



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Астраханский государственный технический университет»
Система менеджмента качества в области образования, воспитания, науки и инноваций сертифицирована DQS
по международному стандарту ISO 9001:2015

Практика по получению опыта профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий

методические рекомендации
для аспирантов и руководителей практики

Астрахань, 2017

Составитель:

Квятковская И.Ю., доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Высшая и прикладная математика»

Рецензент: Аминул Л.Б., кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Высшая и прикладная математика»

Практика по получению опыта профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий: методические рекомендации для аспирантов и руководителей практики/ АГТУ; Сост. И.Ю. Квятковская. – Астрахань, 2017. – 37 С.

Приводятся основы организации практики по получению опыта профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий у обучающихся по направлениям аспирантуры, включая порядок проведения практики, описание структуры и содержания практики, правил подготовки и оформления отчетной документации, порядок промежуточной аттестации по практике.

Методические рекомендации составлены в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и предназначены для аспирантов технических, естественнонаучных и гуманитарных направлений подготовки (01.06.01, 04.06.01, 05.06.01, 06.06.01, 08.06.01, 09.06.01, 13.06.01, 15.06.01, 18.06.01, 19.06.01, 26.06.01, 35.06.03, 35.06.04, 38.06.01, 40.06.01, 44.06.01) и руководителей практики.

Методические рекомендации рассмотрены и одобрены на заседании Научно-методического совета Информационных технологий и коммуникаций ФГБОУ ВО «АГТУ» 07.02.2017 г., протокол №5.

© Астраханский государственный технический университет

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ	5
3. ОБЯЗАННОСТИ РУКОВОДИТЕЛЯ ПРАКТИКИ И АСПИРАНТА	6
4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ	6
5. ПОРЯДОК ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ПРАКТИКЕ	8
6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ И ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИКЕ	8
7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	12
Приложение 1	15
Приложение 2	16
Приложение 3	17
Приложение 4	18
Приложение 5	21
Приложение 6	22
Приложение 7	23
Решение задач комбинаторики.....	24
Дискретные и непрерывные случайные величины	24
Законы распределения и статистические функции Mathcad	26
Регрессия и метод наименьших квадратов.....	29
Выполнение линейной регрессии в среде Mathcad	30
Полиномиальная регрессия в Mathcad.....	32
Проведение нелинейной регрессии ^(*)	33
Экстраполяция и предсказание	34
Сглаживание данных.....	35

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) (далее – практика) является одним из этапов подготовки аспиранта к профессиональной деятельности. Практика – обязательный компонент образовательных программ высшего образования – программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – программы аспирантуры) для всех реализуемых в Университете форм обучения.

Целью практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности является формирование способности аспиранта самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий; закрепление теоретической подготовки аспирантов, формирование практических навыков использования ИКТ для решения задач профессиональной деятельности, проведения научно-исследовательской работы с использованием ИКТ.

Задачи практики:

- закрепить теоретические знания, полученных в результате освоения теоретических курсов и самостоятельных научных исследований в части расширения возможности использования ИКТ в профессиональной деятельности;
- определить виды, структуру и состав информационных технологий проведения научных исследований, методы сбора, обработки и интерпретации данных для решения задач в своей профессиональной деятельности;
- овладеть навыками использования информационно-коммуникационных технологии сбора, обработки и анализа экспериментальных данных, полученных при проведении научных исследований;
- изучить способы анализа информационных ресурсов исследователем по заданной тематике, современные информационные технологии для решения научных, поисковых, образовательных и прикладных задач в соответствующей профессиональной области;
- продемонстрировать владение программным инструментарием для планирования экспериментов и компьютерного моделирования в заданной предметной области приобретение опыта научно-исследовательской деятельности посредством самостоятельного выполнения научно-исследовательского проекта (научно-исследовательской работы), включая освоение методов поиска источников информации о предмете исследований, систематизацию, осмысление и преобразование собранных данных, реализацию необходимых способов обработки данных, представление результатов научной работы.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Практика по получению опыта профессиональной деятельности с использованием ИКТ проводится в структурных подразделениях университета, отвечающих за изучение информационно-коммуникационных технологий, математического моделирования, обработки данных для всех направлений университета. Практика проводится в соответствии с учебным планом программы аспирантуры, календарным графиком учебного процесса и программой практики (стационарная практика).

Организация и методическое обеспечение практики осуществляется вышеназванной кафедрой. Руководителем практики аспиранта назначается ведущий преподаватель кафедры в сфере инфокоммуникационных технологий.

Вид практики – производственная.

Способ проведения практики – стационарная.

