0,j_0,k_0} \geq \Omega_{m_{i_0,j_0}}$ (3.2)

(функция состояния системы достигает верхней границы). Здесь Ω_{i_0,j_0,k_0} – функция состояния в (i_0, j_0) - ячейке в момент времени k_0 . $\Omega_{m_{i_0,j_0}}$ – значение функции на верхней границе в ячейке i_0, j_0 . В силу условия (3.2) в (i_0, j_0) -ячейке

в момент времени $k\theta$ происходит мгновенное уменьшение функции состояния до уровня $\Omega_{i_0,j_0} = 0$. При этом в окрестности ячейки (i_0,j_0) на поверхности Ω_{i,j,k_0} возникает «яма», размер которой пропорционален радиусам кривизн в точке (i_0,j_0) поверхности $\Omega_{i,j,k}$ по направлениям x и y . На дне «ямы» $\Omega_{i,j,k_0} = 0$ (рис. 3.2 б). После этого при $k > k_0 + 1$ процесс переходит в режим «медленного» времени, в результате которого образовавшаяся «яма» в следующие моменты времени «затягивается» поверхностью Ω (рис. 3.2 в,г).

Назовем процесс образования «ямы» в режиме «быстрого» времени – **модельным событием**, а объём «ямы» $Y = (ad) \cdot (ae) \cdot (af)$ – будет ее количественной характеристикой (рис.3.2б).

Параметры модели $\lambda, g, \Omega t$ назовем **управляющими характеристиками модели**. При некоторых комбинациях характеристик модели $\lambda_{i,j,k}, g_{i,j,k}$, при заданных начальных и граничных условиях может быть реализовано такое состояние системы, когда в течение длительного времени выполняются чередования долговременных и кратковременных стадий, в ходе которых происходит генерация модельных событий. Назовем такое состояние системы **динамически равновесным состоянием**. В дальнейшем, исследование будет проводиться только для систем, находящихся в динамически равновесном состоянии.

Таким образом, может быть создан каталог модельных событий, в котором для каждого события определены четыре параметра: клеточно-автоматные координаты (x,y) , время t и параметр Y . Функция состояния Ω и функции $\Omega\theta$ и Ωt , не имеют конкретного смысла. Параметр Y предполагается адекватным реальному параметру U -количеству убитых в сражении. Основной особенностью предложенного механизма генерации модельных событий является основная идея: **характер реализации событий определяется всей предысторией системы.** В самом деле, форма поверхности Ω несет в себе долговременную «память» о всех предыдущих реализованных модельных событиях.

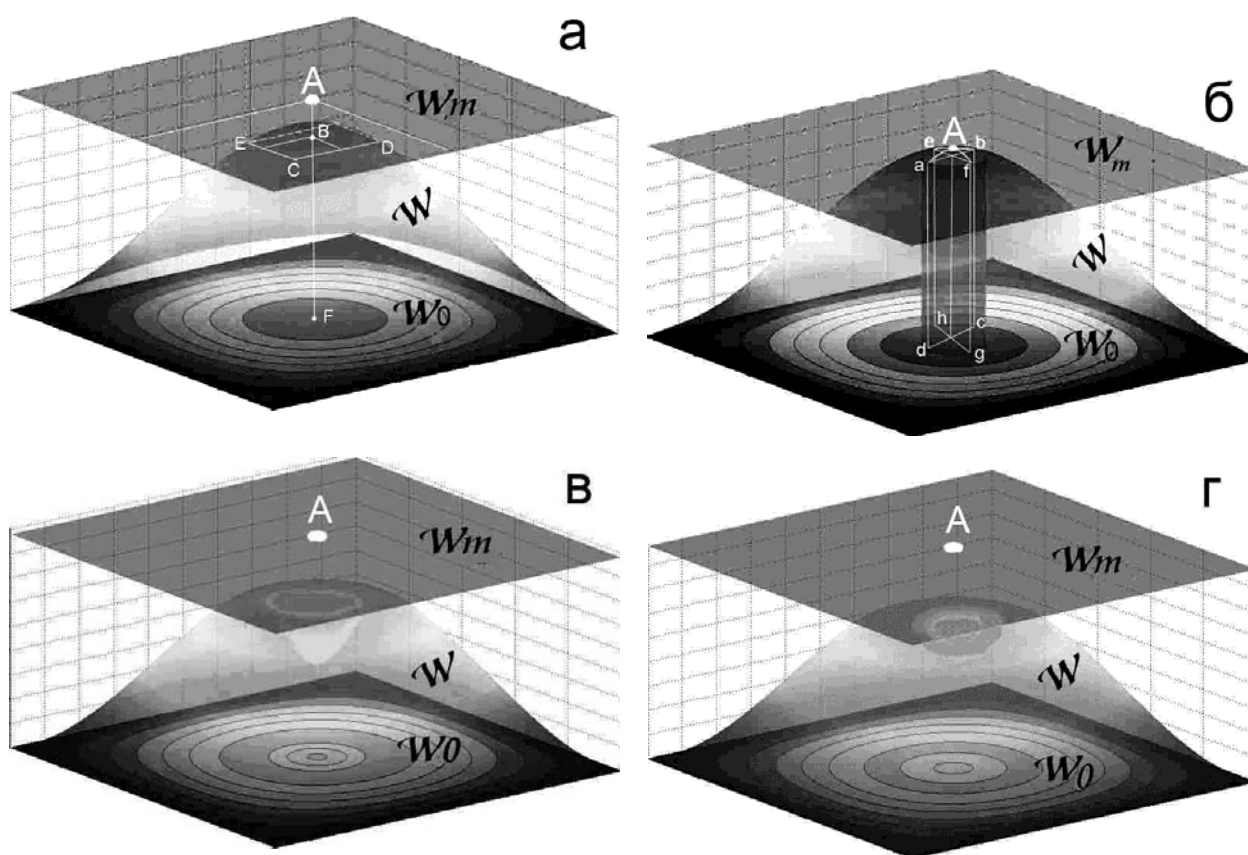


Рис. 3.2. Схема процесса образования модельного события в двумерной модели. а – момент перед началом «события» ($k=k_0-1$); б – момент образования разрыва поверхности Ω ($k=k_0$); в, г – моменты «залечивания» разрыва ($k=k_0+1$, $k=k_0+2$). А – точка касания Ω поверхности Ω_m .

3.4. Схема расчетов в модели и исходные данные.

Алгоритм расчетов основных параметров модельных событий в общих чертах изложен при описании модели (п.3.3). Основу алгоритма составляет итерационное выражение (3.1) с заданными характеристиками модели λ , g , Ω_m , Ω_0 , стартовой функцией $\Omega_{i,j,1}$ и граничными условиями $\Omega_{i,1,k}$, $\Omega_{l,j,k}$, $\Omega_{N,j,k}$, $\Omega_{i,L,k}$. Условие (3.2) – «переключатель» из состояния «медленного» времени в режим «быстрого» времени.

Выбор характеристик модели произвольный. Эти характеристики представлены следующим образом.

1. **Граничные условия** принимались равными нулю по периметру "x,y-пространства" $\Omega_{i,1,k} = \Omega_{l,j,k} = \Omega_{N,j,k} = \Omega_{i,L,k} = 0$.

2. **Стартовые (начальные) условия** $\Omega_{i,j,1}$ заданы в виде суммы синусоид, таким образом, чтобы выполнялись граничные условия.

На рис.3.3 представлен пример разреза на координате $j=300$ в вертикальной плоскости заданной стартовой функции $\Omega_{i,j,1}$.

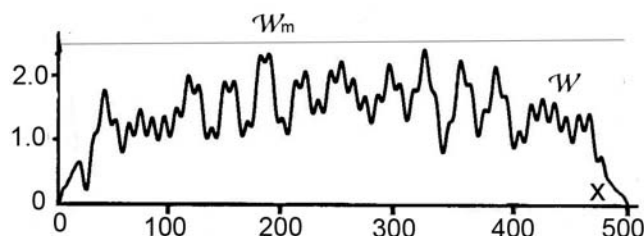


Рис. 3.3. Пример стартовой функции $\Omega_{i,j,1}$ – разрез по оси x

3. Выбор **источника** $g_{i,j,k}$ определялся идеей, восходящей к Т.Мальтусу (Мальтус 1868). Источником может быть рост народонаселения с течением времени, что в пределах рассматриваемого исторического времени XIII–XIX вв. представляется достаточно правдоподобным. В соответствии с этим, для модели принималась простая формула гиперболического типа, подобная эмпирической закономерности С.Хорнера $n=C_0/(t_0-t)$ (Hoerner 1975), где: $t_0=2026.87$, n – количество населения в заданный момент времени t . Эта простая формула хорошо описывает рост народонаселения Европы в течение длительного времени (см. главу 2 рис.2.4).

4. **Величина диссипации** задана постоянной $\lambda_{i,j,k}=const$.

5. **Поверхность Ωt** задавалась в виде горизонтальной плоскости. Размер клеточно-автоматного «пространства» составлял $N=500$, $L=500$, количество точек клеточно-автоматного времени $M=2500000$.

Эта схема вычислений положена в основу специальной программы, составленной автором на алгоритмическом языке системы MATLAB (Matrix Laboratory).

Программа позволяет в ручном режиме управления задавать следующие начальные (входные) данные;

1. количество шагов по времени M ;

2. количество шагов по «пространству» N, L ;
3. Стартовые данные (начальные данные) $\Omega_{i,j,1}$
4. Граничные условия $\Omega_{i,1,k}, \Omega_{1,j,k}, \Omega_{N,j,k}, \Omega_{i,L,k}$
5. Функции источника $g_{i,j,k}$ и диссипации $\lambda_{i,j,k}$

На выходе представлены следующие функции

При необходимости

- 1а. Таблица функции $\Omega_{X,Y,k}$ в заданной ячейке на осях X, Y ;
- 2а. Таблицу функции $\Omega_{i,j,K}$ в любой заданный момент времени $k=K$.
- 3а. Предусмотрен режим формирования файла данных $\Omega_{i,j,T}$ для любого момента времени $t=T$ и возобновления счета с момента $t=T+1$.

В процессе счета на экран монитора в он-лайн режиме выводится текущее время счета и перемещение расчетных событий на плоскости (x,y) . (рис.3.4)

Все результаты расчетов выводятся в файлы (формат ASCII) в виде таблиц исходных данных, промежуточных результатов 1а, 2а, 3а (при необходимости) и каталога расчетных модельных событий (рис. 3.5). Программа оснащена удобным и простым дизайном.

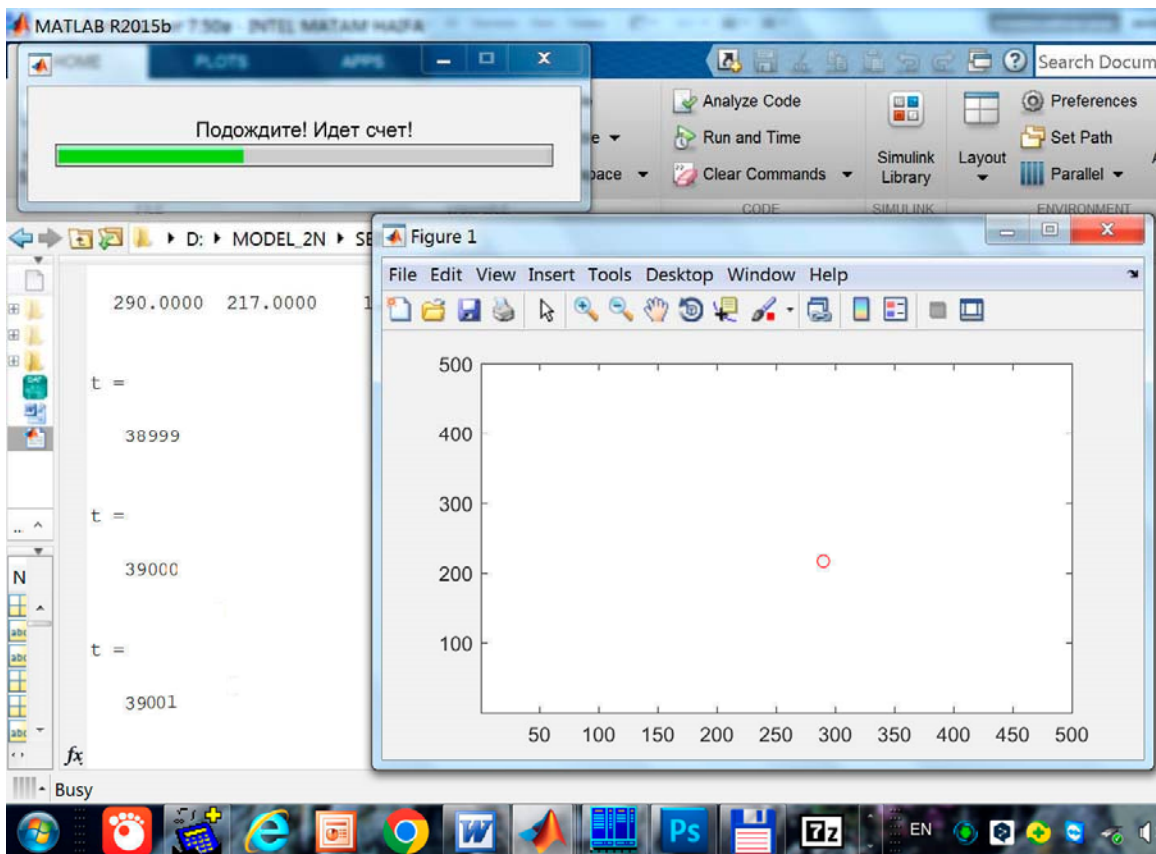


Рис. 3.4. Фрагмент момента работы программы. Слева t –фиксация времени, выше –фиксация координат модельного события x,y , На Figure1– положение зафиксированного события на плоскости x,y .

```

8c_out — Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка

файл 8c_out.dat
Начальное время 20000
Конечное время 50000
Стартовые условия: start_8c.dat
Граничные условия: W(i,1,k)=0; W(1,j,k)=0; W(N,j,k)=0; W(i,L,k)=0.
Верхняя граничная поверхность: W_max_8c.dat
Длина площадки (X) N=500
Ширина площадки (Y) L=500
Параметр диссипации 0.025
Источник: 1st_8c.dat

Время      X      Y      Параметр U
20022      171     80     59.8378
20031      101     88     57.1179
20051      111     78     5.4398
20066      254     321    43.5184
20087      214     224    57.1179
20132      277     160    46.2383
20193      256     113    62.5577
20234      148     185    57.1179
20313      261     142    65.2776
20383      158     191    35.3587
20517      349     276    54.398
20594      122     121    46.2383
20619      405     300    40.7985
20641      225     203     8.1597
20667      266     260    38.0786
20738      252     343    48.9582
20754      410     292    46.2383
20777      290     281    62.5577
20795      332     374    40.7985
20816      379     287    40.7985
20833      272     74     46.2383

```

Рис. 3.5. Фрагмент файла результатов расчетов параметров модельных событий.

Из рис.3.6 видно, что каталог событий начинается с отсчета времени 20022 единиц. Дело в том, что на самом деле счет начинается с нулевого времени, то есть времени задания начальных условий. Опыт эксплуатации программы показал, что на временах меньших 20000 распределение модельных событий сильно зависит от начальных условий и лишь примерно с времени более 20000 эта зависимость практически исчезает. Поэтому фрагмент расчетов на времени меньшем 20000 автоматически отбрасывается.

Исследование областей определения характеристик системы, обеспечивающих равновесное состояние – сложная и трудно решаемая задача. Поэтому был выбран простой путь перебора управляющих характеристик модели, при которых реализуются равновесные состояния системы. Точнее говоря, исследовались такие состояния, когда генерировались модельные события на достаточно длинных выбранных временных интервалах.

В процессе перебора была произведена оценка интервала значений управляющих характеристик модели, которые играют определяющую роль в обеспечении равновесного состояния системы. Конечно, такой подход сильно сужает возможность исследования. Тем не менее, даже при таких узких диапазонах значений управляющих характеристик, открывается широкий простор для изучения свойств модели.

При составлении настоящей монографии не ставилась задача исследования свойств самой модели. Это отдельный интересное исследование, выходящее за пределы настоящей работы. Нас интересовали только особенности множества модельных событий. Всего в процессе численного эксперимента рассчитано 35 каталогов. Каталоги различаются стартовыми (начальными) условиями $\Omega_{i,j,l}$ (20 каталогов) и параметром g (15 каталогов). Количество событий в каталогах варьирует в пределах от 5000 до 30000.

Следующий шаг – анализ и сопоставление закономерностей, наблюдаемых в реальных исторических экстремальных событиях и полученных в численном эксперименте. Это сопоставление будет проведено в следующей четвертой главе.

Познание не может расцвести из голой эмпирии. Такой расцвет возможен только из сравнения того, что придумано с тем, что наблюдается.

А.Эйнштейн

Глава 4. Результаты численного эксперимента. Сопоставление с реальными свойствами экстремальных исторических событий.

Исследование модели какого-либо процесса без сопоставления с реальностью не представляет существенной ценности. Построив модель, мы, прежде всего, должны задать вопрос: правильно ли модель отображает реальные процессы, насколько модель близка к реальности.

Мы будем следовать интуитивному представлению близости модели к реальности, которое заключается в разумном требовании: модель должна хотя бы качественно повторять основные закономерности, наблюдаемые в исследуемом классе реальных событий. Только тогда имеет смысл говорить о ценности модели. В соответствии с этим требованием, изложение в настоящей главе подчинено определенной методике—сравнению тенденций и зависимостей для однотипных параметров реальности и модели.

Под однотипностью понимается предполагаемое сходство параметров реальных событий параметрам модельных событий. Такими адекватными параметрами реальных и модельных событий могут быть, пространственно-временные величины и динамические параметры: для реальных событий U , для модельных — Y . (см. главы 2 и 3)

В процессе изложения для ясности понимания придется повторять иллюстрации главы 2. Шрифты на рисунках представлены в Windows 7: для реальных событий -Areal, для модельных событий—Mathematica5.

Чтобы не перегружать монографию и не утомлять читателя однотипной графической информацией, приведены зависимости для произвольно выбранного

модельного каталога. Все описанные тенденции относятся и к остальным тридцати четырем рассчитанным каталогам модельных событий.

4.1. Статистические свойства множества вооруженных столкновений и модельных событий

Распределения промежутков времен dt и расстояний R между последовательными событиями (реальными a и модельными b) показаны на рис. 4.1 и 4.2. Для реальных и модельных событий одинаков характер зависимостей – уменьшение логарифма количества событий N с увеличением dt и R .