Форма проведения практики:

– для очного обучения – непрерывная;

– для заочного обучения – дискретная.

Руководителем практики аспиранта назначается преподаватель кафедры Университета, осуществляющей преподавание информационно-коммуникационных технологий.

Направление аспирантов на практику по получению опыта профессиональной деятельности с использованием ИКТ и утверждение руководителей практики оформляется приказом ректора Университета по представлению начальника отдела подготовки кадров высшей квалификации, при согласовании с проректором по научной работе и инновациям.

Аспирант, направленный на практику, получает от руководителя рабочий график проведения практики (Приложение 2) и, совместно с руководителем практики, составляет индивидуальное задание на практику (Приложение 3). Во время практики аспирант получает задание для самостоятельного выполнения (Приложение 1), ориентирующее на применение ИКТ в конкретной предметной области, связанной с направлением и направленностью программы обучения аспиранта.

В целях лучшей подготовки к практике аспирант должен ознакомиться с программой и содержанием предстоящих работ заблаговременно, изучить необходимую литературу и получить рекомендации со стороны руководителя практики.

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления практика реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее - индивидуальных особенностей); обеспечивается соблюдение следующих общих требований: использование специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего такому обучающемуся необходимую

техническую помощь, обеспечение доступа в здания и помещения, где проходит учебный процесс, другие условия, без которых невозможно или затруднено прохождение практики по письменному заявлению обучающегося).

По завершении практики аспирант оформляет отчет, прикладывает к нему заполненный дневник практики (при наличии), индивидуальное задание на практику, отзыв руководителя практики, и передает комплект документов на кафедру для дальнейшей защиты отчета.

Формой промежуточной аттестации по практике является зачет.

3. ОБЯЗАННОСТИ РУКОВОДИТЕЛЯ ПРАКТИКИ И АСПИРАНТА

Руководитель практики:

- совместно с обучающимся составляет индивидуальное задание для прохождения практики;
- осуществляет контроль за соблюдением сроков проведения практики и соответствием ее содержания требованиям, установленным образовательной программой;
- оказывает методическую помощь при выполнении практикантами индивидуальных заданий;
- оценивает конечные результаты прохождения практики на основании отчета, предоставленного аспирантом после завершения практики.

В период прохождения практики аспирант обязан:

- соблюдать трудовую дисциплину и выполнять установленные в образовательной организации правила внутреннего распорядка;
- полностью выполнить предусмотренное программой практики индивидуальное задание;
- составить по итогам прохождения практики отчет;
- по окончании практики предоставить на кафедру оформленный отчет и заключение руководителя;
- разместить копии отчета и заключения руководителя практики в своем портфолио на образовательном портале Университета <http://portal.astu.org/>.

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

Для формирования навыков проведения научно-практической и научно-исследовательской деятельности с использованием ИКТ необходимо выполнить комплексное задание, состоящее из двух частей.

В первой части представить обзор информационно-коммуникационных технологий, применяемых в данной профессиональной области, охватывающей как педагогическую деятельность, так и научно-исследовательскую: формулировка задания, результаты, содержащие обзор информационных технологий, коммуникационного оборудования, современных информационных систем,

используемых в данной профессиональной деятельности, сравнение аналогов, рекомендации.

Во второй части необходимо формализовать и структурировать входные и выходные данные, полученные в ходе научно-исследовательской работы, описать методы обработки данных и возможность применения средств ИКТ для обработки. Обработать результаты имеющихся экспериментальных исследований с применением методов математической статистики, описать выбор статистического критерия, методику определения достоверности совпадений и различий характеристик исследуемых объектов в исследовании.

Представить отчет с результатами выполненной работы в виде скриншотов, таблиц и диаграмм, а также (при наличии) – проект статьи по проведенному экспериментальному анализу. В качестве экспериментальных данных использовать готовые образцы и примеры обработки результатов экспериментов. Если нет готовых экспериментальных данных, можно использовать известные данные, близкие по тематике, с указанием источника заимствования.

Задание по практике:

1. ПРОВЕСТИ АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИКТ В ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОЙ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- описать применение информационных технологий в качестве инструмента преподавательской и научно-исследовательской работы;
- дать представление о классах исследовательских задач, которые можно решать с помощью современных полифункциональных интегрированных систем автоматизации научно-технических расчетов;
- описать использование пакетов программ для статистической/математической обработки экспериментальных данных научных исследований;
- дать подробную характеристику с примерами и сделать сравнительный анализ ППС вашей профессиональной направленности.

2. ВЫПОЛНИТЬ ОБРАБОТКУ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПО ТЕМЕ ВАШЕЙ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ В ОДНОЙ ИЛИ НЕСКОЛЬКИХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДАХ (MATHCAD, EXCEL, CALC)

- обработать результаты экспериментальных исследований с применением методов математической статистики, опишите выбор статистического критерия, методику определения достоверности совпадений и различий характеристик исследуемых объектов в исследовании.
- результаты отразить в отчете в виде скриншотов, таблиц и диаграмм.
- рассмотреть возможность написания статьи по проведенному экспериментальному анализу.

5. ПОРЯДОК ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ПРАКТИКЕ

По окончании практики аспирант предоставляет руководителю практики отчетную документацию:

- отчет;
- индивидуальное задание для прохождения практики;
- дневник практики;
- заключение руководителя практики.

Отчетные документы переплетаются в следующем порядке:

1. Титульный лист отчета.
2. Индивидуальное задание для прохождения практики
3. Текст отчета
4. К отчету прикладываются дневник практики и заключение руководителя практики.

Промежуточная аттестация по практике проводится в форме зачета.

Зачет выставляется по итогам текущей работы аспиранта в ходе практики и оценке предоставленных отчетных документов.

Оценку выставляет руководитель практики, который принимает решение о достижении аспирантом поставленной цели практики и степени сформированности компетенций.

По итогам защиты отчета аспиранту выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ И ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИКЕ

Текст отчета распечатывается на одной стороне стандартных листов формата А4 (210 x 297 мм). Поля: верхнее и нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1,5 см.

Формат абзаца: выравнивание для основного текста – по ширине, для заголовков и подписей иллюстраций – по центру. Отступ для основного текста – 1,25. Междустрочный интервал – полуторный. Отступы справа, слева, до и после абзаца – 0.

Формат шрифта: шрифт Times New Roman, для основного текста – 14 пт, для заголовков глав – 14 пт, для заголовков таблиц, подписей к иллюстрациям – 14, Для содержимого таблиц – 12.

Поставьте автоматическую расстановку переносов, переносы в словах из прописных букв запретите.

Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа (на титульном листе номер страницы не ставится).

Каждый раздел отчета располагается с новой страницы. Заголовок располагается в центре страницы, жирным шрифтом.

Расстояние между названием раздела и текстом 1,5 интервала. Точку в конце заголовка не ставят. Не допускается подчеркивание заголовков и перенос в нем слов.

В тексте отчета обязательны ссылки на литературные источники, которые приводятся в квадратных скобках по мере употребления в тексте.

Например: «Каждый функциональный блок UOB может иметь последовательность декомпозиций и, следовательно, может быть детализирован с любой необходимой точностью [1]».

Иллюстративный материал, к которому относят рисунки, фотографии, схемы, графики, чертежи, диаграммы и т.п., следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице, если в указанном месте они не помещаются. На все иллюстрации должны быть даны ссылки. Иллюстрации должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота документа или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации и таблицы вставляются в текст отчета или размещаются на отдельных листах в порядке их обсуждения в тексте.

Все рисунки и таблицы должны иметь названия. Используемые на них обозначения должны быть пояснены в подписях. Заимствованные из работ других авторов рисунки и таблицы должны содержать после названия ссылки на источники этой информации. Подписи и пояснения к рисункам, схемам и таблицам должны быть выполнены на лицевой стороне листа (там же, где рисунок).

В тексте ссылка на таблицы обозначается словом (табл.), ссылка на рисунки – (рис.). Нумерация рисунков и таблиц должна быть сквозной, арабскими цифрами без знака №. Если в отчете приведена одна иллюстрация, то ее не нумеруют и слово (рис.) или (табл.) не пишут. Каждый рисунок должен сопровождаться содержательной подписью. При необходимости иллюстрации снабжаются поясняющими данными.

На графиках указывают следующие данные:

1. Наименования и единицы измерения величин, изменяющихся по осям, пишут над осью ординат (вертикальной) и на правом краю оси абсцисс (горизонтальной).

2. Числовые значения этих показателей отмечают под осью абсцисс и слева от оси ординат.

3. Линии графика могут быть выделены различной плотностью. Наименования величин заменяются буквенными выражениями, а единицы измерения пишутся сокращенно в соответствии со стандартами. Если обе шкалы начинаются с нуля, то ноль на их пересечении ставится один раз. Если шкалы начинаются с разных величин, то у начала каждой шкалы ставится своя величина.

Пример оформления рисунков:

Ссылка в тексте:

«На рис. 1.2 схематически показаны переменные, характеризующие воздействия и состояние объекта управления».