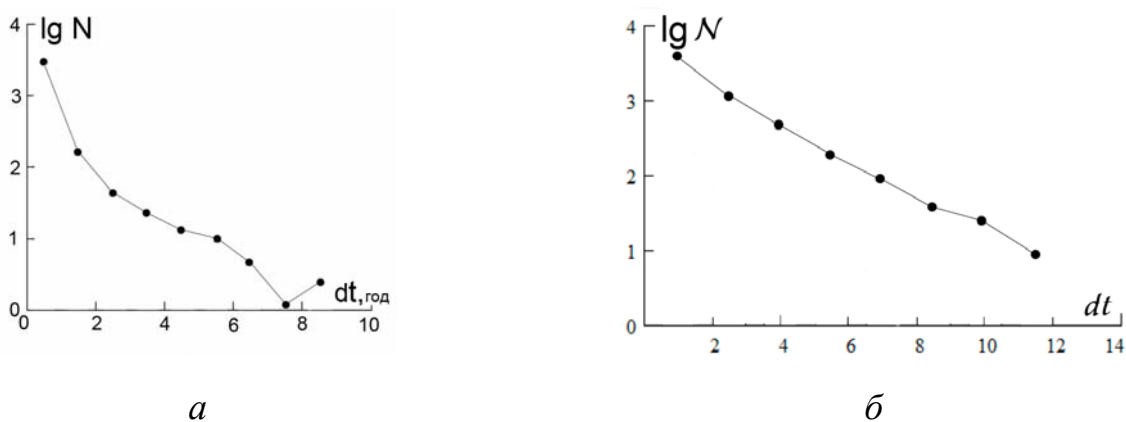


Рис. 4.1. Зависимость логарифма суммарного количества реальных событий от промежутков времен между последовательными событиями (а). Те же параметры – для модельных событий (б).

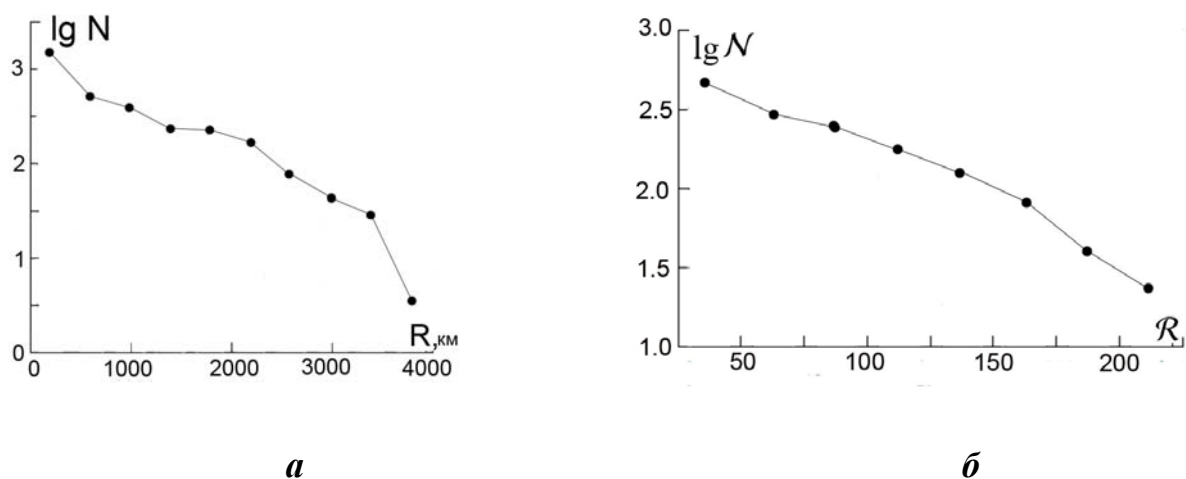
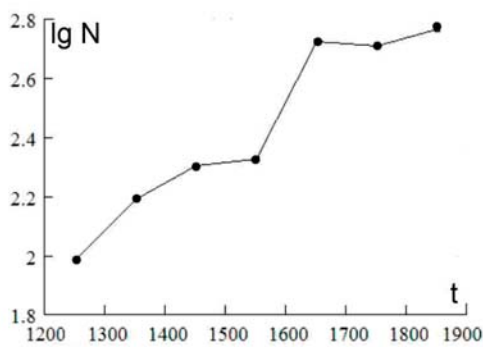
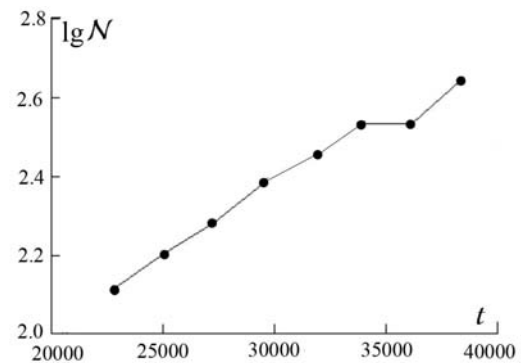


Рис. 4.2. Зависимость логарифма суммарного количества реальных событий от промежутков расстояний между последовательными событиями (а). Те же параметры для модельных событий (б).

Распределение во времени реальных и модельных событий показано на рис.4.3. Логарифм потока событий (логарифм количества событий в единицу времени) почти линейно увеличивается со временем. График рис. 4.3б построен по такому же принципу, как и 4.3а, (см. рис.2.2, глава 2 и его описание). Из графиков видно качественное подобие построенных зависимостей.



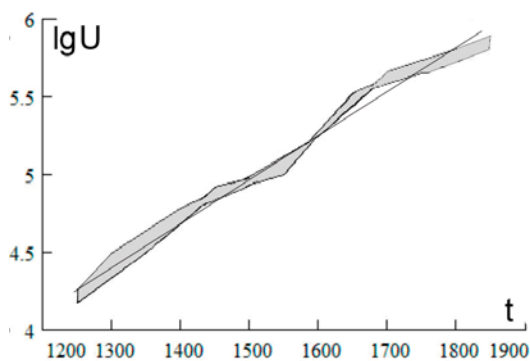
a



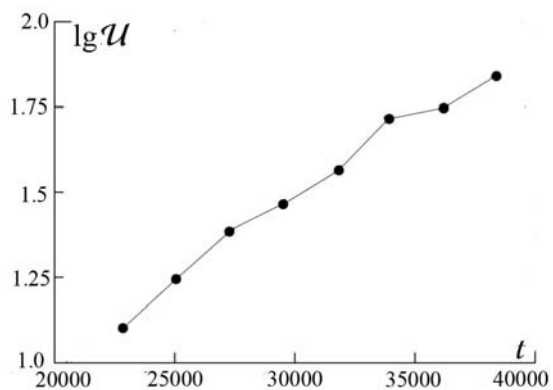
б

Рис. 4.3. Зависимость от времени t логарифма суммарного количества битов N по столетиям (*a*) и модельных событий (*б*).

Такая же тенденция справедлива и для параметров U и Y (рис.4.4).



a



б

Рис. 4.4. Зависимость от времени t логарифмов суммарных параметров U для реальных (*a*) и модельных событий Y (*б*).

Зависимости рис.4.1-4.4 можно объяснить следующим образом. Так как за 700 лет наблюдался гиперболический рост народонаселения (см. главу2 рис. 2.4), увеличивалось количество войн за столетия. Это, в свою очередь, сокращало

времена между войнами. Все эти особенности пропорционально отражались на количестве битв и количестве погибших. Такая же тенденция проявилась и на расстояниях между битвами. При постоянной площади Европы при увеличении количества войн аналогично уменьшались расстояния между битвами. Для модельных событий по гиперболической схеме работал внутренний источник (см. главу 3, зависимость Хорнера). Поэтому зависимости реальных и модельных событий подобны.

На рис.4.5 представлено два графика зависимостей кумулятивных количеств реальных (рис.4.5а) и модельных (рис. 4.5 б) событий по выборкам параметров N и N . Тенденция зависимостей для реальных и модельных событий по параметрам U и Y одинакова. Методика построения графиков приведена в главе 2.

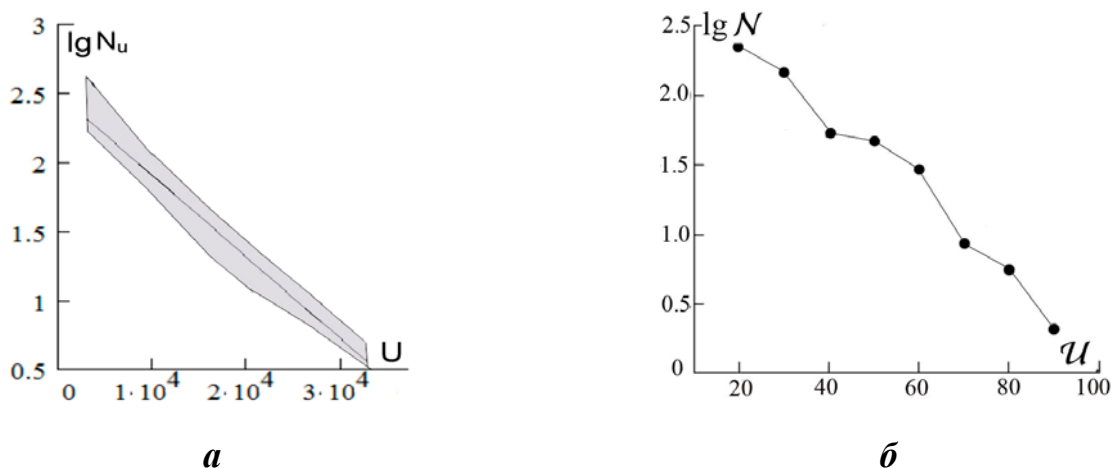


Рис. 4.5. Кумулятивные распределения количества битв по параметру U (а) и количества модельных событий по параметру Y (б).

4.2. Особенности экстремальных и средних параметров множества реальных и модельных событий.

В настоящем параграфе сопоставлялись особенности экстремальных и средних значений параметров реальных и модельных событий. Для максимальных промежутков времен между последовательными реальными и модельными событиями одного ранга U и Y наблюдается одна и та же тенденция:

логлинейное увеличение максимальных промежутков времен с возрастанием параметра ранга (рис.4.6). Такая же тенденция имеет место и для средних значений этих параметров (рис. 4.7).

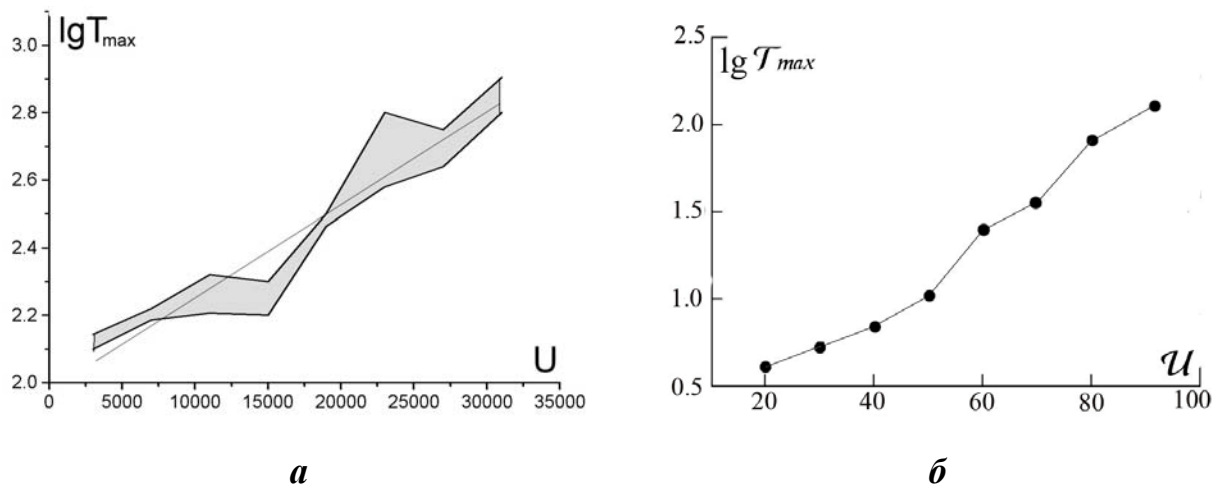


Рис. 4.6. Зависимость максимальных промежутков времен T_{max} от U (реальные события) (а) и $T_{\mu\alpha\xi}$ от Y (модельные события) (б).

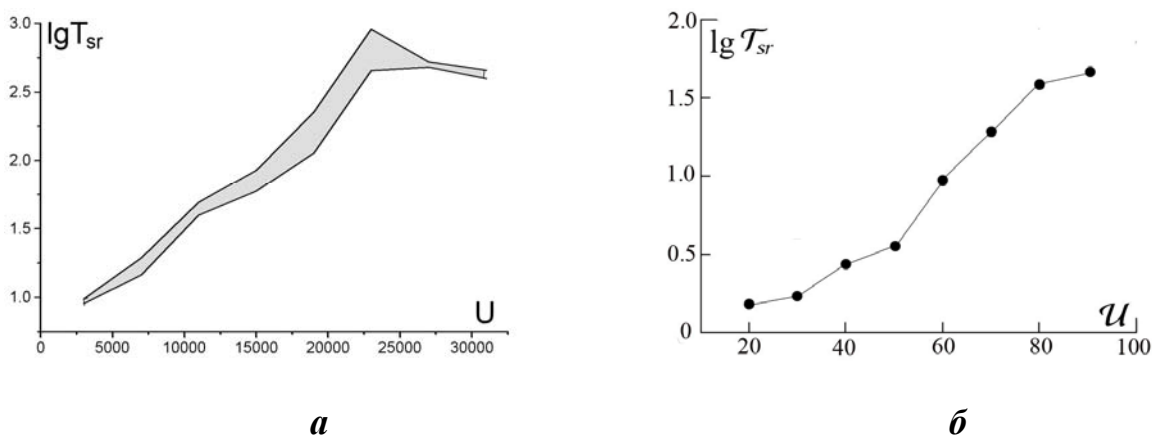
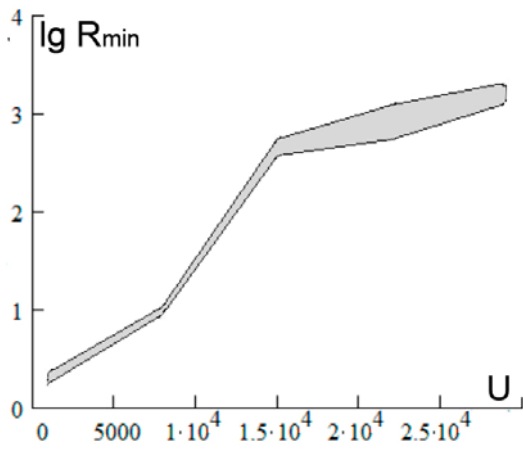
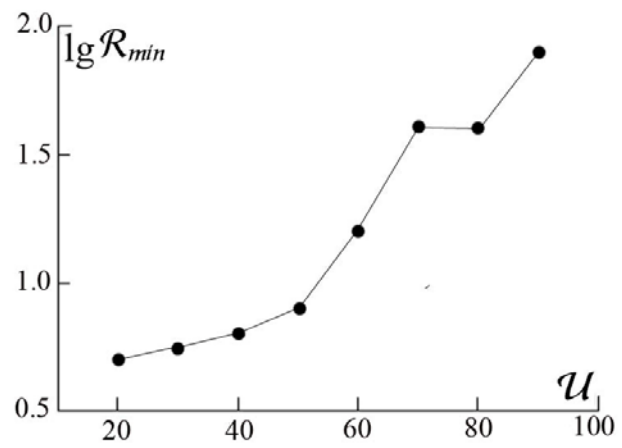


Рис. 4.7. Зависимость средних промежутков времен T_{sr} от U (реальные события)(а), модельные события $T_{\sigma p}$ от Y (б).

Для минимальных R_{min} , $P_{\mu\nu}$ и средних расстояний R_{sr} , $P_{\sigma p}$ между событиями одного ранга U и Y (б) также заметна тенденция увеличения этих расстояний (рис.4.8, 4.9).

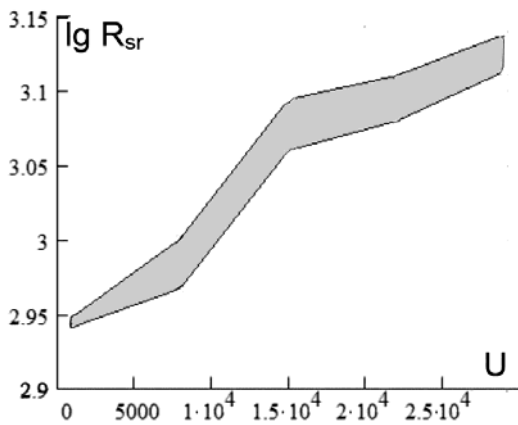


a

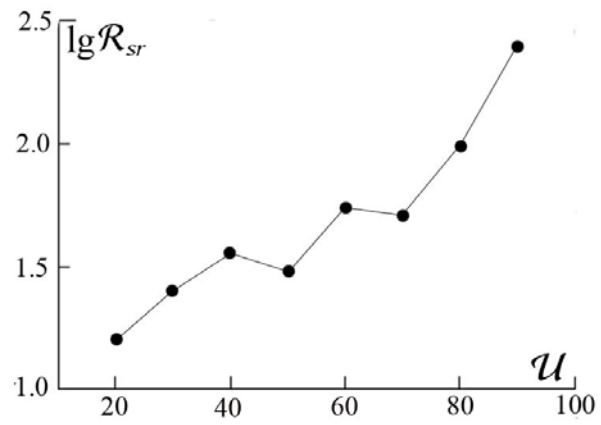


б

Рис. 4.8. Зависимость от параметра U минимальных расстояний R_{min} между последовательными битами (*a*), для модельных событий (*б*).



a

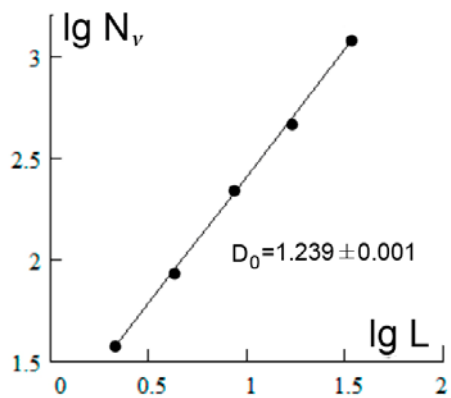


б

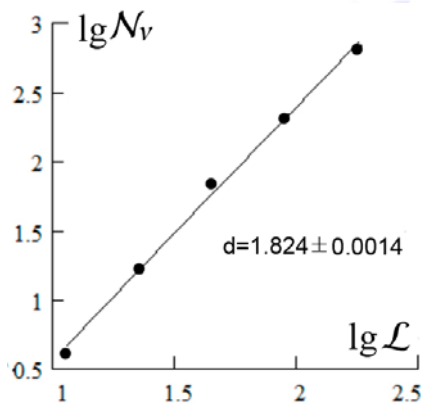
Рис. 4.9. Зависимость от параметра U средних расстояний R_{sr} между битами (*a*), для модельных событий (*б*).

4.3. Фрактальные свойства множества реальных и модельных событий.

Массивы реальных и модельных событий по координатам имеют фрактальную структуру. Фрактальные размерности составляют $D_0=1.239$ для реальных и $D_0=1.824$ для модельных событий (рис.4.10 а, б).



a



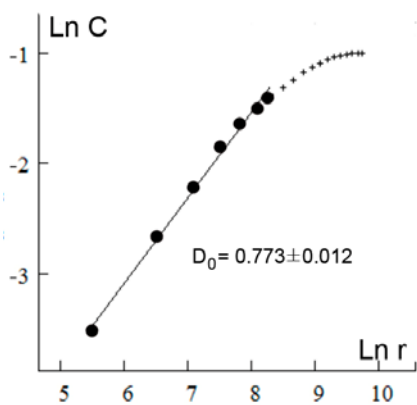
б

Рис. 4.10. Пример оценки фрактальных размерностей массива битв по координатам φ, λ (а);

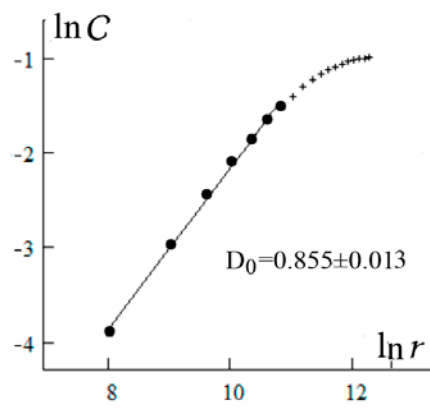
Методика оценки фрактальных размерностей по параметрам x, y для массива модельных событий (*б*) такая же, как и для реальных событий (см. главу 2).