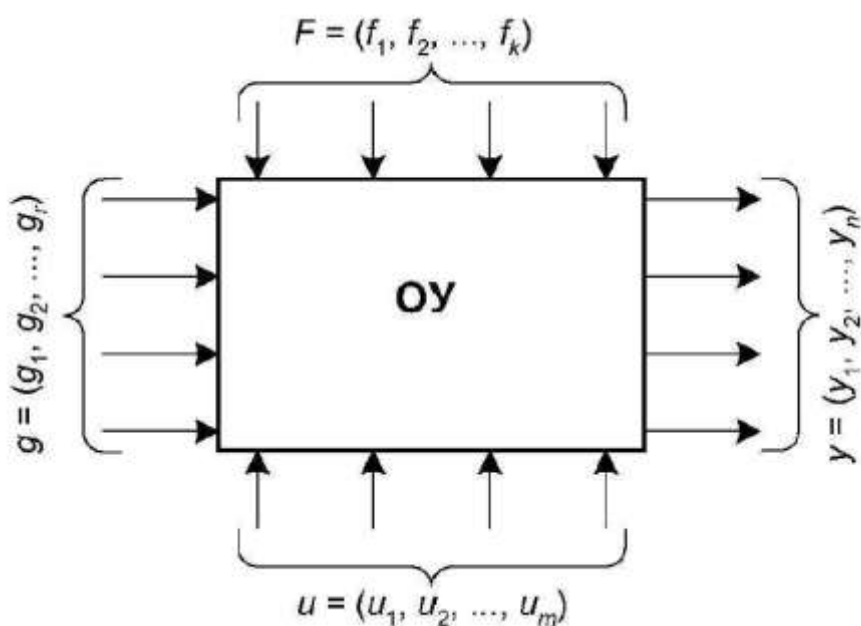


Рисунок 1.2 – Параметризация воздействий и состояний объекта управления:

вектор y – совокупность управляемых (выходных) переменных;

вектор u – совокупность управляющих воздействий;

вектор g – совокупность задающих воздействий;

вектор f – совокупность возмущающих воздействий

Цифровой материал, как правило, должен оформляться в виде таблиц. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей, слева, после слова «Таблица».

При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера (обозначения) таблицы. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Таблицу размещают после первого упоминания о ней в тексте таким образом, чтобы ее можно было читать без поворота документа или с поворотом по часовой стрелке.

Таблицы нумеруют последовательно арабскими цифрами, за исключением таблиц приложений. Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена "Таблица 1" или "Таблица В.1", если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

Если все показатели, приведенные в таблице, выражены в одной и той же единице измерения, то ее обозначение помещается в конце заголовка после запятой.

Пример оформления таблицы:

Ссылка в тексте:

«Алгоритмы сбора информации приведены в табл. 5.1.»»

Таблица 5.1 – Алгоритмы процесса сбора информации

Сбор документов	Сбор данных
Выявление документов, необходимых информационной службе, по библиографическим, рекламным и иным источникам	Поиск источников необходимых данных
Отбор документов – установление соответствия выявленных документов профилю и задачам информационной службы	Отбор данных в источниках
Заказ документов – оформление заявки (договора) на их получение	Выявление условий и способов получения данных
Приобретение документов	Получение данных путем приобретения, извлечения, измерения, копирования или заимствования
Регистрация приобретенных документов	Ввод данных в информационную систему

Формулы в работе (если их более одной) нумеруют арабскими цифрами. Номер указывается в круглых скобках с правой стороны листа на уровне формулы, например: (3).

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия и после запятой со строчной буквы.

Знаки препинания у формул ставятся после формулы и перед номером, исходя из построения фразы, к которой данная формула относится. Если формулой фраза заканчивается, тогда ставят точку, если заканчивается главное предложение, то запятую. Двоеточие ставят в случае, если этого требует предыдущая часть фразы. Если друг за другом следуют несколько формул, то их разделяют точкой с запятой.

Уравнения и формулы следует выделять из текста свободными строками. Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной свободной строки. При написании формул удобнее всего использовать редактор формул Microsoft Word.

Список использованных источников содержит только те источники, которые использовались при выполнении работы. Он оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003. Библиографическое описание делится на две основные части: нормативные правовые акты (располагаются в соответствии с их юридической силой по хронологии) и отечественная и зарубежная научная методическая литература (приводится в алфавитном порядке по первой букве фамилий авторов или названий источников).

Примеры библиографического описания документов представлены в приложении 6.