Для временных компонент фрактальные размерности составляют $D_0=0.773$ (реальные события) и $D_0=0.855$ (модельные события) (рис. 4.11 а, б). Описание методики определения фрактальной размерности подобия по корреляционному интегралу дано в главе 2.

Таким образом, множества реальных и модельных событий проявляют фрактальные свойства. Простого объяснения таких свойств реальных и модельных событий автор не видит.



a



б

Рис. 4.11. Определение корреляционной фрактальной размерности D_0 по линейной части корреляционного интеграла для временных массивов битв (а) и модельных событий (б).

4.4. Диагностика детерминированного хаоса в экстремальных исторических и модельных событиях

В главе 2 рассматривались свойства реальных событий (битв и сражений) с позиций диагностики странного аттрактора, что является признаком принадлежности множества к детерминированным хаотическим системам. На рис.4.12 показаны графики спектров в билогарифмическом представлении для реальных (а) и модельных событий (б). Быстрый спад спектральных амплитуд при увеличении частоты для реальных и модельных событий, возможно, свидетельствуют о наличии детерминированного хаоса в сравниваемых множествах.

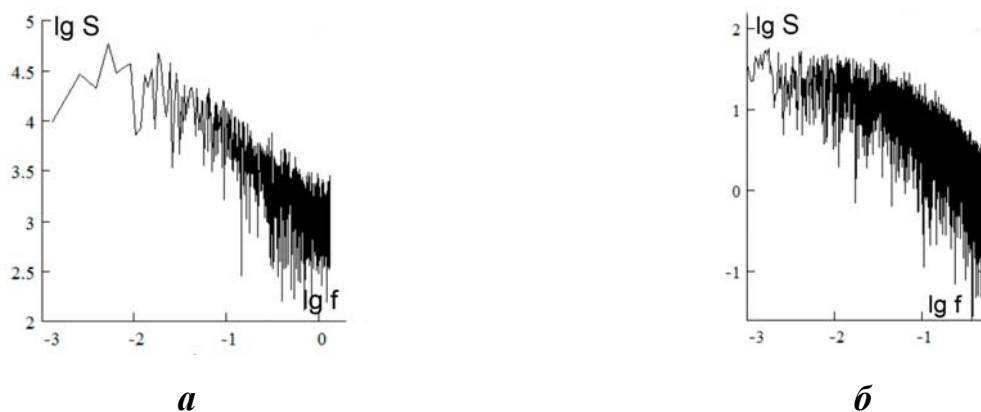


Рис. 4.12. Пример спектров функции $U(t)$ (а) и функции $Y(t)$ (б) в билогарифмическом представлении.

Далее, были рассмотрены два достаточно сильных признака: отображения Пуанкаре и зависимости фрактальной размерности подобия D_0 от размерности пространства вложения d . Оба признака дали положительный результат. Отображения Пуанкаре представлены набором упорядоченно организованных точек (рис. 4.13). Как в случае реальных событий, так и в случае модельных событий заметна организация точек на плоскости, характерная для систем с со странным аттрактором (см.). [Добавить ссылку](#)

Графики зависимости фрактальной размерности подобия D_0 от размерности пространства вложения представлены на рис. 4.14. На графиках видно, что D_0 асимптотически стремится к некоторой величине D_a – фрактальной размерности странного аттрактора (см. описание в главе 2). Фрактальная размерность

странного аттрактора для множества реальных событий равна $D_a=0.864$, для модельных событий $D_a=0.958$.

Представленные графики демонстрирует тот факт, что как реальные события, так и модельные события относятся к множествам со свойствами, характерными системам с детерминированным хаосом.

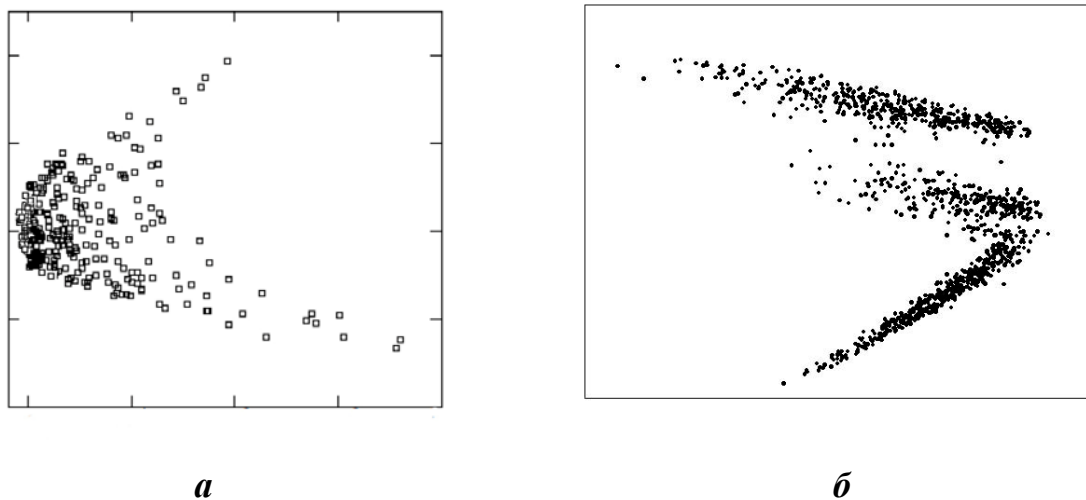


Рис. 4.13. Пример отображения Пуанкаре для трехмерной псевдофазовой траектории, образованной функцией $U(t)$ (см. Пояснения в тексте главы 2) реальные события (а), модельные события (б).

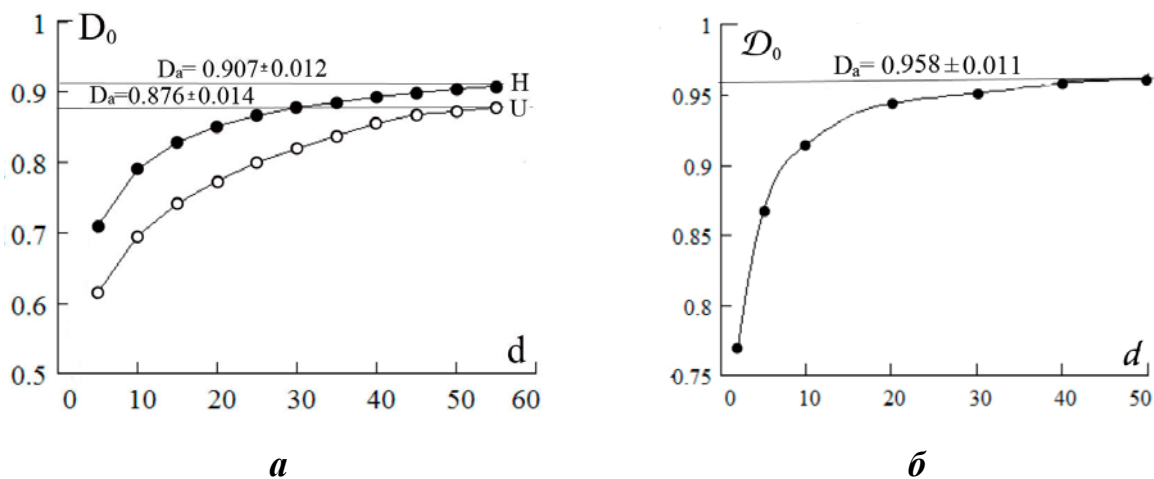


Рис. 4.14. Пример зависимости фрактальной размерности подобия D_0 от размерности пространства вложения d для временной реализации $U(t)$ реальные события (а), модельные события временна реализация $Y(t)$ (б).

Сравнение однотипных закономерности и тенденции реальных и модельных событий свидетельствует в пользу того, что модель прошла тест на «жизнеспособ-

ность». Практически все примеры указывают на хорошую корреляцию свойств и тенденций реальных и модельных событий. Здесь не ставилась задача масштабирования. Главная задача состояла в качественном сравнении зависимостей и тенденций, которые могли бы служить критерием пригодности и целесообразности предлагаемой модели для описания особенностей экстремальных событий истории.

Ясно, что предложенная модель сильно упрощена. Тем не менее, даже такая предельно упрощенная модель сравнительно хорошо описывает основные свойства экстремальных исторических событий – битв и сражений.

Заключение

В настоящей работе представлены результаты исследования свойств битв и сражений на территории Европы за 700 лет с 1200 по 1900 гг. События военной истории (битвы, сражения) рассматриваются как точки в 4-х мерном пространстве. Проводился анализ двух пространств. В первом, каждый объект пространства представлен четырьмя числами: временем сражения, географическими координатами и количеством участников сражения N . Второй массив данных составлен аналогичным образом, только вместо количества участников сражения, рассматривалось количество убитых U . Эти массивы изучались различными математическими методами.

Анализ исходных данных показал следующее.

1. Гистограммы промежутков времен и расстояний между последовательными событиями близки к распределениям с «тяжелыми хвостами».

2. Логарифмы количества событий и динамических параметров N и U для выборок по времени в 100 лет прямо пропорциональны времени.

3. Количество событий и динамических параметров N и U для выборок по времени в 10 лет имеет циклический характер, который сопоставлялся с волной Кондратьева. Сопоставление показало, что времена максимальных пиков находятся на восходящих ветвях волны Кондратьева K_0 , K_1 и K_2 .

4. Экстремальные характеристики множества событий – максимальные промежутки времен и минимальные расстояния между последовательными событиями одного уровня N и U имеют тенденцию увеличения при возрастании этих переменных.

4. По трем компонентам: пространству, времени, динамическим переменным наблюдаются отчетливые признаки фрактальности;

5. Показатель Хёрста H_0 для событий – статистический индикатор сохранения тенденций – составляет 0.778, что входит в интервал значений, характерных для множества персистентных естественных процессов $H_0 = 0.73 \pm 0.09$;

6. Анализ динамических свойств исследуемых систем указывает на присутствие в массивах H и U странных аттракторов, что является критерием детерминировано-хаотического движения.

Все эти закономерности и тенденции свидетельствуют о том, что указанные множества экстремальных исторических событий представляют единую динамическую систему со свойствами, присущими многим естественным процессам. С позиции традиционных исторических представлений эти закономерности и тенденции непонятны.

Для объяснения этих особенностей была разработана феноменологическая математическая модель. Модель представляет диссипативную нелинейную динамическую систему, в которой эволюция описывается скалярной динамической функцией. В процессе эволюции в системе возникают разрывы функции, которые интерпретируемые как модельные события. Сопоставление свойств модельных и реальных событий положительно коррелируют практически для всех обнаруженных зависимостей. Эта корреляция свидетельствует в пользу того, что модель прошла тест на «жизнеспособность».

Ясно, что модель сильно упрощена. Тем не менее, даже такая предельно упрощенная модель достаточно хорошо описывает основные свойства экстремальных исторических событий – битв и сражений. Здесь уместно привести фрагмент из монографии П.В.Турчина (Турчин 2011:182) ***«Конструирование моделей всегда требует упрощающих допущений. Это может показаться удивительным, но получаемые на их основе модели нередко дают действительно ценные результаты».***

Закономерности, обнаруженные нами в экстремальных исторических явлениях – вооруженных конфликтах, возможно, являются следствиями эволюционных процессов в социуме. Вероятно, описание и анализ этих глобальных процессов выходит за пределы традиционного исторического

понимания – они не зависят от социального, культурного, этнического, экономического состояния общества и носят надысторический характер. Можно допустить, что социум представляет чрезвычайно сложно организованный объект, существующий в пространстве и времени, самоорганизующийся (или самоорганизованный?) по определенному сложнейшему алгоритму. Вопрос о том, почему, а может быть и **КТО**, выполнил (и, возможно, выполняет) такую удивительную работу, здесь обсуждать не будем.

Завершая изложение результатов нашего исследования, хотелось бы обратить внимание на следующее. Изучение глобальных социальных процессов математическими методами в настоящее время представляет сложнейшую проблему. Причиной такой сложности являются особенности внутренних связей в социуме. На фоне явной стохастической природы, слабо просматриваются закономерности детерминистского характера. И эта сложность пугает исследователя. Непонятно, с какого конца нужно распутывать клубок проблем.

Но есть, по мнению, автора, путеводная нить, следуя которой можно прийти к пониманию смысла процессов, происходящих в социуме. Во-первых, нужно отказаться от классического исторического мышления и рассматривать процессы в социуме глобально с абстрактной математической точки зрения, конструируя различные теоретические модели. Во-вторых, нужно четко определить основные универсальные параметры, уравнения и функции, характеризующие социум. «Особенности» в поведении этих функций (например, разрывы динамической функции) будут определять наблюдаемые параметры. Возможно, что при задании соответствующих параметров можно описывать поведение системы без экстремальных событий. На основе этой идеи можно будет создать систему связанных эволюционных уравнений, которые позволят описать процессы в социуме, используя всю информацию социально-исторической «палитры».

Следует отметить, что описанный подход к решению задач моделирования в таком представлении применим и к другим системам, весьма далеким от социальных. Например, разработанная автором одномерная клеточно-автоматная модель сейсмичности, в которой «особенности» в поведении функции состояния

системы интерпретируются как модельные землетрясения (Кульчицкий 2006). Обнаружено удивительное сходство закономерностей и тенденций в поведении экстремальных событий: геофизических (землетрясения) и исторических (битв и сражений) (Кульчицкий, 2017). (см. ПРИЛОЖЕНИЕ 1 настоящей монографии).

Автор рискует предположить, что аналогичные клеточно-автоматные модели применимы и для описания других систем с дискретными экстремальными событиями, например, вулканизм, экстремальные метеорологические процессы и др. Интересно было бы в рамках таких моделей описать мировые войны XX столетия. и провести усложнение модели с учетом демографических исследований (Капица, 1996), историко-демографических циклов (Goldstone 1988, 1991, Нефедов 2000, Коротаев, Малков, Халтурина 2005) и других историко-социальных исследований.

Автор понимает, что описание простыми моделями столь сложных явлений представляет грубое приближение к реальности. Однако модель можно сколь угодно усложнять, задавая различные источники и варьируя управляющими параметрами. На этом пути, возможно, удастся решить многие проблемы. И, наконец, анализ свойств модели математическими методами, возможно, поможет обнаружить некоторые ныне неуловимые важные особенности социума как динамической системы.

Наиболее интересная, на наш взгляд, задача масштабирования, восстановление управляющих характеристик модели по наблюдаемым реальным закономерностям, и перенос ее в прогнозное русло. Конечно, экстраполяция будет ограничена "горизонтом прогноза" (Малинецкий, Курдюмов 2001). Но уже знание этого и вероятных сценариев развития экстремальных исторических событий позволило бы оценить возможные последствия грядущих социальных катастроф, и, если не избежать, то, по крайней мере, быть готовым к ним.

Описанная в главе 3 модель – модель феноменологическая, без строго обоснованных гипотез. Поэтому одной из важнейших задач должна быть разработка ее теоретических основ, опирающихся на фундаментальные физические и логические постулаты. Возможно, придется в модели вводить

ненаблюдаемые функции.

Проводя аналогию с физикой, можно отметить, что физические системы не менее сложны, чем социум. Однако мощная интеллектуальная атака в течение нескольких веков, позволила вычленить основные фрагменты физического мира, изучить их и создать к настоящему времени единую физическую картину. Есть надежда на то, что, идя по такому пути, в будущем будет создана теоретическая картина мира ноосферы, в которой теория социума займет достойное место.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Сопоставление свойств экстремальных исторических и геофизических событий

В предыдущих главах рассматривались свойства экстремальных исторических событий—битв и сражений. Полученные результаты, свидетельствуют о сложно организованной динамической системе экстремальных исторических событий. По проявленным признакам эту систему можно отнести к диссипативным нелинейным системам, которой присущи как статистические, так и детерминировано-хаотические свойства.

Среди различных природных явлений можно выделить класс природных экстремальных явлений. Среди них - пробой в диэлектриках при высоких напряжениях, взрыв атомной бомбы при достижении критической массы, различные химические взрывные реакции, эпидемии и многие другие явления.

Одними из самых ярко выраженных экстремальных событий в неживой природе, проявляющихся в геофизических средах, являются землетрясения.

Между экстремальными историческими и сейсмическими событиями, как будет показано ниже, наблюдается сходство качественных закономерностей однотипных параметров. Естественно, в этом сходстве нет оснований усматривать причинную связь между столь разными по природе явлениями.

Интуитивно сходство можно выразить в следующем сравнении. В геофизических средах состояние системы количественно описывается некоторой энергетической величиной—плотностью внутренней энергии. При достижении критического энергетического уровня («энергетической прочности» по терминологии Ю.В.Ризниченко (Ризниченко 1968)) происходит быстрый переход с критического на нижний уровень с высвобождением упругой энергии. Это событие проявляется на поверхности Земли как землетрясение. В социуме наблюдаются аналогичные явления. В процессе накопления социального «напряжения» может быть реализовано такое состояние, когда «напряжения» достигают предельного уровня и происходит их «разрядка» в виде войн или

революций, сопровождаемых вооруженными столкновениями–битвами, сражениями.

Приведенные соображения послужили стимулом для сопоставления свойств и тенденций в поведении вооруженных конфликтов и землетрясений. Как и вооруженные конфликты, землетрясения, произошедшие в земной коре (глубины очагов менее 30 км), будем описывать множеством точек в 4-х мерном пространстве: двумя пространственными координатами (географическими координатами эпицентров: φ – широта, λ – долгота), t – временами возникновения землетрясений и M магнитудами (величинами пропорциональными логарифму выделенной упругой энергии).

Для упрощения задачи можно не учитывать глубин очагов, так как их величины значительно меньше размеров сейсмических регионов. К тому же при анализе будут рассматриваться, в основном, логарифмы исследуемых параметров и такое упрощение существенно не повлияет на результаты.

Сейсмологические данные

Сейсмичность на земном шаре распределена неравномерно. Отдельные, относительно изолированные друг от друга сейсмические области называются сейсмическими регионами. В данной работе используются, в основном, материалы анализа сейсмических данных Крымско-Черноморского региона, опубликованные различными авторами или полученные с участием автора настоящей работы. Выбор этого региона определялся, главным образом, тем, что автор много лет занимается изучением сейсмичности Крыма. Закономерности сейсмичности Крымско-Черноморского региона, которые здесь приведены, характерны не только для этого региона. Их можно считать достаточно общими для сейсмичности Земли в целом.

Источником информации о землетрясениях Крымско-Черноморского региона служила организованная база сейсмологических данных. В настоящей работе использована информация о землетрясениях Крымско-Черноморского региона из наиболее сейсмоактивного его участка с координатами $\varphi=43.5^{\circ}\div 45.5^{\circ}$,

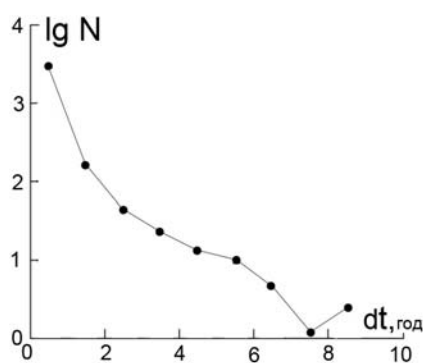
$\lambda=34.0^0\div 36.5^0$, время наблюдений—1955–2013 гг., количество репрезентативных землетрясений с магнитудой $M\geq 2.0$ равно 1555.

Однотипными параметрами назовем следующие пары: времена возникновения событий, координаты расположения экстремальных исторических событий на земной поверхности и координаты эпицентров землетрясений, динамические параметры—количество убитых в сражении (U) и энергетический параметр землетрясения (магнитуда M).

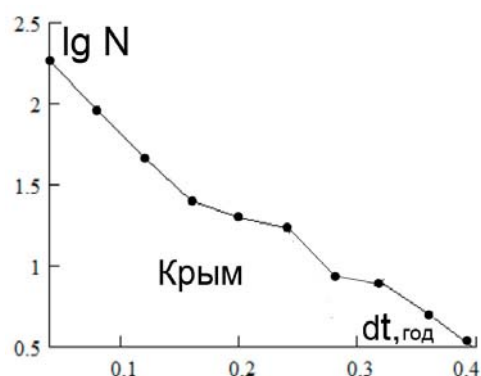
Сходство закономерностей вооруженных конфликтов и землетрясений.

Статистические и фрактальные свойства событий.

Рассмотрим статистические распределения множеств землетрясений Крымско-Черноморского региона и военных конфликтов. Ниже представлены парные рисунки однотипных зависимостей: слева—зависимости для вооруженных столкновений, справа —для землетрясений. Гистограммы распределения промежутков времен и промежутков расстояний между последовательными землетрясениями представлены на рис.П1, П2. Как видно, тенденции поведения этих параметров одинаковы. Распределения можно отнести к рапределениям с «тяжелыми хвостами».

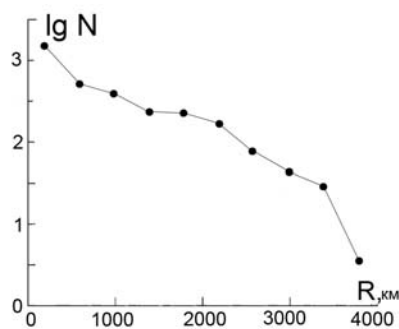


а

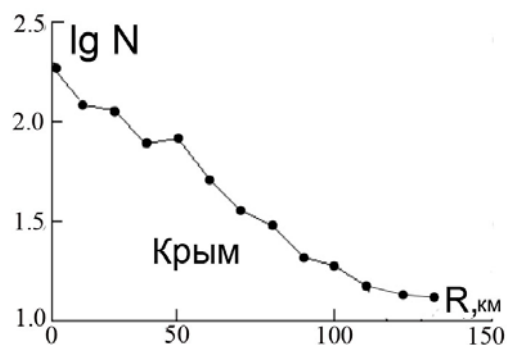


б

Рис. П1. Гистограммы распределения промежутков времен dt между событиями: **а**—военные события, **б**—землетрясения Крыма.



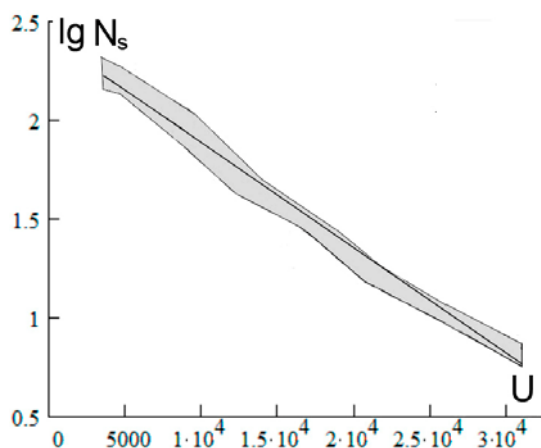
a



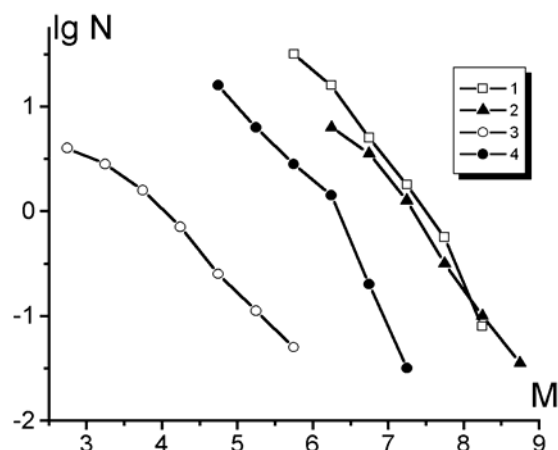
б

Рис. П2 Гистограммы распределения промежутков расстояний R между последовательными во времени событиями: *a*—военные события, *б*—землетрясения Крыма.

На рис П3 показаны графики кумулятивных распределений по динамическим параметрам U (*a*) и M (*б*). Так же как и для множества вооруженных столкновений, количество землетрясений убывает с увеличением динамического параметра.



a



б

Рис. П3. Кумулятивные графики распределения событий по параметрам U (*a*) и землетрясения по параметру M , так называемые графики повторяемости землетрясений (*б*). Землетрясения Курило-Камчатского региона (1), Китая (2), Крымско-Черноморского региона (3), Турции (4).

Следующие рисунки (рис. П4-П5) демонстрируют одинаковую тенденцию поведения максимальных T_{max} и средних T_{sr} промежутков времен, минимальных

R_{min} и средних R_{sr} расстояний между событиями одного ранга для двух исследуемых массивов $\{t, U\}$ и $\{t, M\}$.

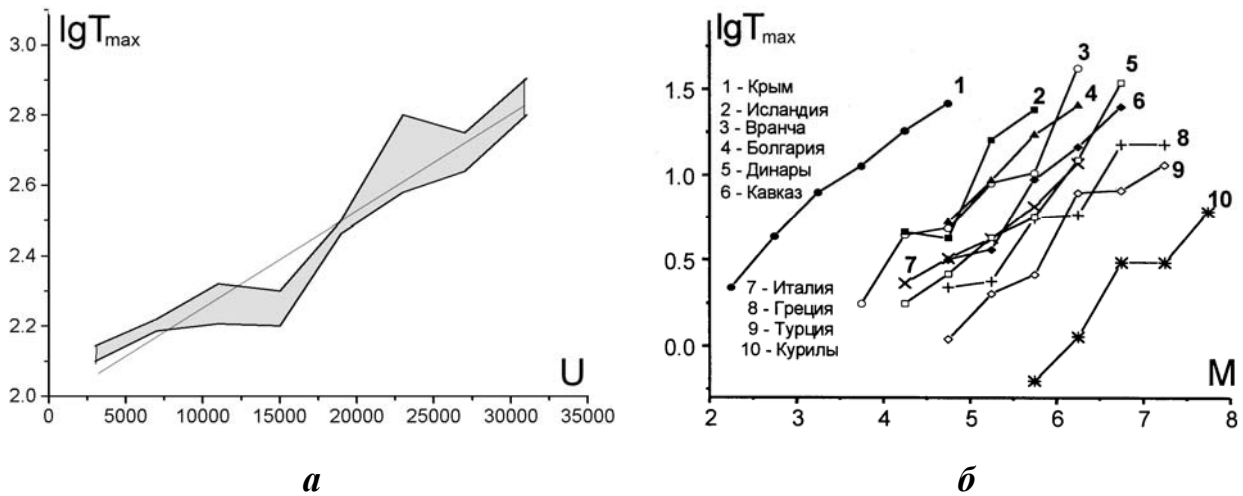


Рис. П4. Зависимость логарифма максимального промежутка времени T_{max} от U (а) и от магнитуды M для некоторых сейсмических регионов (Кульчицкий, Пустовитенко 1995) (б).

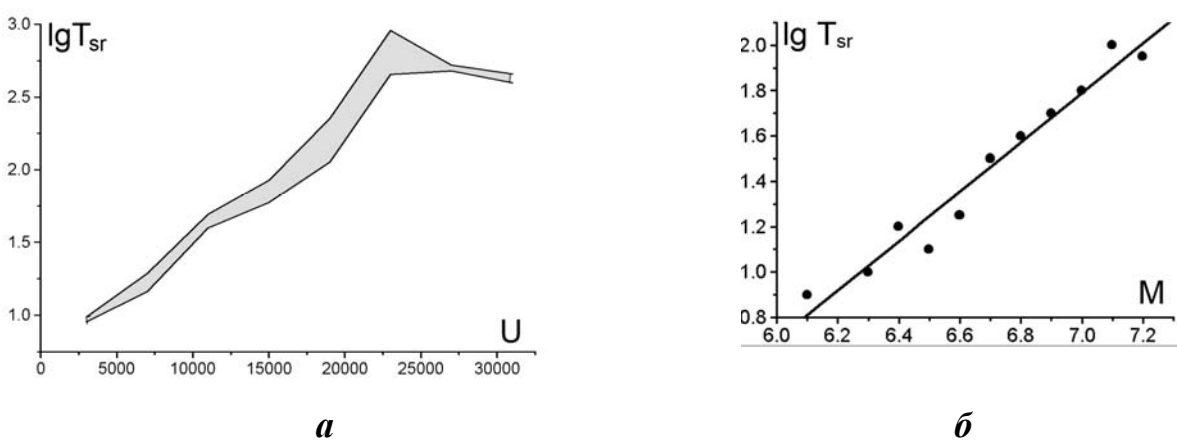


Рис. П5. Зависимость логарифма средних промежутков времени T_{sr} от U (а) и от магнитуды M (Соболев 1993) (б).

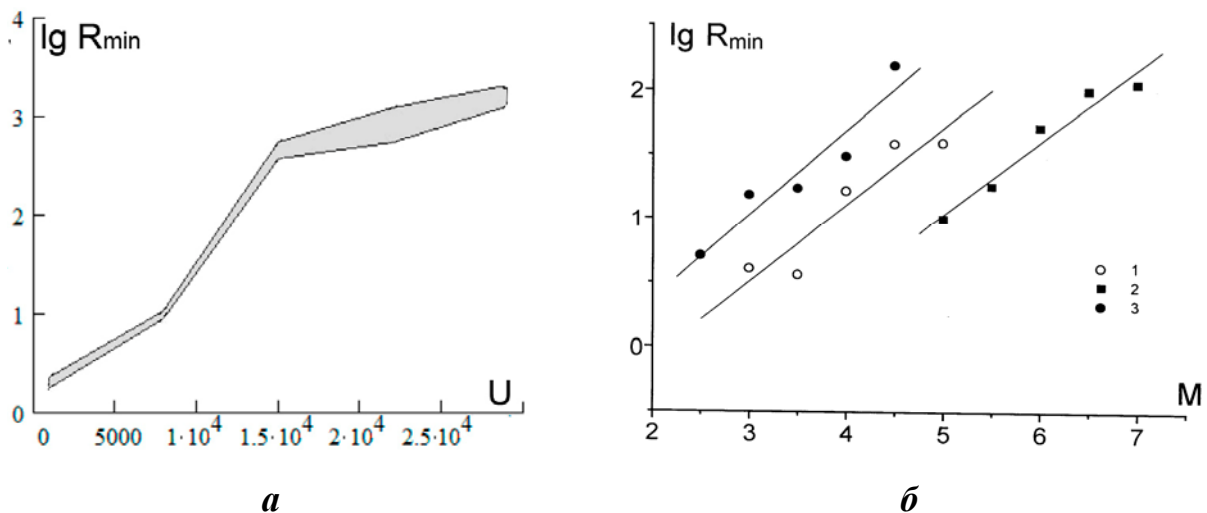


Рис. П6. Зависимость логарифма минимального расстояния R_{min} от U (а) и от магнитуды M для некоторых сейсмических регионов: Закарпатье (1), Вранча (2), Крым (3). (Пустовитенко, Щербина, Кульчицкий 1997). (б):

Примечание. Для района Вранча с его глубокими очагами величина R - гипоцентрального расстояния.

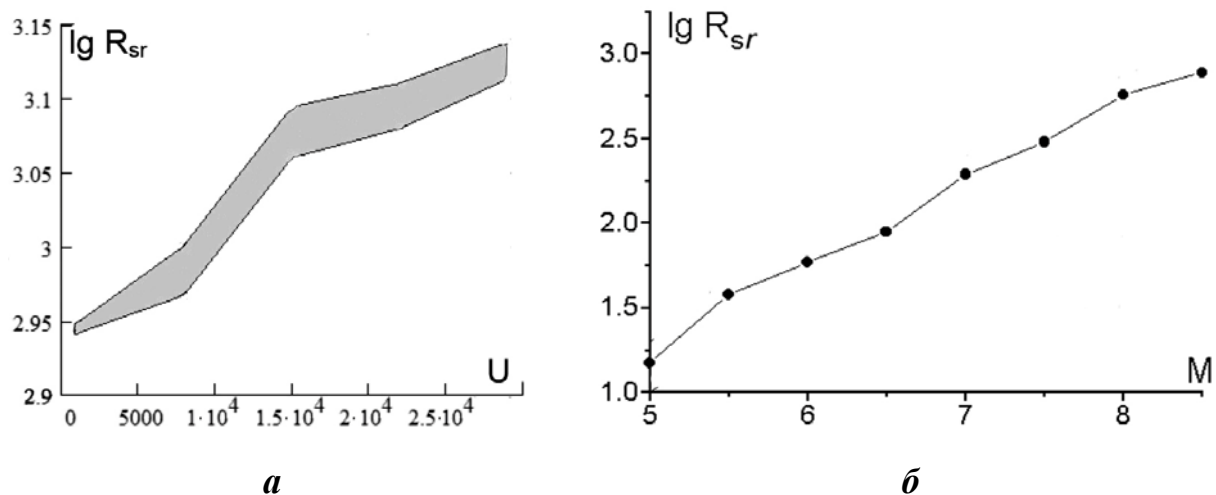


Рис. П7. Зависимость логарифма средних расстояний R_{sr} от U (а) и от магнитуды M (б) (Уломов 1988).

Фрактальные размерности массивов времен и координат для битв и землетрясений свидетельствуют о фрактальном характере обоих множеств (рис.П8, П9)

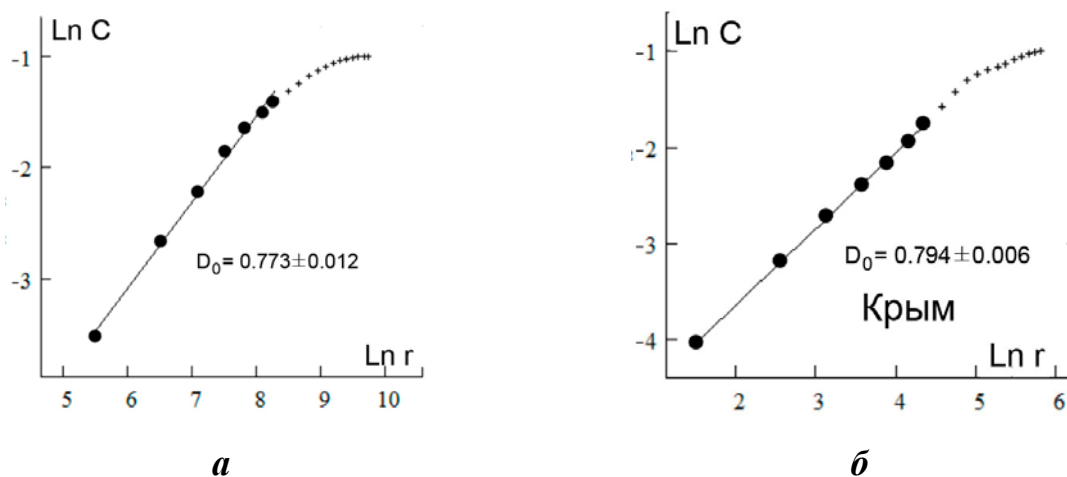
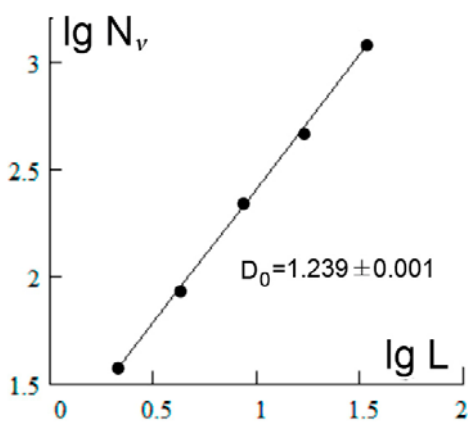
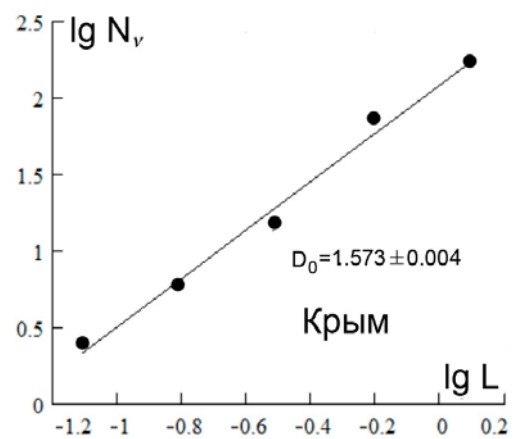


Рис. П8. Оценки фрактальных размерностей подобия D_0 массивов времен φ, λ - для битв (а); для землетрясений Крыма (б).



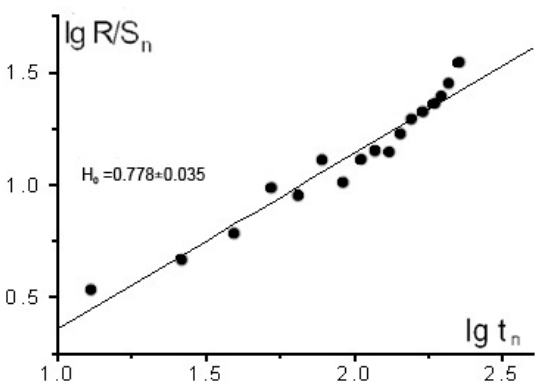
а



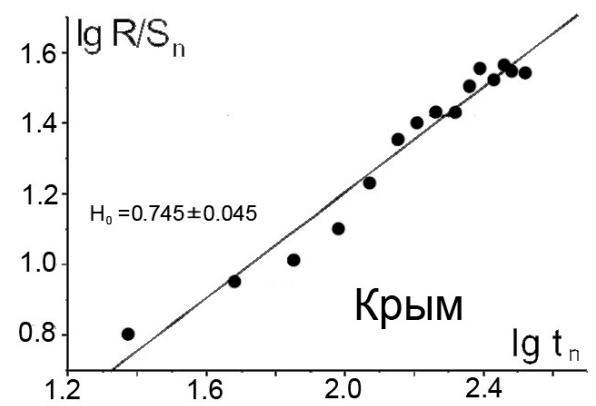
б

Рис. П9. Оценки фрактальных размерностей подобия D_0 массивов координат $\{\varphi, \lambda\}$ – для битв (а); для землетрясений Крыма (б).