7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

а) основная литература:

1. Информационные технологии в педагогической деятельности: практикум. Ставрополь: СКФУ, 2015, 226 с.
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457342>
2. Киселев Г. М., Бочкова Р. В. Информационные технологии в педагогическом образовании: учебник. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016, 304 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452839>
3. Назаров Д. М. Сервисы MatchCAD 14: реализация технологий экономико-математического моделирования. М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016, 226 с.
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428813>
4. Пожарская Г. И., Назаров Д. М. MatchCAD 14: Основные сервисы и технологии. М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016, 139 с.
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429120>
5. Баландина Н. В. Основы экспериментальных исследований: учебное пособие. Ставрополь: СКФУ, 2015, 113 с.
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457863>

б) дополнительная литература:

6. Пакулин В. Н. Решение задач оптимизации управления с помощью MS Excel 2010. М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016, 92 с.
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428815>
7. Буйначев С. К. Применение численных методов в математическом моделировании: учебное пособие. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014, 72 с.
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275957>
8. Адамчук А. С., Амироков С. Р., Кравцов А. М. Математические методы и модели исследования операций (краткий курс): учебное пособие. Ставрополь: СКФУ, 2014, 163 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457131>
9. Н.К. Купряшева. Математическое моделирование: учебник для студентов вузов/ М.И. Семенов, Н.К. Купряшева, В.И. Лойко; под общ.ред. Н.К. Купряшевой. – М.: Финансы и статистика, 2012. – 309с. (Библиотека АГТУ- 3 экз.).
10. Орешкова М. Н. Численные методы: теория и алгоритмы: учебное пособие. Архангельск: САФУ, 2015, 120 с.
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436397>
11. Информационные технологии: учебник / Под ред. проф. В.В. Трофимова. – М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2013. –624 с. (Библиотека АГТУ - 5 экз.)

в) электронные ресурсы:

№	Наименование электронного ресурса	Адрес сайта
1	2	3
1	Web-ресурс «Научная библиотека АГТУ»	http://library.astu.org/
2	Коллекция CD и DVD в фонде научной библиотеки АГТУ	На дисках (CD и DVD)
3	ЭБС «Университетская библиотека on-line»	http://www.biblioclub.ru
4	Национальный цифровой ресурс «Руконт» (коллекция изданий Астраханского государственного технического университета)	http://www.rucont.ru
5	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (периодические издания)	http://elibrary.ru (елайбери.ру)
6	База данных Polpred.com. Обзор СМИ	http://www.polpred.com
7	Реферативные журналы ВИНИТИ(on-line доступ)	http://viniti.ru/ по паролю и логину
8	Реферативная база данных Scopus	http://www.scopus.com/
9	Электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ»	http://lanbook.com/
10	Электронно-библиотечная система ЮРАЙТ	https://www.biblio-online.ru/
11	Национальная электронная библиотека	http://нэб.пф/
12	Электронная библиотека «НЕФТЬ И ГАЗ»	http://ng.e-tehnologii.ru/
13	Электронная библиотека «ТРАНСПОРТ НЕФТИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКА»	http://bibl.e-distant.ru/
14	Электронная библиотека «НЕДРА»	http://ng.e-distant.ru/
15	Электронная библиотека «ЭНЕРГЕТИКА И УГОЛЬ»	http://bibl.e-tehnologii.ru/
16	Электронная библиотека «МЕТАЛЛУРГИЯ И РУДА»	http://metall.e-tehnologii.ru/
17	Электронная библиотека ИД «ГРЕБЕННИКОВ» (периодические издания)	http://grebennikon.ru/
18	Электронная библиотека «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «РОССИЯ»	https://uisrussia.msu.ru/
19	БАЗА РОССИЙСКИХ СТАНДАРТОВ РФ в электронном виде	Ключи доступа в читальных залах 2 и главного корпусов Университета
20	Электронный справочник «ИНФОРМИО»	http://www.informio.ru/
21	Межрегиональная аналитическая роспись статей (МАРС)	http://mars.arbicon.ru/
22	АРХИВЫ НАУЧНЫХ ЖУРНАЛОВ НЭИКОН	http://archive.neicon.ru/xmlui/
23	База данных WEB OF SCIENCE	http://apps.webofknowledge.com/WOSGeneralSearchinput.do?product=WOS&search_mo

		<u>de=GeneralSearch&SID=Z1yQg4MzXGqBRTBdgfY&preferencesSaved=</u>
24	Полнотекстовая база данных ScienceDirect	<u>https://www.sciencedirect.com/user/chooseorg?targetURL=http%3A%2F%2Fwww.sciencedirect.com</u>
25	Базы данных издательства SPRINGER: Springer Journals, Springer Protocols, Springer Materials, Springer Reference, zbMATH, Springer_Nature Publishing Group.	<u>https://link.springer.com/</u> <u>http://www.springerprotocols.com/</u> <u>http://materials.springer.com/</u> <u>https://zbmath.org/</u> <u>http://www.nature.com/siteindex/index.html</u>

Приложение 1

к программе практики по получению опыта
профессиональной деятельности
с использованием информационно-коммуникационных технологий

Образец задания для самостоятельного выполнения во время проведения практики:

1. Используя постановку задачи научного исследования, соответствующего тематике научно-квалификационной работы, зафиксировать свойства изучаемого объекта / процесса / явления (например, определяя управляемые, управляющие, возмущающие и наблюдаемые параметры, обосновав их выбор, или получив ретроспективный набор данных о свойствах или поведении объекта – системы).