На рис.П10, П11 показаны графики, по которым определены показатели Хёрста – индикаторы персистентности событий. В обоих множествах показатели Хёрста находятся в пределах стандартных значений, определенных по множествам естественных процессов.



а



б

Рис. П10. Зависимость нормированного размаха R/S_n временных рядов от условного времени t_n для экстремальных исторических событий (а), для землетрясений Крыма(б).

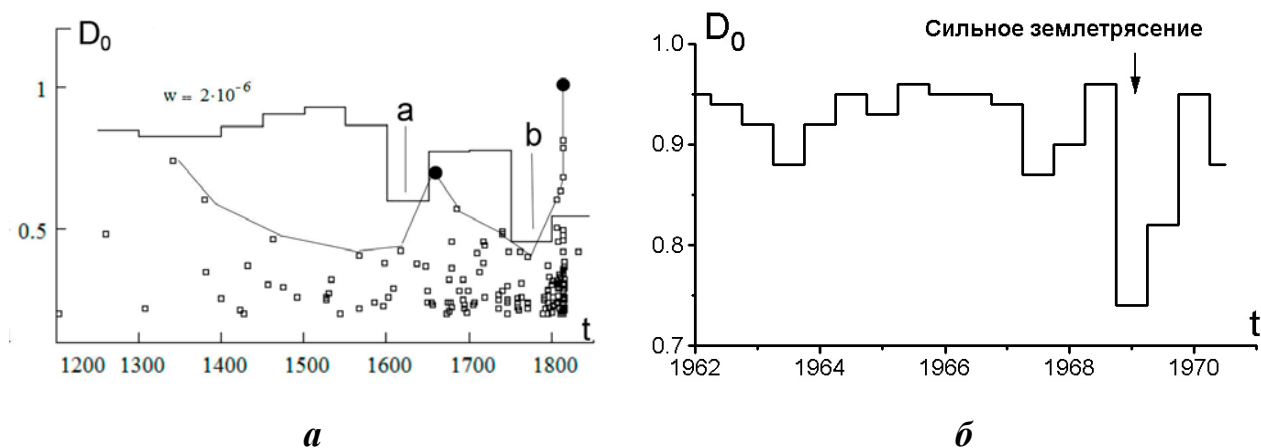


Рис. П11. Изменение со временем фрактальной размерности подобия D_0 и ее возможная связь с сильнейшими событиями: *а* – для вооруженных столкновений. Ступенчатая линия – фрактальная размерности подобия D_0 , полые квадраты – распределение параметра H , непрерывная линия с максимумами (жирные кружки) – верхняя огибающая; *б* – для землетрясений Копет-Дага (Мухамедов и др. 1992)

Критерии диагностики детерминированного хаоса в системах

Ниже приведены рисунки П12-П14, анализ которых диагностируют принадлежность двух исследуемых массивов к системам с признаками детерминированного хаоса.

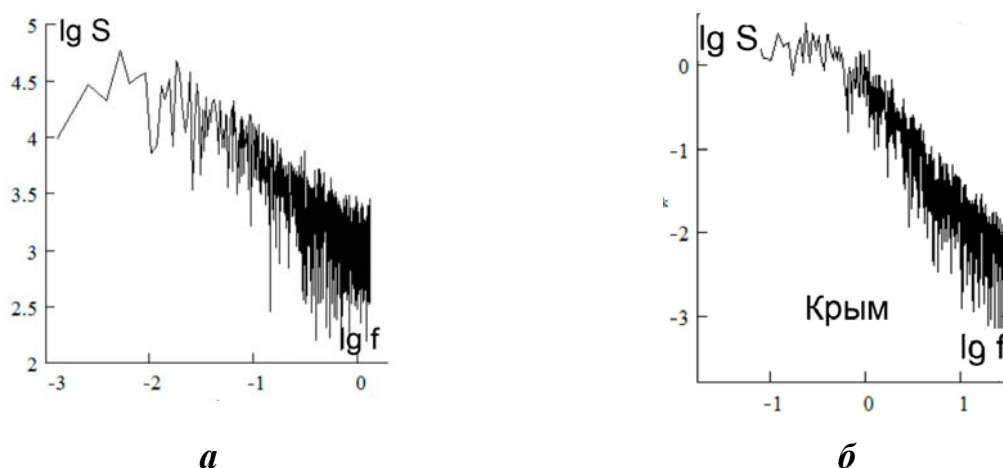
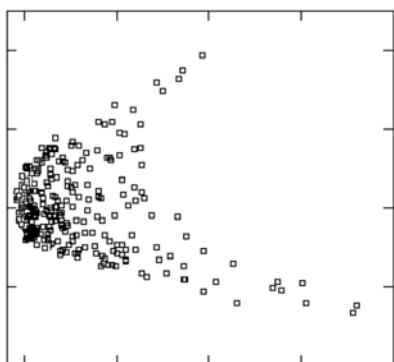
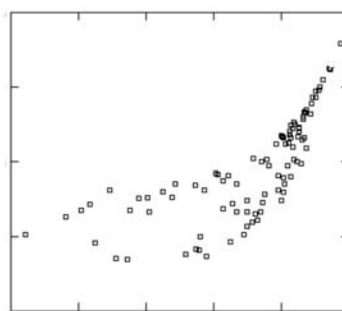


Рис. П12. Спектры $S(f)$ функций $U(t)$ (а) и $M(t)$ (в билогарифмическом представлении).

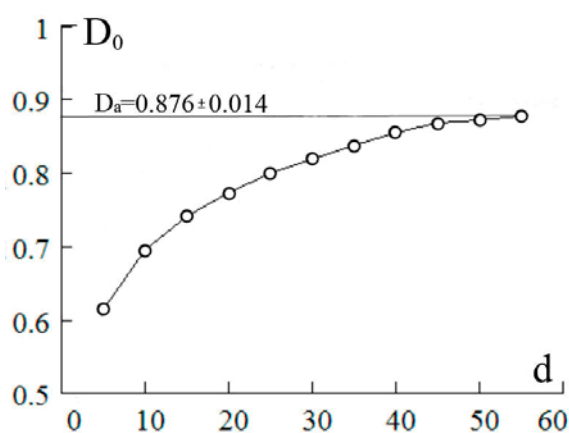


a

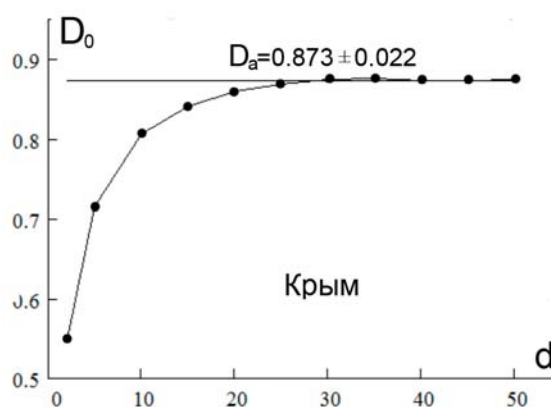


б

Рис. П13. Отображения Пуанкаре на трехмерных псевдофазовых траекториях, образованных из массива $\{U\}$ (*a*) и $\{M\}$ (*б*)



a

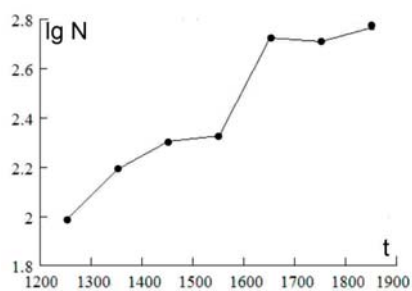


б

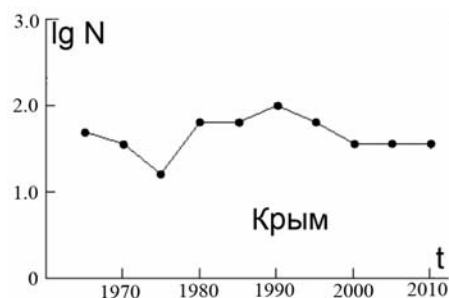
Рис. П14. Зависимости фрактальной размерности подобия D_0 от размерности пространства вложения d для временных реализаций $U(t)$ (*a*) и $M(t)$ (*б*)

Различие закономерностей вооруженных конфликтов и землетрясений.

Кроме сходства закономерностей и тенденций в экстремальных исторических и геофизических событиях, имеются и различия (рис. П15). Для битв и сражений наблюдается логлинейное увеличение со временем их количества (рис.П15а), для землетрясений— отсутствие каких-либо закономерностей и тенденций рис.П15б). Различие в тенденциях, представленных на рис.П15, можно объяснить различием источников. Для сейсмических процессов энергетическими источниками могут быть различные эндогенные и экзогенные процессы



a



б

Рис. П15. Зависимость от времени t логарифма суммарного количества битв N в интервалах по 100 лет. (*a*), землетрясений—в интервалах по 5 лет (*б*).

Эндогенные источники определяются движениями тектонических плит, потоками внутренней энергии в мантии Земли и др. В качестве экзогенных источников возможны силы гравитационных воздействий Луны и Солнца на Землю, а также массивных планет Солнечной системы, космические радиационные и иные возмущения. Эти источники воздействуют во времени в достаточно узких интервалах. Для исторических экстремальных событий источник возрастает со временем, отображая гиперболический роста населения со временем. Таким образом, понятно, что различие в зависимостях рис.П15 (а.б) определено, в основном, различием источников.

Сравнительный анализ закономерностей и тенденций, присущих историческим экстремальным событиям Европы за период XIII–XIX вв. и землетрясений, показывает их сходство по многим однотипным параметрам.

Такое сходство свидетельствует о подобии механизмов реализующих экстремальные события: исторические (сражения и битвы) и геофизические (землетрясения). Физическая природа этих событий разная, но алгоритмы эволюции сред, в которых реализуются события, возможно, одинаковы. Этим можно объяснить подобие феноменологических клеточно-автоматных моделей, пишывающих закономерности и тенденции различных по природе явлений-исторических и геофизических (Кульчицкий 2006, 2007, 2017).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

Фрагмент Каталога вооруженных столкновений (битв, сражений, осад городов) на территории Европы с 1200 по 1900 гг. (количество сражающихся в битвах более 30000 человек)

Обозначения. *FI* – географическая широта, *LA* – географическая долгота, *H_min*, *H_max* – границы интервала количества участников вооруженных событий, *U_min*, *U_max* – границы интервала количества убитых.

Все битвы Европы									
Место битвы	Год	Мес	День	FI	LA	H_min	H_max	U_min	U_max
Константинополь н	1203	7	11	41.01	28.96	35000	35000		
Лас- Навас-де-Толоса	1212	7	16	37.77	-3.789	62000	62000		
Калка	1223	5	31	47.3	37.12	95000	95000		
Коломна	1238	1	1	55.094	38.76	72500	72500		
Лигница	1241	4	9	51.217	16.167	60000	60000		
Шайо река	1241	4	11	47.977	20.929	87000	87000		
Тельбур (Taillebourg)	1242	7	21	45.8375	-0.6422	46300	46300		
Пелагония	1259	8	0	40.7755	21.4089	33000	33000		
Монтаперти	1260	9	4	43.31541	11.43941	50000	52800	3100	3100
Раковар	1268	2	18	59.35	26.35	47500	47500		
Моравское Поле	1278	8	26	48.464	16.907	55000	55000		
Бервик Berwick	1296	3	30	55.775	-2.013	47000	47000		
Рослин	1303	2	24	55.855	-3.164	38000	38000		
Альто-Пашо	1325	9	23	43.817	10.683	40500	40500		
Запполино	1325	11	15	44.5	11.083	39000	39000		
Посада	1330	11	9	44.193	19.815	38500	38500		
Бервик Berwick	1333	5	0	55.775	-2.013	30000	30000		
Саладо	1340	10	30	36.266	-6.096	88000	88000		
Креси	1346	8	26	50.253	1.884	33000	37000		
Сирт Sırp Sındığı	1364	0	0	41.666667	26.566667	52500	52500		
Нахере (Наваретта)	1367	4	3	42.417	-2.733	86000	86000		
Марица	1371	9	26	41.72	26.201	45800	45800		
Брюгге	1382	5	3	51.209	3.22	45000	45000		
Росбек Roosebeke	1382	11	27	50.7909	4.90149	30000	40000		
Плочник Pločnik	1385	0	0	43.201944	21.355556	50000	50000		
Альжубаротта	1385	8	14	39.566	-8.93	31000	36880		
Савра Savra	1385	9	18	40.933333	19.7	48000	48000		
Косово поле	1389	6	15	42.691	21.124	45000	54500		
Кондурча	1391	6	18	54.1	50.146	600000	600000		
Косово поле	1389	6	15	42.691	21.124	45000	54500		
Косово поле	1389	6	15	42.691	21.124	45000	54500		
Ровина	1395	5	17	46.09	22.85	58000	58000		
Никопол	1396	9	25	43.706	24.896	19500	31000		
Грюнвальд	1410	7	15	53.486	20.09	46500	66000	12500	12500
Азенкур	1415	10	25	50.463	2.129	30700	50000	8000	9600
Тахов	1427	8	3	49.79527	12.633	37500	37500		
Луара	1428	10	0	47.269	-2.185	30200	30200		
Вилькомир	1435	9	1	55.267	24.75	30000	30000		

Все битвы Европы									
Место битвы	Год	Мес	День	FI	LA	H_min	H_max	U_min	U_max
Кале	1436	7	9	50.948	1.85638	42000	42000		
Железные ворота	1442	0	0	44.7	22.4	95000	95000		
Германштадт	1442	3	18	45.79277	24.15194	35000	35000		
Ниш	1443	11	0	43.3119	21.8961	45000	45000		
Морава	1443	11	3	43.4	25.2	32000	32000		
Санкт-Якоб-ан-дер-Бирс	1444	8	26	47.542	7.618	36500	72000		
Варна	1444	11	10	43.216667	27.883333	83500	98000		
Косово	1448	10	17	42.583	21.116	76000	200000		
Константинополь	1453	4	6	41.01	28.96	67000	67000		
Гавере	1453	7	23	50.928	3.66167	60000	60000		
Белград	1456	7	4	44.816667	20.466	94000	151000		
Нортгемптон	1460	7	10	52.233	-0.9	37500	37500		
Тоутон Towton	1461	3	29	53.836111	-1.273611	34000	60000		
Яссы Jásce	1463	9	23	44.34	17.269	50000	50000		
Крузевак Kruševac	1464	10	2	43.58333	21.31666	69500	69500		
Барнет	1471	4	14	51.66	-0.195	31000	31000		
Шелонь	1471	7	14	58.155	30.45	35000	35000		
Грандсон Grandson	1476	3	2	46.8169	6.6331	34000	54000	1500	1500
Муртен Murten	1476	6	22	46.938	6.952	41000	61000	6500	8500
Ганегат Guinegate	1479	8	7	50.6089	2.2719	38300	44800		
Хлебово поле	1479	10	13	45.9	23.39	37000	37000		
Родос	1480	5	23	36.166	28	48500	48500		
Баса	1489	6	0	37.55	-2.6	95000	95000		
Гранада	1491	4	26	37.178	-3.6	50000	50000		
Семинара	1495	6	28	38.333	15.867	42000	42000		
Форново	1495	7	6	44.683	10.1	30500	42000		
Аньянделло	1509	5	14	45.546	9.283	45000	65000		
Падуя	1509	9	15	45.417	11.867	55000	55000		
Равенна Ravenna	1512	4	11	44.416667	12.2	39000	46000	10000	12000
Ганегат Guinegate	1513	8	16	50.6089	2.2719	37000	37000		
Флодден	1513	9	9	55.6269	-2.1753	61000	61000		
Мареньяно	1515	9	13	45.367	9.317	54000	70000	10000	12000
Бикокка	1522	4	27	45.525	9.079	31400	31400		
Павия	1525	2	24	45.183	9.15	49500	51000	12000	12000
Мохач Mohács	1526	8	29	45.996	18.681	90000	130000		
Ольшаница	1527	1	27	49.6621	30.6242	32000	32000		
Сцодфальма Sződfalva	1527	7	25	46.255	20.145	30000	30000		
Леоберсдорф	1532	9	19	47.916667	16.216667	30000	30000		
Клиш Klis	1536	8	31	43.56	16.5235	31000	31000		
Горяни Gorjani	1537	10	9	45.4	18.37	32000	32000		
Буда	1541	5	4	47.466667	19.05	32000	32000		
Черезоле (Керисоль)	1544	4	11	44.8	7.817	32600	32600		
Булонь	1544	9	14	50.7202	1.6696	35000	35000		
Мюльберг Mühlberg	1547	4	24	51.4268	13.2166	44000	44500		
Пинки Pinkie	1547	9	10	55.933	-3.023	40800	46000	5500	11000
Эгер	1552	0	0	47.89902	20.3747	39700	40000		
Темешвар Temesvár	1552	6	28	45.759722	21.23	60000	60000		
Мец	1552	10	19	49.1137	6.1777	67000	67000		
Теруан	1553	4	13	50.638	2.256	65000	65000		
Эден	1553	6	0	50.375	2.038	61800	61800		
Марчиано	1554	8	2	43.305	11.788	33500	33500	4200	4200
Судьбище	1555	6	24	52.954	37.635	67000	67000		

Все битвы Европы									
Место битвы	Год	Мес	День	FI	LA	H_min	H_max	U_min	U_max
Дрё	1562	12	19	48.736	1.371	32000	32000	7000	7000
Сен-Дени	1567	11	10	48.933	2.355	46000	46000		
Ла-Рош- л- Абей	1569	6	25	45.595	1.252	54500	54500		
Монконтор Moncontour	1569	10	3	46.8825	-0.0158	46000	46000		
Монс Mons	1572	6	23	50.45	3.95	41750	41750		
Молоди	1572	7	29	55.275	37.509	54000	74000		
Вейсенштейн	1572	12	0	58.883	25.567	80550	80550		
Гарлем	1572	12	11	52.5	4.4	34000	34000		
Флодден	1573	9	9	55.611	-2.14	50000	61000		
Харлем	1573	12	11	52.38	4.641	43000	43000		
Жамблу	1578	1	31	50.567	4.683	40000	43000	9000	9000
Рюнемантс	1578	8	1	51.09	3.5	50000	50000	1000	1000
Полоцк	1579	8	11	54.483	28.8	39000	39000		
Псков	1581	9	4	59.817	28.333	63000	63000	5663	5663
Зютфен	1586	9	22	52.11	6.195	42000	42000	10500	10500
Арк Arques	1589	9	15	49.881	1.126	38050	48250		
Иври	1590	3	14	48.878	1.462	30000	32000		
Париж Paris	1590	5	0	48.8566	2.3518	58500	58500		
Кодбек	1592	4	24	49.521	0.727	40000	40000		
Банат	1594	3	0	45.75	21.216	30000	30000		
Амьен	1597	5	3	49.8675	2.52	47000	47000		
Селимбер Şelimbär	1599	10	18	45.766667	24.2	45000	45000		
Мирэслэу	1600	9	18	46.366667	23.716667	30000	52000		
Нагика Nagykanizsa	1601	9	9	46.455556	16.991667	44000	44000		
Новгород Северский	1604	12	21	51.983	33.267	40000	40000		
Добрыничи	1605	1	31	52.282	34.342	43000	43020	6000	6000
Кромы	1605	2	0	52.689	35.768	45000	45000	8000	8000
Восьма	1607	6	5	54.764	37.972	64000	64000		
Болхов	1608	5	10	53.39	36.117	43000	50000		
Каринское поле	1609	10	28	56.394	38.715	42000	42000		
Клушино	1610	6	24	55.671	35.049	42000	42000		
Белая Гора	1620	5	8	50.089	14.428	42000	48000		
Оппенгейм	1620	9	14	49.8555	8.3602	47000	47000		
Вислох	1622	4	16	49.293	8.6719	40000	40000	211	211
Мингольсхайм	1622	4	27	49.244	8.653	30000	40000		
Хёхст	1622	6	20	50.098	8.5466	43000	53000		
Гейдельберг	1622	7	23	49.4166	8.716	44000	44000		
Бреда	1624	8	28	51.583	4.783	32000	39000		
Генуя	1625	3	28	44.417	8.933	52000	52000		
Куруковом озере	1625	10	35	49.0769	33.3051	45000	45000		
Луттер-на-Баренберге.	1626	8	27	51.99	10.27	37000	40000	5200	5200
Грунло	1627	7	20	52.041	6.61	42000	42000		
Хертогенбос	1629	4	30	51.7	5.317	35000	35000		
Франкфурт-на-Одере	1631	4	13	52.35	14.55	31000	31000		
Вербен	1631	7	22	52.867	11.967	39000	41000		
Брейтенфельд	1631	7	22	51.132	12.515	72500	76000	5200	5200
Лех (река, приток Дуная)	1632	4	15	48.683	10.917	65000	70000	5000	5000
Маастрихт	1632	6	9	50.867	5.683	50000	50000		
Альтендорф	1632	8	24	49.5	11.1	80000	80000		
Фюрт	1632	9	3	49.478	10.99	86000	88900	1500	1500
Альче Весте	1632	9	9	49.452	10.965	86000	88930	1400	1400
Лютцен	1632	11	16	51.25	12.133	31000	41000		