2. Представить структурированный набор входной и выходной информации, отражающие свойства изучаемого объекта / процесса / явления в ретроспективном либо текущем периодах, зафиксировав наблюдений, характеризующих динамику процесса или изменения состояний объекта исследования. Зафиксировать их либо в виде пространственной выборки, либо временного ряда.

3. Используя программные математические комплексы, провести предварительную обработку экспериментальных данных, проведя вычисления выборочных характеристик эмпирического распределения, отсеб грубых погрешностей и проверку гипотезы о нормальном распределении. Уровень значимости используемых статистических критериев принять равным 0,05.

4. Используя программные математические комплексы, для факторов, измеряемых в порядковых шкалах, выполнить процедуру экспертного оценивания факторов, влияющих и характеризующих протекание изучаемого процесса. Провести статистическую обработку результатов экспертного оценивания, определив коэффициент конкордации и установив степень достоверности полученных результатов. Построить априорную гистограмму рангов и выбрать наиболее информативные факторы для изучаемого процесса.

5. Используя метод факторного эксперимента, получить математическое описание исследуемого процесса в виде уравнения множественной линейной регрессии. Выполнить обработку экспериментальных данных, проверив воспроизводимость опытов, вычислив коэффициенты уравнения регрессии, проверив значимость и установив адекватность полученного уравнения.

6. Выполнить обзор информационных ресурсов, информационных систем, открытых данных, информационных технологий, традиционно используемых для решения проблемы научного исследования. Проанализировать необходимость разработки нового программно-алгоритмического обеспечения, модификации существующих информационных технологий обработки информации.

Приложение 2

к программе практики о получении опыта
профессиональной деятельности
с использованием информационно-коммуникационных технологий

Рабочий график проведения практики (20___/20___ учебный год)

Шифр _____

Направление и направленность обучения: _____

Курс _____

Место прохождения практики: АГТУ, кафедра «Высшая и прикладная математика»

Руководитель практики от Университета _____

Вид практики: производственная

Способ проведения практики: стационарная

Срок прохождения практики с «___» _____ 20__ г. по «___» _____ 20__ г

Дата (сроки)	Планируемые формы работы (раздел практик)
	Анализ информационных ресурсов в области использования ИКТ в преподавательской и научно-исследовательской деятельности
	Обработка экспериментальных данных научного исследования
	Разработка отчета с результатами выполненной работы в виде скриншотов, таблиц и диаграмм
	Защита отчета

Руководитель практики от университета (должность, ученое звание): Д.т.н., профессор
кафедры ВиПМ Квятковская И.Ю

дата, подпись

Обучающийся _____

дата, подпись

Приложение 3

к программе практики по получению опыта
профессиональной деятельности
с использованием информационно-коммуникационных технологий

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

**практики по получению опыта профессиональной деятельности с использованием
информационно-коммуникационных технологий**

Аспирант _____

(фамилия, имя, отчество полностью, группа)

Направление и направленность обучения _____

Кафедра – место проведения практики Высшей и прикладной математики

Объем и краткое содержание (виды работ практики):

№	Наименование вида работы	Семестр	Неделя	Форма текущего контроля успеваемости
1	Разработка индивидуального плана прохождения практики			Утвержденный индивидуальный план
2	Научно-методические консультации руководителя практики			Запись в отчете
3	Анализ информационных ресурсов в области использования ИКТ в преподавательской и научно-исследовательской деятельности			Раздел отчета по результатам практики.
4	Применение информационных технологий в качестве инструмента преподавательской и научно-исследовательской работы			Запись в отчете
5	Представление о классах исследовательских задач, которые можно решать с помощью современных полифункциональных интегрированных систем автоматизации научно-технических расчетов			Запись в отчете
6	Использование пакетов программ для статистической/математической обработки экспериментальных данных научных исследований			Запись в отчете
7	Обработка экспериментальных данных научного исследования в одной или нескольких программных средах			Раздел отчета по результатам практики.
8	Выбор статистического критерия, методика определения достоверности совпадений и различий характеристик исследуемых объектов в исследовании;			Запись в отчете
9	Разработка проекта статьи или тезисов по проведенному исследованию			Запись в отчете
10	Оформление отчета о прохождении практики с результатами выполненной работы в виде скриншотов, таблиц и диаграмм			Отчет по практике
	Форма отчетности по практике			Зачет

Руководитель практики:

Должность _____

Ф.И.О. _____

Дата _____

Задание получил:

Дата _____

Ф.И.О. аспиранта _____

Приложение 4

к программе практики по получению опыта
профессиональной деятельности
с использованием информационно-коммуникационных технологий

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Астраханский государственный технический университет»
Система менеджмента качества в области образования, воспитания, науки и инноваций сертифицирована DQS
по международному стандарту ISO 9001:2015

Институт (факультет) _____

Направление и направленность обучения: _____

Кафедра _____

ОТЧЕТ ПО ПРАКТИКЕ

Вид практики: производственная, практика по получению опыта профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий

Место прохождения практики: АГТУ, кафедра «Высшая и прикладная математика»

Отчет выполнил (а):
аспирант (ка) группы _____
_____ ФИО

Руководитель практики от Университета:
Д.т.н., профессор кафедры ВиПМ
_____ Квятковская И.Ю.

Результаты защиты отчета

Оценка, полученная на защите
«_____»

Члены комиссии:
_____ (Квятковская И.Ю.)
подпись Фамилия И.О.
_____ (_____)
подпись Фамилия И.О.
«_____» _____ 201 г.

Астрахань, 201_____

Дневник практики.

Вид практики: производственная

Способ проведения практики: стационарная

Аспирант _____
(ФИО полностью, группа)

Направление (направленность) _____

Место проведения практики АГТУ, кафедра «Высшая и прикладная математика»

Дата начала практики « ____ » _____ 20 ____ г.

Дата окончания практики « ____ » _____ 20 ____ г.

Дата	Наименование и ход работ	Краткое описание работы	Оценка, замечания и предложения руководителя практики от университета

Руководитель практики от университета (должность, ученое звание): Д.т.н., профессор
кафедры ВиПМ Квятковская И.Ю

дата, подпись

Обучающийся _____

дата, подпись

Астрахань, 201____

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	№ стр.
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	№ стр.
1. Аналитическая часть. Анализ информационных ресурсов в области использования ИКТ в преподавательской и научно-исследовательской деятельности	№ стр.
2. Практическая часть: Обработка и анализ экспериментальных данных по тематике научного исследования (<i>название</i>), включая основные выводы, вытекающие из проведенного анализа.....	№ стр.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	№ стр.
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	№ стр.
ПРИЛОЖЕНИЕ (тезисы, статьи, созданные в ходе практики).....	№ стр.

Приложение 5

к программе практики по получению опыта
профессиональной деятельности
с использованием информационно-коммуникационных технологий

Отзыв о прохождении практики

Обучающийся ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»
ФИО _____

Курс и группа _____

Факультет/Институт _____

Кафедра _____

Направление (направленность) _____

Вид практики _____ производственная, практика по получению опыта профессиональной
деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий

Способ прохождения практики _____ стационарная

Период прохождения практики с «___» _____ 20__ г. по «___» _____ 20__ г.

Наименование организации _____

краткая аннотация отчета по практике, представленного обучающимся – отмечается степень выполнения индивидуального плана практики по получению опыта профессиональной деятельности с использованием ИКТ аспирантом, уровень освоения информационно-коммуникационных технологий в данной профессиональной деятельности, качество выполнения самостоятельных заданий, оценка сформированности компетенций, замечания и предложения руководителя практики.

Отчет заслуживает оценки _____
(отлично, хорошо, удовлетворительно, зачтено)

в) прочие замечания руководителя

Руководитель практики

Подпись _____ ФИО Квятковская И.Ю.

Дата «___» _____ 20__ г.

ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО СПИСКА

Свидетельства о регистрации баз данных и программ для ЭВМ

Система управления мобильным колесным роботом для внутритрубной диагностики газопроводов [Электронный ресурс]: программа для ЭВМ / И.А. Щербатов, И.А. Голубкин // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015616568 от 15.06.2015.

База данных морских буровых установок для выбора в определенных условиях ведения буровых работ на морских месторождениях углеводородов / Е.В. Егорова, Т.С. Выборнова, Нгуен Ван Лик, Нгуен Минь Туан // : Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2017620773 от 17.07.2017.

Книги, учебники, монографии

Жданов А.А. Автономный искусственный интеллект. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 362 с.

Шпаков П.С. Основы компьютерной графики : учебное пособие / П.С. Шпаков, Ю.Л. Юнаков, М.В. Шпакова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. - 398 с.