Все битвы Европы									
Место битвы	Год	Мес	День	FI	LA	H_min	H_max	U_min	U_max
Нёрдлинген	1634	9	6	48.85	10.617	58000	60000		
Лес Авенс Les Avins	1635	5	20	50.4	5.283	40000	40000		
Авзин	1635	5	20	50.5166	5.233	40500	40500		
Лёвен	1635	6	24	50.867	4.7	54000	65000		
Шенкеншанс	1635	7	30	51.8361	6.1103	31500	31500		
Торнавенто Tornavento	1636	6	22	45.6	8.6333	31200	31200		
Сомме	1636	8	5	49.941	2.7183	35500	35500		
Витшток	1636	10	4	53.164	12.486	52000	52000		
Райнфельден	1638	2	28	47.561	7.79	37000	37000		
Сент-Омер	1638	5	24	50.746	2.262	49000	49000		
Фуэнтэрабия	1638	6	0	43.366	-1.8	43800	43800		
Калло	1638	6	20	51.217	4.4	30000	30000		
Виттен	1638	8	9	48.336	7.76	31500	31500		
Тьонвиль	1639	6	6	49.3589	6.1692	31000	31600		
Казаль	1640	4	0	44.83583	8.62611	30000	30000	3000	3000
Монс	1641	5	15	50.45	3.95	96800	96800		
Вольфенбюттель	1641	6	29	52.1622	10.5369	48000	48000		
Лерида	1642	10	7	41.61666	0.63333	33000	33000		
Брейтенфельд	1642	11	2	51.132	12.515	33000	55000		
Торнхам Грин	1642	11	13	51.49	-0.26	37000	37000		
Рокруа	1643	5	19	49.925	4.521	42000	48000		
Глостер	1643	8	10	51.87	-2.24	51500	51500		
Тейтлинген	1643	11	24	47.985	8.823333	30000	33000		
Туттлинген	1643	11	24	47.985	8.823	31500	31500		
Охматов	1644	1	30	49.1763	30.2627	39000	39000		
Марсон-Мур	1644	7	2	53.9	-1.2	38500	47500	4300	4300
Фрайбург	1644	8	3	48	7.9	35000	36500		
Ютебург	1644	11	23	51.99333	13.07277	31000	31800		
Аллерсгейм	1645	0	0	48.843	10.671	33000	34000		
Янков	1645	3	6	49.65	14.7294	30000	34020		
Корсунь	1648	5	15	49.426	31.28	40000	58000		
Цусмарсхаузен	1648	5	17	48.4002	10.5967	36000	36000		
Староконстантинов	1648	7	16	49.156	27.222	49000	49000		
Ленс	1648	8	20	50.55	3.9	32000	34000	4000	4000
Зборов	1649	8	5	49.661	25.147	90000	90000	20000	20000
Данбар	1650	9	3	55.998	-2.523	33000	33000	1200	5000
Батог	1652	6	1	48.591	29.282	44000	44000		
Финта	1653	5	27	44.93	25.45	75000	75000		
Смоленск	1654	6	0	54.783	32.045	31300	31300		
Аррас	1654	8	25	50.2897	2.78	48000	48000		
Дрожи-пле	1655	1	29	49.179	30.235	70000	70000		
Могилев	1655	2	2	53.917	30.35	36000	36000		
Вильна	1655	7	21	54.683	25.283	41000	41000		
Уйце	1655	7	24	54.067	16.733	31400	31400		
Валенсьен	1656	7	16	50.358	3.5233	47500	47500		
Варшава	1656	7	28	52.2107	21.0883	57000	57000	3900	3900
Рига	1656	8	24	56.948	24.107	32390	32390	8000	8000
Битва в Дюнах	1658	6	14	51.0383	2.3775	30000	30000	1500	1500
Конотоп	1659	6	28	51.237	33.203	91500	91500		
Бася р.	1660	9	24	53.767	31.01	31000	31000		
Чуднов	1660	9	27	50.046	28.1518	73000	73000	7000	7000
Слободище	1660	10	7	50.0108	28.4786	40000	40000	950	950

Все битвы Европы									
Место битвы	Год	Мес	День	FI	LA	H_min	H_max	U_min	U_max
Нови Зрин Novi Zrin	1664	7	5	46.323611	16.878333	88000	88000		
Сен-Готард	1664	8	1	46.94876	16.27907	88000	140000		
Подгайцы	1667	0	0	49.367	25.133	90000	90000		
Ладыжин	1672	7	18	48.592	29.282	40000	40000	3100	3100
Каменец-Подольский	1672	8	18	48.674	26.635	66560	66560		
Львов	1672	10	20	49.827	24.0549	50500	50500		
Шеневель	1673	6	7	46.7269	0.6545	39060	39060		
Маастрихт	1673	6	13	50.867	5.683	46200	46200		
Тексель	1673	8	21	53.067	4.8	46200	46200		
Хотин	1673	11	11	48.509	26.492	65000	120000		
Энтзхайм Entzheim	1674	10	4	48.5353	7.6381	57000	57000		
Туркхайм	1675	1	5	48.087	7.281	63000	80000		
Зальцбах	1675	7	27	48.638	8.092	55000	55000		
Филипсбург	1676	5	1	49.233333	8.45	42800	42800		
Маастрихт	1676	6	6	50.867	5.683	32000	32000		
Хальмстад	1676	8	17	56.664	12.8775	41500	41500	1041	1041
Валансьен	1676	11	0	50.3518	3.5232	63000	63000		
Валансьен	1677	2	28	50.358	3.523	43000	43000		
Камбре	1677	3	20	50.177	3.236	44000	44000		
Кассель	1677	4	11	50.8006	2.4883	66000	66000		
Сант Дени Saint-Denis	1678	8	14	50.4833	4.0167	80000	80000		
Паркани Párkány	1683	10	7	47.799167	18.718056	45000	45200	11000	11000
Кицканы	1683	12	5	46.785	29.609	41500	41500		
Буда Buda	1684	6	16	47.466667	19.05	65500	65500	8000	8000
Вач Vác	1684	6	27	47.77518	19.13102	50000	50000		
Бояны	1685	10	1	48.2675	26.1523	59500	59500		
Буда Buda	1686	6	18	47.466667	19.05	89500	89500		
Негропonte Negroponte	1688	7	13	38.466667	23.6	31000	31000		
Белград	1688	7	30	44.8	20.466	61000	61500	9000	9000
Филипсбург Филипсбург	1688	9	24	49.23333	8.45	32000	32000		
Дромор Dromore	1689	3	14	54.417	-6.149	5000	5000		
Londonderry	1689	4	19	54.9958	-7.307	37000	37000		
Валкоу Walcourt	1689	8	25	50.25	4.41666	59000	59000		
Ваточина Batočina	1689	8	29	44.15	21.083333	58000	58000		
Нисса	1689	9	24	43.319	21.896	57000	57000		
Флёрюс	1690	7	1	50.483	4.55	73000	77300	9200	9200
Бойн	1690	7	11	53.723	-7.7	59500	61000	2250	2250
Лимерик	1690	8	0	52.6606	-8.6332	42000	42000	3400	3400
Стафорда	1690	8	18	43.548	3.416	30000	30000		
Монс Mons	1691	3	15	50.45	3.95	96800	96800		
Охрим	1691	7	12	53.29	-8.312	38000	38000	7000	7000
Лимерик Limerick	1691	8	0	52.6653	-8.6238	34000	34000		
Саланкемен	1691	8	19	45.05944	20.2577	83000	125000		
Марсалья	1693	12	4	45.059	4.699	65000	65000		
Тороелла Torroella	1694	5	27	42.0439	3.1286	44000	44000		
Намюр	1695	7	2	50.466667	4.866667	71000	71000		
Олаш	1696	8	26	45.5347	20.804	98000	98000		
Ат Ath	1697	5	12	50.61666	3.766	44100	43850		
Нарва	1700	11	30	59.367	28.183	49300	49300	6000	6000
Кьери	1701	9	1	45.53333	9.93333	60000	60000		
Кайзерверте	1702	4	18	51.3	6.739167	43000	43000		
Ландау	1702	6	16	49.2	8.116667	49340	49340		

Все битвы Европы									
Место битвы	Год	Мес	День	FI	LA	H_min	H_max	U_min	U_max
Клишов Kliszów	1702	7	19	50.617	20.488	36000	36000	2300	2300
Ландау	1702	7	29	49.2	8.116667	50340	50340		
Луццара	1702	8	15	44.967	10.683	54000	59000	800	800
Ореховец (Шлиссельбург)	1702	10	7	59.95	31.033	30440	30440	738	738
Торн	1702	10	14	53.017	18.617	32000	32000	1050	1050
Фридлинген	1702	10	14	48.53	8.27	31000	31000	4400	4703
Эккерн Ekeren	1703	6	30	51.28	4.43	50000	50000		
Гохштедт (Бленхейм)	1703	9	20	48.5934	10.604	55000	55000		
Шпейербах	1703	11	15	49.319	8.431	40000	52000		
Нарва	1704	6	27	59.367	28.183	46500	46500	3059	3059
Донауверт	1704	7	2	48.6935	10.8548	62000	62000		
Шелленберг	1704	7	2	47.921	10.294	36000	36000		
Малага	1704	8	24	36.783	-4.1	46820	46820		
Кассано Cassano	1705	8	16	45.5333	9.5167	46000	46000	2000	2000
Бадахос	1705	11	4	38.878889	-6.966	38000	38000		
Зсибо Zsibó	1705	11	15	47.26666	23.25	31500	31500		
Гродно	1706	1	26	53.667	23.817	65000	65000	12000	12000
Турин Turin	1706	5	14	45.07916	7.676111	66500	85700	3800	3800
Калиш	1706	10	29	51.758	18.08	44000	68000	3300	3300
Альманса	1707	4	25	38.85	-1.083	47000	47000		
Тулон	1707	7	29	43.122	5.93	53000	55000		
Тортоса	1708	6	12	40.8128	0.5233	33200	33200		
Лилль	1708	8	12	50.637	3.063	51000	51000		
Виендале Wijnendale	1708	9	28	51.0922	3.0661	30500	30500		
Лесной	1708	10	9	53.54	30.908	30000	40250	4500	10100
Батурин	1708	11	13	51.333	32.883	33000	33000		
Полтава	1709	6	27	49.574	34.569	54000	97000	10700	10700
Рига	1709	11	6	56.948	24.107	53400	53400		
Альменара	1710	7	27	41.799	0.569	46000	46000	1400	1400
Сарагоса	1710	8	20	41.6428	-0.8449	48000	50000		
Вильявисьоса	1710	12	10	43.467	-5.45	33000	38500		
Виллавичиоза	1710	12	10	40.786	-2.83639	35000	38500		
Денен	1712	7	24	50.329	3.395	34500	40000	2700	2700
Тённинг	1713	2	0	54.3113	8.9429	47000	48600		
Барселона	1713	7	25	41.4019	2.166	46700	46700		
Барселона	1714	9	11	41.4019	2.166	47170	47170		
Штральзунд	1715	10	19	54.2943	13.0833	36000	36000		
Келе	1733	10	14	48.566667	7.816667	34450	34450		
Данциг	1734	2	22	54.36666	18.633333	81130	81130		
Данциг	1734	7	7	54.367	18.633	42000	42000		
Гвасталла	1734	9	19	44.917	10.667	89000	89000	3200	3200
Очаков	1737	7	2	46.519	31.391	80000	87000	17000	18000
Славучаны	1739	8	28	48.389	26.406	68000	151000	1013	1013
Молвиц	1741	4	10	50.84722	17.383333	40600	40600	1700	1700
Прага	1742	0	0	50.083333	14.416667	95000	95000		
Хотузиц (Чеслав)	1742	5	17	49.912	15.395	58000	60000	2957	3000
Деттинген	1743	6	27	50.04888	9.01833	81000	112000	1800	1800
Виллафранка	1744	4	20	43.705	7.3125	38000	38000		
Мадонна-дель-Ольмо	1744	9	30	44.38944	7.547778	50000	51000		
Фонтенуа	1745	5	11	50.5694	3.475	75000	110000	4100	4100
Соар Soor	1745	9	30	50.46666	15.91666	48000	73000	2100	2100
Хеннерсдорф	1745	11	23	51.37	15.01	60000	100000		

Все битвы Европы									
Место битвы	Год	Мес	День	FI	LA	H_min	H_max	U_min	U_max
Кессельсдорф	1745	12	15	51.03333	13.6	67000	70000	2700	2700
Брюссель	1746	1	0	50.85	4.35	34000	34000		
Сан-Ладзаро	1746	6	0	44.467	11.4	40000	40000		
Пьяченцы	1746	6	16	45.04777	9.70055	85000	85000		
Ротто-Фредо	1746	8	10	45.05	9.55	55000	55000	1500	1500
Лауфельд	1747	7	2	50.83	5.594	90000	180000	6600	6600
Берген-оп-Зом	1747	7	15	51.4938	4.3	40000	40000		
Маастрихт	1748	4	15	50.85	5.68333	93000	93000		
Бреславль	1752	12	7	51.117	17.033	53000	53000		
Пирна	1756	9	11	50.967	13.933	90080	90080		
Лобозиц Н	1756	10	1	50.848	14.051	62100	62100	1166	1166
Колин	1757	6	18	50.07	15.2	87000	89000	4424	4424
Хастенберг	1757	7	26	50.103	9.36	95000	96000	925	1400
Гросс-Егерсдорф	1757	8	30	54.625	21.525	79000	83000	3300	3300
Мойс	1757	9	7	51.153	14.987	39000	40000	600	600
Росбах	1757	11	5	51.283	11.9	64000	65000	1200	1200
Крефельд	1758	6	23	51.303	6.5109	77500	82000	2000	2000
Цорндорф	1758	8	25	52.567	14.633	65000	85000	10900	10900
Лутерберг	1758	10	10	51.35	9.6	56000	60000		
Хохкирк	1758	10	14	51.15	14.567	65000	113000	4800	5248
Пальциг	1759	7	23	52.1	15.5333	67000	87000	2163	5163
Минден	1759	8	1	52.32778	8.89085	96500	102000	2419	2600
Максен	1759	11	20	50.924	13.803	39000	47000	1515	1515
Ландесхут	1760	6	23	50.817	16.05	40000	50000	700	700
Варбург	1760	7	31	51.49736	9.128953	36000	45500		
Лигница	1760	8	15	51.217	16.167	48000	76750	2235	2235
Берлин	1760	10	0	52.518	13.408	53000	53000		
Кампен	1760	10	15	51.5022	6.5161	45000	45000		
Торгау	1760	11	3	51.575	12.925	94000	113400	4600	6708
Лутерберг	1762	7	23	51.35	9.6	56000	56000		
Райхенберг	1762	8	16	51.5467	6.6006	47500	47500		
Фрайберг	1762	10	29	50.912	13.343	53660	53660		
Бендеры	1770	7	15	46.8374	29.486	45000	45000	8700	8700
Силистрия	1773	6	26	44.117	27.267	50000	50000		
Козлуджа Kozludza	1774	6	20	43.333333	27.6	48000	65000	575	575
Очаков	1788	12	17	46.519	31.391	65000	65000	9300	9300
Фокшаны	1789	7	21	45.69	27.23	47000	55000	2000	2000
Мартинешти	1789	9	22	45.3	27	97000	97000		
Измаил Izmail	1789	12	22	45.351667	28.836389	71000	71000	28140	30000
Анапа	1791	6	2	44.894	37.317	35000	35000		
Мачин (совр. Мэчин)	1791	7	10	45.246	28.123	60000	110000	4141	4141
Верден	1792	8	20	49.1608	5.3884	63500	63500		
Тионвилль	1792	8	24	49.3589	6.1692	36000	39500		
Лимбург	1792	9	16	50.383333	8.066667	65000	65000		
Вальми (Valmi)	1792	9	20	49.07944	4.76555	66000	100000		
Лилль	1792	9	25	50.512	4.56	31300	31300		
Жемап	1792	11	6	50.453	3.88	55300	81000	700	700
Неервинден	1793	3	18	50.765	5.042	89500	89500		
Фонтене Ле-Комт	1793	5	17	46.466	-0.8061	49000	49000		
Сомюр	1793	6	11	47.26	-0.0769	42000	42000	1000	1000
Нант	1793	6	29	47.2181	-1.5528	62000	62000		
Шатийон	1793	7	5	46.9236	-0.7483	31500	31500		

Все битвы Европы									
Место битвы	Год	Мес	День	FI	LA	H_min	H_max	U_min	U_max
Люсона	1793	8	14	46.4556	-1.1647	45000	45000		
Шантони	1793	9	5	46.68777	-1.04944	32750	32750		
Ондскот	1793	9	6	50.974	2.6412	64000	64000		
Шоле	1793	9	17	47.06	0.878	63000	63000		
Тулон	1793	9	18	43.122	5.93	54000	54000		
Тифауген Tiffauges	1793	9	18	47.0383	-1.1147	80000	80000	3000	3000
Труилас Truillas	1793	9	22	42.6125	2.8092	39000	39000		
Ла Тремблей La Tremblaye	1793	10	15	47.0144	-0.9014	40000	40000		
Ватиньи	1793	10	15	50.278	3.973	67000	67000		
Лаваль	1793	10	22	48.0728	-0.77	31000	31000		
Энтрамес Entrames	1793	10	27	47.9967	-0.7125	56000	56000		
Фужер	1793	11	3	48.352	-1.1986	36000	36000		
Гранвиль	1793	11	14	48.8381	-1.5869	30500	30500		
Хагуенау Haguenau	1793	11	18	48.816667	7.783333	98000	98000		
Кайзерслаутен	1793	11	28	49.470278	7.763611	62000	62000		
Ле-Ман	1793	12	12	48.0042	0.1969	55000	55000	15000	15000
Виссамбур	1793	12	26	49.016667	7.95	73820	93820	400	400
Арлон	1794	4	17	49.682	5.811	36000	36000		
Мускрон	1794	4	26	50.733333	3.216667	38000	38000		
Бомонт-эн-Комбресис	1794	4	26	50.1236	3.4553	50000	50000		
Булу	1794	4	29	42.5247	2.8308	50000	50000		
Турнэй	1794	5	22	50.644019	3.344689	73000	73000		
Торнау Tournay	1794	5	22	48.3775	17.58638	52000	95000		
Кальви	1794	6	15	42.561	8.811	3100	3100	680	680
Сан-Лоренсо	1794	8	13	42.3158	2.93	30000	30000		
Окбайзета Orbaizeta	1794	10	15	42.9744	-1.2294	59000	59000		
Сьерра негра	1794	11	17	42.3158	2.9303	75000	75000		
Баскара Bascaza	1795	6	14	42.162	2.911	60000	60000		
Париж	1795	10	5	48.8566	2.35098	30000	30000		
Майнц	1795	10	18	50	8.2666	60000	60000	1200	1200
Люксембург	1795	11	22	49.6106	6.1328	47000	47000		
Лоано	1795	11	23	44.1167	8.25	43000	43000	1300	1300
Мондови	1796	4	21	44.3833	7.8167	30500	30500		
Боргетто	1796	5	30	45.35	10.7333	47000	47000		
Альтенкирхен	1796	6	4	50.68722	7.645	40000	40000		
Маудах	1796	6	15	49.454167	8.379444	41000	41000		
Эттинген	1796	7	9	48.94333	8.40916	68000	68000		
Лонато	1796	8	3	45.46666	10.48333	35000	35000		
Кастильоне	1796	8	5	45.38333	10.483333	55000	55000		
Медола	1796	8	5	45.8	11	48000	48000		
Нересхайм	1796	8	11	48.75416	10.33444	87740	87740		
Фридберг	1796	8	24	48.3549	10.9797	74000	95000		
Амберг	1796	8	24	49.4712	11.829	74000	74000		
Вюрцбург	1796	9	3	49.79333	9.929444	60000	60000		
Роверето	1796	9	4	45.8833	11.05	30000	55000		
Басано	1796	9	8	45.424	10.082	31000	31000		
Эммендинген	1796	10	19	48.1148	7.904	42000	65000		
Шлингген	1796	10	24	47.75555	7.577222	56000	56000		
Арколе	1796	11	15	45.343	11.338	38000	44000	1800	1800
Риволи	1797	1	13	45.067	7.517	30000	51000		
Мальвазоне Valvasone	1797	3	16	46	12.8666	65500	65500		
Нойвид	1797	4	18	50.43	7.5	57500	57500	5000	5000

Все битвы Европы									
Место битвы	Год	Мес	День	FI	LA	H_min	H_max	U_min	U_max
Дирсхайм Diersheim	1797	4	20	48.65	7.88333	72000	75000		
Нью-Росс	1798	6	5	52.2	-7.9	31400	31400		
Вайнгар-Хилл	1798	6	21	52.50138	-6.56972	33500	33500		
Острах	1799	3	20	47.95	9.38333	80000	80000		
Верона	1799	3	26	45.43333	10.98333	87800	87800		
Мантуя	1799	4	0	45.16	10.8	50000	50000		
Маньяно	1799	4	5	45.4833	8.0833	87000	87000	800	800
Адда	1799	4	16	45.134	9.882	71000	76500		
Брешиа	1799	4	21	45.5263	10.2884	38600	71000		
Кассано	1799	4	27	45.5333	9.5167	52500	52500	700	700
Фрауэнфельд	1799	5	25	47.55	8.9	36000	36000	1000	1000
Цюрих	1799	6	4	47.368	8.5965	70000	70000		
Модена	1799	6	12	44.65	10.9333	33300	33300	6500	6500
Треббия	1799	6	17	45.071	9.679	58000	70000	3000	6800
Нови Novi	1799	8	15	44.761667	8.790556	82000	103000	2400	11300
Краббендам Krabbendam	1799	9	10	52.8167	4.7	48000	48000		
Берген	1799	9	19	50.155	8.753	52000	52000		
Мутенская долина	1799	9	30	46.97837	8.739991	38000	38000		
Алкмар Alkmaar	1799	10	2	52.633	4.75	60000	65000		
Кастрикум	1799	10	6	52.55	4.6667	52100	52100		
Мангейм	1799	10	18	49.48888	8.469167	64000	64000		
Фоссано	1799	11	4	44.58333	7.6666	54500	54500		
Гелиополис	1800	3	20	30.1	31.3333	80000	80000		
Генуя	1800	4	6	44.417	8.933	58000	158000		
Штокках	1800	5	3	47.851	9.011	60000	156000		
Биберах	1800	5	9	48.001667	9.013	50000	70000		
Эрбах	1800	5	15	48.328	9.887778	51000	51000		
Маренго	1800	6	14	44.88333	8.683333	59000	84500	6500	6500
Гохштедт	1800	6	19	48.5934	10.604	90000	130000		
Ампфинг	1800	12	1	48.26666	12.416	45000	45000		
Гогенлинден	1800	12	3	48.0025	12	96000	132300	1000	1000
Апельсиновая война	1801	5	20	38.57	-7.9	78000	78000		
Альбекке (Юнгинген)	1805	10	11	48.444	9.986	31000	31000	509	506
Эльхинген	1805	10	13	48.452	10.098	31000	33000		
Верона	1805	10	18	45.4333	10.9833	89400	89400		
Трафальгар	1805	10	21	36.183	-6.033	36000	36000	4929	5500
Кальдьеро	1805	10	30	45.417	11.183	77500	97000		
Дюренштейн (Кремс)	1805	11	5	48.405	15.573	33000	50000		
Неаполь	1806	2	8	40.845	14.258333	74200	74200		
Битва при Мишаре	1806	8	13	44.7292	19.76	49000	49000		
Делиград	1806	9	3	43.614722	21.579444	85000	92000	33000	33000
Иена-Ауэрштедт	1806	10	14	50.927	11.586	77000	80000		
Галле	1806	10	17	51.476	11.967	36590	36590		
Магдебург	1806	10	25	52.13333	11.616667	46000	46000		
Любек	1806	11	6	53.869722	10.686389	53800	53800		
Пултуск	1806	12	14	52.7	21.083	65000	65000		
Голымин	1806	12	26	52.817	20.679	53000	56000		
Штральзунд	1807	1	30	54.3	13.083333	55000	55000		
Остроленка	1807	2	16	53.067	21.567	45000	45000		
Данциг	1807	3	19	54.366667	18.633333	36000	66400		
Обилешти	1807	6	9	44.415	26.683	58000	58000		
Медина де Риосеко	1808	7	14	41.8942	-4.9936	34000	34000		

Все битвы Европы									
Место битвы	Год	Мес	День	FI	LA	H_min	H_max	U_min	U_max
Байлен	1808	7	16	38.083	-3.76	35000	54200	2443	2443
Вимейро	1808	8	21	39.445	-9.15	31000	32360		
Радроес Padrões	1808	8	21	39.175	-9.316667	30500	30500		
Панкорбо	1808	10	31	43.16888	-2.63	43000	43000		
Вальмазедра Valmaseda	1808	11	5	43.195833	-3.192778	37000	37000		
Бургос	1808	11	7	42.3558	-3.6681	33000	33000		
Эспиноса	1808	11	10	43.066	-3.533	45000	48000		
Тудела	1808	11	23	42.05492	-1.616331	64000	75000		
Сомосьера Somosierra	1808	11	30	41.15741	-3.58508	48000	65000		
Молинс-дель-Рей	1808	12	21	41.41388	2.015833	33000	52000		
Корунна	1809	1	16	43.3627743	-8.40472	30000	62200		
Дуру	1809	3	12	41	-8.2	36000	36000		
Брага Braga	1809	3	20	41.544167	-8.421944	41650	41650		
Медельин	1809	3	28	38.9667	-5.95	30000	45000		
Порденон	1809	4	15	45.9597	12.6501	76000	76000		
Сачиле	1809	4	16	45.967	12.5	76000	76050	500	500
Рашин	1809	4	19	5213	20.2	43000	50500	1250	1250
Тойген Хаузен	1809	4	19	48.9	12.01666	46000	56000		
Абенсберг	1809	4	20	48.8	11.85	97000	170000	500	500
Экмюль(Эгмюль)	1809	4	21	48.843	12.184	80000	166000	1200	1200
Регенсбург	1809	4	23	49.017	12.083	63000	63000		
Ноймаркт	1809	4	24	48.36666	12.5	48160	48160		
Кальдьеро	1809	4	27	45.41666	11.233333	56800	56800		
Эбельсберг	1809	5	3	48.303056	14.290556	30000	62000	600	600
Жирона	1809	5	6	41.984444	2.821111	40600	40600		
Пьяве	1809	5	7	45.529	12.73	66000	70800		
Тарвис	1809	5	15	46.505	13.57833	31000	31000		
Лимбург	1809	5	17	48.3	14.2833	31500	31500		
Чегру	1809	5	31	43.37216	21.9385	72000	72000		
Рааб	1809	6	14	47.683	17.633	67000	84000	600	600
Грац	1809	6	24	47.0666	15.4333	34200	34200		
Корнойбург	1809	7	7	48.34527	16.333056	31000	31000		
Цнайм	1809	7	14	48.856	16.049	38000	38000		
Талавера	1809	7	27	39.967	-4.837	99000	101800	1800	1800
Вальхерен	1809	7	60	51.4984	3.5967	60000	60000		
Арсобиспо	1809	8	8	39.8	-5.166	45000	45000		
Альмонасид	1809	8	11	39.73333	-3.866	56000	56000	1900	1900
Тамамес Tamames	1809	10	18	40.65694	-6.10416	32400	32400		
Оканье Осафа	1809	11	19	39.95	-3.5	81000	81000	500	500
Карпио	1809	11	23	37.9255	-4.4999	30700	30700		
Альба-де-Тормес	1809	11	26	40.83333	-5.5	48000	48000		
Кадис	1810	2	5	36.533	-6.2833	87710	87710		
Сьюдад Родриго	1810	4	26	40.596944	-6.539167	47500	47500	640	640
Базарджик	1810	5	22	43.567	27.833	90000	90000		
Батин	1810	8	26	43.65	25.683	51000	51000	5395	5395
Бусако	1810	9	27	40.34444	-8.3375	65000	65000		
Лозница	1810	10	17	44.53383	19.22116	31500	31500		
Ред Redinha	1811	3	12	40.05	-8.633333	32000	32000		
Таррагона	1811	5	0	41.1	1.2	70000	70000		
Фууэнтес де Офиоро	1811	5	3	40.583333	-6.816667	64000	84350	3534	3534
Альбуэра	1811	5	16	38.716	-6.823	35400	66000		
Руцук (совр. Русе)	1811	6	22	43.85	25.983	75000	105000		

Все битвы Европы									
Место битвы	Год	Мес	День	FI	LA	H_min	H_max	U_min	U_max
Сухар	1811	8	9	37.5333	-2.8333	39300	39300		
Слободзея	1811	10	14	43.857	25.891	43500	86000	20000	20000
Сагунтум Saguntum	1811	10	25	39.676389	-0.273333	49660	49660		
Валенсия	1811	12	26	39.466667	-0.375	54790	54790		
Лубино	1812	0	0	54.8173	32.2411	60000	60000		
Бадахос	1812	3	16	38.8788	-6.966	31700	31700	1900	1900
Асторга Astorga	1812	6	29	42.458	-6.063	30000	30000		
Клястицы	1812	7	19	55.878	28.6	46000	46000		
Саламанка	1812	7	22	40.9	-5.633	98000	101700	700	700
Салтановка	1812	7	23	53.917	30.35	41000	41000		
Могилев	1812	7	23	53.917	30.35	75000	75000		
Островно	1812	7	25	55.139	29.855	38000	38000		
Городечино	1812	7	31	52.418	24.366	58000	58000		
Полоцк	1812	8	5	55.483	28.8	35000	47000		
Полоцк	1812	8	18	55.483	28.8	63000	63000		
Валутина гора	1812	8	19	54.823	32.241	49000	70000		
Мезотен	1812	9	17	56.4333	24.05	42000	42000		
Бургос Burgos	1812	9	19	42.35	-3.7	37000	37000	854	854
Полоцк	1812	10	5	55.483	28.8	80000	80000		
Тарутин (Винково)	1812	10	18	55.17722	37.00277	36000	60000	2000	2000
Малоярославец	1812	10	24	54.99445	36.4667	48000	49000		
Тордесилас Tordesillas	1812	10	25	41.5	-5	88000	88000		
Вязьма	1812	11	3	55.2045	34.3398	49000	49000	4000	7800
Смоляны	1812	11	25	54.6	30.066	60000	60000		
Гамбург	1813	0	0	53.583	9.983	94000	94000		
Данциг	1813	1	0	54.367	18.633	60000	66860		
Модлен	1813	2	28	52.4324	20.6821	33000	33000		
Касталда Castalla	1813	4	13	38.59666	-0.67083	31400	31400		
Луккау	1813	6	6	51.85	13.7166	47000	47000		
Толоса	1813	6	26	43.1262	-2.0833	30500	30500		
Тарагона Tarragona	1813	7	3	41.1156	1.2494	38600	38600		
Ронсеваль Roncesvalles	1813	7	25	43.020278	-1.323889	51000	51000		
Сорорен	1813	7	28	42.8758	-1.618	37000	54000		
Сан Марциаль	1813	8	31	43.327778	-1.761389	34000	34000		
Вартенбург	1813	10	3	51.805	12.836	76000	76000		
Лейпциг	1813	10	16	51.533	12.417	470000	560000	35000	35000
Кальдьеро	1813	11	15	45.417	11.183	34000	34000		
Майнц	1813	11	21	50.8	8.2666	61000	61000		
Нив	1813	12	13	43	-1.5	49000	126000		
Бар-сюр-Об	1814	1	24	48.534	4.14	41100	41100		
Монмирай	1814	1	30	48.87	3.573	67000	73000		
Ла-Ротере (Бриен)	1814	2	1	48.392	4.526	59000	71000		
Минчо	1814	2	8	45.07111	10.981944	69000	69000		
Монмирале	1814	2	11	48.87	3.573	38000	50500		
Шато-Тьерри	1814	2	12	49.04	3.4	50000	51000		
Вошан	1814	2	14	48.881	3.616	41000	41000	1500	1500
Маухампс Vauchamps	1814	2	14	48.8811	3.6164	31000	31000		
Монтро	1814	2	18	48.385	2.951	43500	53000		
Монро	1814	2	18	48.332	3.3893	53000	53000		
Ортез	1814	2	27	43.483333	-0.766667	80000	80000		
Лаусрезель Laubressel	1814	3	0	48.299722	4.212778	52000	52000		
Краон	1814	3	7	47.849	-0.949	46000	130000	1500	1500

Все битвы Европы									
Место битвы	Год	Мес	День	FI	LA	H_min	H_max	U_min	U_max
Реймс	1814	3	13	49.266	4.029	43000	44000		
Лимонест	1814	3	20	45.8369	4.771944	76000	76000		
Арси-сюр-Об	1814	3	20	48.52	4.08	83000	122000		
Фер-Шампенуаз	1814	3	25	48.75	4.0983	41000	48900	5000	5000
Сен-Дизье	1814	3	26	48.6383	4.949	42000	42000		
Тулуза	1814	4	10	43.6044	1.4439	91000	91880	900	914
Байон	1814	4	14	43.333	-1.466	33550	33950	268	268
Оккьобелло	1815	4	8	44.916667	11.583333	35000	35000		
Катр-Бра	1815	6	16	50.394	4.69	44000	61000		
Вавр	1815	6	18	50.7104	4.6548	61000	61000		
Ханану	1815	10	30	50.133	8.917	60000	103000		
Риети	1821	3	0	42.3	12.8	90000	90000		
Дервенакии	1822	8	8	37.875	22.727	39000	39000		
Варна	1828	7	13	43.216667	27.883333	77000	77000		
Бэйлешты	1828	9	26	44.03083	23.3525	30200	30200		
Кулевча	1829	5	30	46.028	29.935	58000	66000	6271	6271
Варшава	1831	9	6	52.3	21	90000	90000	12000	12000
Уэска	1837	5	23	42.18	-0.4	32000	32000		
Постронго	1848	4	28	45.497	10.783	30000	30000		
Санта-Лючия	1848	5	6	38.099	15.241	60000	60000		
Виченца	1848	6	10	45.42	11.058	49000	49000		
Хе Негуес	1848	7	14	45.7069	19.66444	35500	35500		
Сона	1848	7	23	45.141	10.293	52000	52000		
Кустоца	1848	7	25	45.373	10.85	94000	96000	1680	1680
Вольта	1848	7	27	45.319	10.644	35000	35000		
Милан	1848	8	4	45.467	9.167	70000	70000		
Пакозд Pákozd	1848	9	29	47.22112	18.54493	64500	64500		
Мортара	1849	3	21	45.373	8.613	40000	40000		
Новара в 87 км от Милана	1849	3	23	45.453	8.546	92000	107000		
Тапиобиске Tápióbsike	1849	4	4	47.366667	19.683333	38420	3842		
Исашеге	1849	4	6	47.53	19.327	57320	90000		
Комаром	1849	4	26	47.73576	18.15296	52490	52490		
Буда	1849	5	4	47.466667	19.05	39170	39170	1100	1100
Перед	1849	6	20	48.10611	17.8463	50000	63500		
Комаром	1849	7	11	47.73576	18.15296	78000	78000		
Сёреге	1849	8	5	46.25	20.167	63000	79000		
Калафат	1854	0	0	44	22.8	70000	70000		
Альма	1854	9	8	44.8	33.6	88000	90000		
Севастополь	1854	10	5	44.8	33.6	98500	98500		
Инкерман	1854	11	5	44.8	33.7	65000	65000		
Палестро	1859	5	30	45.3	8.6	35000	35000		
Кастельфидардо	1860	9	18	43.5	13.5	48000	48000		
Вольтурно	1860	10	1	41	14.2	60000	60000		
Мец	1864	0	0	49.1137	6.1777	98000	98000		
Альс	1864	6	24	41.45	-2.5	33000	33000	588	588
Трутнов	1866	6	27	50.564	15.907	60000	60000		
Хюнервассер	1866	6	27	50.604	14.782	79000	79000		
Мюнхенгрец	1866	6	28	50.52138	14.973611	34000	34000		
Киссинген Kissingen	1866	7	10	50.199444	10.076389	33000	33000	264	264
Хельмштадт Helmstadt	1866	7	25	49.766	9.716667	39000	39000		
Герхсхайм	1866	7	25	49.707	9.785	42000	42000	21	21
Вейсенбург (Виссамбур)	1870	8	4	49.036	7.944	33000	68000		

Все битвы Европы									
Место битвы	Год	Мес	День	FI	LA	H_min	H_max	U_min	U_max
Шпихерн	1870	8	6	19.193	6.969	63000	74980	587	587
Страсбург	1870	8	15	48.5848	7.7506	63000	63000	1038	1038
Гравелот	1870	8	18	49.111	6.031	301100	350000	6383	9200
Сен-Права, Гравелот	1870	8	18	49.111	6.031	350000	350000		
Мец	1870	8	19	49.1137	6.1777	360000	360000		
Седан	1870	9	1	49.7	4.944	330000	344000	4530	5900
Париж	1870	9	19	48.8566	2.3518	440000	640000		
Бельфор	1870	11	3	47.6379	6.862	41160	41160		
Кульмье Coulmiers	1870	11	9	47.91666	1.65	88990	89000		
Амьен	1870	11	27	49.8675	2.52	55000	70000	2675	2675
Бон-ла-Роланд	1870	11	28	48.073	2.44	56000	69000		
Луаньи-Пуар	1870	12	2	48.1239	1.7339	80000	80000		
Галлю река (Пон-Нозль)	1870	12	23	49.893	2.299	65000	65000		
Бапом	1871	1	2	50.104	2.852	51000	51000		
Вилерселе	1871	1	9	47.5514	6.4339	35000	35000		
Сент-Квентин	1871	1	19	49.8486	3.2864	73000	73000		
Сен-Кантен	1871	1	19	49.85	3.28	73000	73000		
Париж	1871	1	28	48.833	2.333	590000	640000		
Пуэнте-де-ла-Рейна	1872	10	6	42.66667	-1.81667	59000	59000		
Шипка	1877	8	21	42.748	25.322	43500	43500		
Пелишат	1877	8	30	43.35	24.8	45000	45000		
Ловча	1877	9	3	43.126	24.7718	35000	35000		
Шейново	1877	12	26	42.683	25.317	72000	72000		
Сливница	1885	11	17	42.8429	23.0332	43000	72000		
Пирот	1885	11	26	43.2	22.9	85000	107000		

Библиография

- Алефельд Г.Ю Херцбергер Ю. 1989. Введение в интервальные вычисления. М.: Мир. 360 с.
- Архенгольц И.В. 2001. *История Семилетней войны*. М.: Изд. АСТ. 560 с.
- Берже П., Помо И., Видаль К. 1991. *Порядок в хаосе*. М.:Мир. 368 с.
- Беркович С.Я. 1993. *Клеточные автоматы как модель реальности: поиски новых представлений физических и информационных процессов*. М.: Из-во МГУ. 112 с.
- Бонч-Осмоловская Т.Б. 2009. *Введение в литературу формальных ограничений*. Самара. Бахрах-М. 560 с.
- Бородкин Л. И. 2003. "Порядок из хаоса": концепции синергетики в методологии исторических исследований. Новая и новейшая история. №2. С. 98-118.
- Бородкин, Л. И. 2004. *Нелинейные модели историко-социальных процессов: методология и приложения. Базы данных и информационные технологии XXI в.* (Ред. Е. М. Бениаминов и С. Н. Бычков). М.: РГГУ. С. 262–314.
- Бреер В. В. 2020. *Пороговые модели боевых действий*. УБС. Вып. 84. С. 35–50.
- Владимиров В.А., Воробьев Ю.Л., Малинецкий Г.Г., Подлазов А.В. и др. 2000. *Управление риском. Риск, устойчивое развитие, синергетика*. М.: Наука. 432 с.
- Все войны мировой истории. 2004. Кн. 2. 1000 – 1500 г. СПб.: ПОЛИГОН. 520 с.
- Все войны мировой истории. 2004. Кн. 3. 1500 – 1750 г. СПб.: ПОЛИГОН. 596 с.
- Гмурман В.Е. 2003. *Теория вероятностей и математическая статистика*. 9-е изд. Высш. шк. 479 с.
- Дельбрюк Г. 2011. *История военного искусства в рамках политической истории*. СПб.: Наука, 4355 с.
- Дюпуи Р. Э., Дюпуи Т. Н. 2004а. *Все войны мировой истории по Харперской военной энциклопедии военной истории*. Том 2. СПб.: Полигон. 520 с.
- Дюпуи Р. Э., Дюпуи Т. Н. 2004б. *Все войны мировой истории по Харперской военной энциклопедии военной истории*. Том 3. СПб.: Полигон. 596 с.

Жуков Д.С. 2018. *Самоорганизованно-критические модели в социогуманитарных исследованиях.* Вестник ПНИПУ. № 1. С. 45–60.

Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. 2008. *Математические модели механики и электродинамики сплошной среды.* М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана. 512 с.

История и синергетика. 2010. **Математическое моделирование социальной динамики.** Ред.Коротаев, А. В., С. Ю. Малков. Методология исследования. М.: УРСС. 192 с.

Канторович Л.В., Фет Я.И. 1986. *Архитектура будущих ЭВМ.* Природа. №7. С. 3-15.

Капица С.П. 1996. *Феноменологическая теория роста населения Земли.* Успехи физических наук. Т. 166. № 1. С. 63–80.

Каток А. Б., Хассельблат Б. 1999. *Введение в современную теорию динамических систем.* М.: Факториал. 768 с.

Кафаров В.В., Глебов М.Б. 2018. *Математическое моделирование основных процессов химических производств.* Учебное пособие. М.: Юрайт. 404 с.

Кейлис-Борок В. И., Кособоков В. Г., Межкенов С. А. 1989. *О подобии в пространственном распределении сейсмичности.* Теория и алгоритмы интерпретации геофизических данных. Вычислительная сейсмология. Вып. 22. С. 28–40.

Кондратьев Н. Д. 2017. *Кризисы и прогнозы в свете теории длинных волн. Взгляд из современности* (ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаева, В. М. Бондаренко. М.: Моск. ред. изд-ва «Учитель», 386 с.

Кондратьев Н.Д., Яковец Ю.И.Абалкин Л.И. 2002. *Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения.* Избранные труды. М.: Экономика. 550 с.

Коробов П.Н. 2006. *Математическое программирование и моделирование экономических процессов.* М.: ДНК. 376 с.

Коротаев А. В., А. С. Малков и Д. А. Халтурина. 2007. *Законы истории. Математическое моделирование исторических макропроцессов. Демография, экономика, войны.* Издание 2-ое. М.: КомКнига. 224 с.

- Коротаев А.В. , Гринин Л.Е. 2012.** *Кондратьевские волны в мирсистемной перспективе.* Кондратьевские волны: аспекты и перспективы. С.58–109.
- Кульчицкий В.Е., Пустовитенко Б.Г. 1995.** *Об оценке магнитуд максимально возможных землетрясений по временной компоненте сейсмичности.* Доклады АН Украины. №5. С. 82–84.
- Кульчицкий В.Е. 1999.** *Фрактальное распределение местоположений населенных пунктов Крыма и Украины.* Рукопись.. 8 с.
- Кульчицкий В.Е. 2006.** *Диффузионная клеточно-автоматная модель сейсмичности. Результаты численного эксперимента. Сопоставление с наблюдениями.* Геофиз. журн. Т. 28. №1. С. 82–96.
- Кульчицкий В.Е. 2007.** *Компьютерное моделирование событий военной истории на примере статистики вооруженных конфликтов Западной и Центральной Европы XIII-XIX вв.* История и математика. Анализ и моделирование социально-исторических процессов М.: КомКнига, С. 147–169.
- Кульчицкий В.Е. 2017.** *Землетрясения и войны. Сравнительные характеристики. Моделирование.* Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 3 (69). № 2. С. 218–242.
- Курдюмов С.П. Малинецкий Г.Г, Подлазов А.В. 2004.** *Историческая динамика. Взгляд с позиций синергетики.* Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша, 085. 16 с..
- Лашкин, В. И. 2003.** *Физическая модель замкнутой цивилизации.* <http://dissident-v.narod.ru/Physicsmodel.html>.
- Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. 1990.** *Введение в синергетику.* М.: Наука. 272 с.
- Лукк А.А, Дещеревский А.В., Сидорин А.Я., Сидорин И.А. 1996.** *Вариации геофизических полей как проявление детерминированного хаоса во фрактальной среде.* М.: ОИФЗ РАН. 210 с.
- Ляхов, А. Ф. 2000.** *Компьютерное и математическое моделирование исторических процессов.* Ученые записки Вятского отделения международной славянской Академии наук. вып. 6: 23–42.

Малинецкий, Г. Г., Курдюмов С. П. 2001. *Нелинейная динамика и проблемы прогноза.* Вестник Российской Академии наук. 71(3) С. 210–232.

Малков С. Ю.. 2002. *Математическое моделирование исторических процессов./ Новое в синергетике. Взгляд в третье тысячелетие.* Ред. Г. Г. Малинецкий и С. П. Курдюмов. М.: Наука. С. 291–323.

Малков С.Ю. 2009. *Социальная самоорганизация и исторический процесс. Возможности математического моделирования.* М.: Либроком. – 240 с.

Малков С.Ю. 2017. *Моделирование закономерностей мировой динамики. компьютерные исследования и моделирование.* т. 9. № 3. С. 419–432.

Малков С.Ю. 2019. *Режимы с обострением в истории человечества или воспоминания о будущем.* Компьютерные исследования и моделирование. т.11. № 5. С. 931–947.

Малышева Е.М. 2005. *Мировые войны и локальные военные конфликты в истории.* Вестник АГУ. г. Майкоп. №1(16). С.69- 78.

Мальтус Т.Р. 1868. *Опыт о законе народонаселения,* т.1. СПб. 472 с.

Мандельброт Б. 2002. *Фрактальная геометрия природы.* Серия: Институт компьютерных исследований. М.: 656 с.

Манфред А.З. 1989. *Наполеон Бонапарт.* М.: Мысль. 734 с.

Марчук Г.И. 1982. *Математическое моделирование в проблеме окружающей среды.* М.: Наука. 320 с.

Меринг Ф. 2000. *История войн и военного искусства.* СПб-М: ООО «Изд. Полигон». 528 с.

Митюков Н.В. 2007. *О типологии математических моделей военно-исторических процессов. // История и математика. Анализ и моделирование социально-исторических процессов.* М.: КомКнига. С. 119–146.

Моисеев Н.Н. 1981. *Математика в социальных науках. Математические методы в социологическом исследовании.* М.: С. 166.

Мольтке Г. 1937. *История германо-французской войны 1870–1871 гг.* М.: Воениздат. 360 с.

Мун Ф. 1990. *Хаотические колебания.* М.: Мир. 312 с.

- Мухамедов В.А. 1990.** *Вероятностные аспекты фрактального анализа сейсмических рядов –корреляционный интеграл и устойчивые распределения.* Изв. АН Туркм. ССР, сер. физ.-техн. и геолог. наук. №4. С.27–31.
- Мухамедов В.А., Каррыев Б.С., Канель Е.Г. 1992.** *Временные вариации фрактальных размерностей сейсмичности.* Докл. АН СССР. Т.322. №3. С.490-497.
- Нейман Дж. фон. 1971.** *Теория самовоспроизводящихся автоматов.* М.: Мир. 381 с.
- Нефедов, С. А. 2000.** *О законах истории и математических моделях.* Известия Уральского государственного университета. 8(15): С.15–23.
- Новиков Д.А. 2012.** *Иерархические модели военных действий.* Управление большими системами. Вып. 37. С. 25–62.
- Осипов М.П. 1915.** *Влияние численности сражающихся сторон на их потери.* Военный сборник. №6. С. 59–74; №7. С. 25–36; №8. С. 31–40; №9. С. 25–37.
- Петерс Э. 2004.** *Фрактальный анализ финансовых рынков. Применение теории Херста в инвестициях и экономике.* М.: Интернет-трейдинг. 304 с.
- Писаренко В.Ф., Родкин М.В. 2007.** *Распределения с тяжелыми хвостами: приложения к анализу катастроф.* (Вычислительная сейсмология. Выпуск 38). М.: ГЕОС. 242 с.
- Плотинский Ю.И. 2001.** *Модели социальных процессов.* М.: Логос. 296 с.
- Плохотников, К. Э. 1996.** *Нормативная модель глобальной истории.* М: Издательство МГУ. 64 с.
- Плущевский, А. М. 2015.** *Термодинамика исторической жизни народов //Евразийское научное объединение Перспективные направления развития современной науки. III международная научная конференция. №3. С.145-156.*
- Подлазов А.В. 2005.** *Теория самоорганизованной критичности – наука о сложности.* Будущее прикладной математики. Лекции для молодых исследователей. От идей к технологиям. М.: С.404 – 426.

Проблемы периодизации исторических макропроцессов. вып. История и математика... 2006.– (отв. ред. Гринин Л. Е., А. В. Коротаев и С. Ю. Малков). М.: УРСС. 168 с.

Пустовитенко Б.Г., Щербина С.В., Кульчицкий В.Е. 1997. *Пространственно-временные свойства сейсмичности бассейна Черного моря и его обрамления.* Геофиз. журнал. Т.19. №6.С.58-69

Ризниченко Г.Ю. 2016.. *Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии.* Учебное пособие. М.: Юрайт. 184 с.

Ризниченко Ю.В. 1968. *Энергетическая модель сейсмического процесса.* Изв. АН СССР. Физика Земли. №5. С.3–19.

Розов Н.С. 2007. *Теоретизация истории и роль математики.* История и Математика: Концептуальное пространство и направления поиска (Под ред. П.В. Турчина, Л.Е. Гринина, А.В. Коротаева, С.Ю. Малкова). М.: КомКнига: УРСС. С. 19–30.

Румшицкий Л.З. 1971 *Математическая обработка результатов эксперимента. Справочное руководство.* М.: Наука. 192 с.

Садовничий В.А., Акаев А.А., Коротаев А.В., Малков С.Ю. 2012. *Моделирование и прогнозирование мировой динамики.* Научный совет по Программе фонд. исслед. Президиума Российской академии наук «Экономика и социология знания». – М.: ИСПИ РАН. Экономика и социология знания. 359 с.

Садовский М.А., Голубева Т.В., Писаренко В.Ф., Шнирман М.Г. 1984. *Характерные размеры горной породы и иерархические свойства сейсмичности.* Изв. АН СССР. Физика Земли. №2. С.3-15.

Соболев Г.А. 1993. *Основы прогноза землетрясений.* М.: Наука. 313 с.

Тарле Е. В. 2011а. *Северная война и шведское нашествие на Россию.* М.: Полигон. 704 с.

Тарле Е. В. 2011б. *Наполеон.* М.: Наука, 462 с.

Тауш А.. 2012. *Геостратегические соображения по поводу циклов Кондратьева, глобализации и войн.* Мировая экономика и международные отношения. № 10. С. 105–114.

Тимашев, С. Ф. 2006. *О физико-химической сущности пассионарных толчков.*
<http://gumilevica.kulichki.net/debate/Article08.htm>.

Титомир Л.И., Кнеппо П. 1999. *Математическое моделирование биоэлектрического генератора сердца.* М.: Наука. Физматлит. 448 с.

Тойнби А.Дж. 1991. *Постижение истории. Сборник.* М.: Изд. Прогресс. 736 с.

Тоффли Г., Марголус Н. 1991. *Машины клеточных автоматов.* М.: Мир. 280 с.

Турчин П.В. 2010. *Историческая динамика. На пути к теоретической истории.* М.: Изд. ЛКИ. 368 с.

Турчин П.В. 2011. *Клиодинамика: Новая теоретическая и математическая история.* Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин (МЕТОД) №2. С.173–186.

Уломов В.И. 1988. *Очаговая сейсмичность и долгосрочный прогноз землетрясений. Проблемные вопросы сейсмологии Средней Азии.* Материалы конференции, посвященные 20-летию образования Института сейсмологии АН Уз.ССР. С.34–87.

Урланис Б. Ц. 1998. *История военных потерь.* СПб.: Полигон. АСТ. 560 с.

Федер Е. 1991. *Фракталы.* М.: Мир. 254 с.

Фракталы в физике. 1988. *Труды VI Международного симпозиума по фракталам в физике (Триест, 9-12 июня 1985 г.).* М.: Мир. 672 с.

Харботл Т. 1993. *Битвы мировой истории.* М.: Внешсигма. 576 с.

Цетлин М.Л. 1969. *Исследования по теории автоматов и моделированию биологических систем.* М.: Наука. 316 с.

Чандлер Д. 1999. *Военные кампании Наполеона.* М.: Изд. Центрполиграф. 693 с.

Чернавский Д.С., Чернавская Н.М., Малков С.Ю., Малков А.С. 2002. *Стратегическая стабильность,* Изд. центр ЗАО ПСТМ (Юбилейный), № 1. С. 60–66.

Чижевский А.Л. 1995. *Космический пульс жизни.* М.: Мысль. 768 с.

Шокин Ю. И. 1981. *Интервальный анализ.* Новосибирск. Наука. с.112.

Шумов В. В., Корепанов В. О. 2020. *Математические модели боевых и военных действий.* Компьютерные исследования и моделирование. Т. 12. № 1. С. 217–242

- Шустер Г. 1988.** *Детерминированный хаос. Введение.* М.: Мир. 240 с.
- Яковец Ю.В. 2006.** *Волны Кондратьева и цикличная динамика экономики и войн: теория и будущее.* Экономические стратегии-Центральная Азия. №1.С.6-1
- Bak P., Tang C., Wiesenfeld K. 1988.** *Self-organized criticality.* Phys. Rev. A. 1988. V.38. N1. p.364–374.
- Dupuy T.N. 1995.** *Attrition. Forecasting Battle Casualties and Equipment Losses in Modern War.* Fall Church (Virginia): Nova Publication. 176 p.
- Goldstone, J. 1991.** *Revolution and Rebellion in the Early Modern World.* Berkeley, CA: University of California Press.
- Grassberger P., Procaccia J. 1983.** *On the characterization of strange attractors.* Phys. Rev. Lett. Vol.50. P. 346–350.
- Hoerner, von S J. 1975.** *Population explosion and interstellar expansion.* Journal of the British Interplanetary Society. Vol. 28. pp. 691-712.
- Hurst H.E. , Black R.P., Simaike Y.M. 1965.** *Long-Temp Storage an experimental Stitu .* London. p.120.
- McEvedy Cohn, Jones Richard. 1978, 1979.** *Atlas of World Population History.* New York, N.Y. 10019, 368 p.
- Minsky M. 1982.** *Cellular vacuum.* International of Theoretical Physics. N 6/7. P.537–551.
- Moore R.E. 1966.** *Interval analysis.* – Englewood Cliffs: Prentice Hall. 190 p.
- Lanchester F.W. 1914.** *Aircraft in Warfare: The Dawn of the Fourth Arm // Engineering.* Vol. 98. P. 422–423; 452–454.
- Takens F. 1981.** *Detecting strange attractors in turbulence.* Lecture Notes in Mathematics. vol.898. pp.366-381
- Wolfram S. 2002.** *New Kind of Science.* Champaign, IL: Wolfram Media Inc. 1197 P.
- Wolfram S. 1984.** *Cellular automata as models of complexity.* Nature. Vol.311. P. 419–424.

Сведения об авторе

Кульчицкий Валерий Евгеньевич

Образование—физика.

Специальность—сейсмолог, с 1970 г.

Ученая степень—кандидат физико-математических наук, 1978 г.

Ученое звание—старший научный сотрудник, 1986 г.

Место работы. Республика Крым, Симферополь, Государственное автономное учреждение "Крымский республиканский центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства"

Должность—ведущий научный сотрудник.

Стаж работы в сейсмологии – 52 года. Автор более 130 статей и 4 монографий (сейсмологическая и иная тематика). По математической истории опубликовано 5 статей.

Место жительства: г. Симферополь, телефон +79780979004.

e-mail: kulchiczki00@mail.ru.