Гринберг, А.С. Информационные технологии управления : учебное пособие / А.С. Гринберг, А.С. Бондаренко, Н.Н. Горбачёв. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 479 с.

Статьи в периодических изданиях (журналах)

Мазанько О.С., Грызунов В.В. Исследование методов управления информационными рисками на предприятии // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. – 2017. - №3(21). – С. 32-37.

Nacini A., Amad M., Fouzi S. A Scalable and Hierarchical P2P Architecture Based on Pancake Graph for Group Communication // Journal of High Speed Networks. – 2017. – Vol.23 №4. – P. 287-309.

Ссылки на интернет ресурсы:

Пакулин В. Н. Решение задач оптимизации управления с помощью MS Excel 2010. М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016, 92 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428815> (Дата обращения 11.09.2017).

ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ в MathCAD

Создание некоторой системы условий называют *испытанием* или *экспериментом*. Если до осуществления эксперимента его результаты нельзя точно предсказать, то эксперимент называют *вероятностным*, *случайным* или *стохастическим*. В ходе эксперимента происходят факты или события A , наступление которых можно наблюдать. Изучением законов, которым подчиняются случайные события, занимается *теория вероятности*.

События могут быть достоверными Ω , невозможными $\emptyset$ и случайными. В последнем случае события могут наступать или не наступать. Пара событий может быть несовместной, если наступление одного события исключает другое (например, падение монеты на ту или иную сторону). События могут быть взаимно противоположными, если они несовместны и одно из них наступает. Возможны объединения (суммы) и пересечения событий.

Случайные события характеризуются *вероятностью события* $P(A)$, которую оценивают числом от 0 (событие не наступает) до 1 (при 1 событие непременно наступит). Если число элементарных исходов некоторого эксперимента равно n , а событию A благоприятствует m исходов, то *классическая вероятность* события A будет $P(A)=m/n$. Пусть на тарелке лежит 10 белых и $m=5$ красных черешен. Значит $n=10+5=15$. Какова вероятность, что мы возьмем наугад красную черешню? Она равна $P(A)=m/n=5/15=1/3$.

Классическое определение вероятности неприемлемо, если события не являются равновероятными. Например, игральный кубик со скошенными некоторыми гранями не имеет равновероятные варианты выпадения. В таких случаях пользуются *статистической вероятностью* событий. Пусть при n экспериментов событие A наступило m раз. Это число называют абсолютной частотой события A , а $aP^*(A)=m/n$ называют относительной частотой события. Вероятностью события A называют число $P(A)$, около которого группируются значения относительной частоты события A при большом числе экспериментов (испытаний).

Математическая статистика - это наука о методах систематизации и использования статистических данных для получения научных и практических выводов. Она решает следующие типовые задачи:

- получение данных о различных перестановках и сочетаниях объектов (задачи комбинаторики);
- получение усредняющих данных об объектах, например успеваемости студентов или их росте и весе;
- сравнение эффективности разных технологий и процессов;
- решение задач приближения и аппроксимации экспериментальных зависимостей;

- сглаживание данных с большими случайными ошибками (шумами);
- прогноз некоторых событий (например, курса валют и др.).

Есть и множество других, в том числе сложных задач статистики, но в рамках данного курса мы ограничимся этими задачами. При этом мы будем рассматривать некоторую совокупность данных, называемую генеральной совокупностью, а также выборки данных из нее, именуемые выборочными совокупностями. Как правило, данные мы будем представлять в виде вариационного ряда, при котором данные используются в порядке возрастания результатов наблюдения.

Решение задач комбинаторики

К числу элементарных задач статистики относятся задачи комбинаторики. Рассмотрим основные из них.

Перестановкой объектов называют их расположение в определенном порядке. Число перестановок задается как значение факториала $P_n = n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot 2 \cdot 1 = n!$, для вычисления которого в Mathcad есть оператор $!$. Например, число перестановок для 10 предметов есть $10! = 3628800$. Значения факториала быстро растут с ростом n .

Размещением некоторой части m из множества n элементов называется их расположение в определенном порядке. Число размещений обозначают как

$$A_n^m = n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot (n-m) \cdot (n-m+1) = \frac{n!}{(n-m)!}.$$

Пример: сколько вариантов набора двух разных цифр возможно на диске телефона, имеющим 10 цифр? Ответ: $A_2^{10} = 10 \cdot 9 = 90$.

Сочетанием m элементов из множества из n элементов называют любую часть элементов (подмножества) этого множества

$$C_n^m = \frac{A_n^m}{m!}.$$

Пример: сколько способов выбора делегации из $m=3$ человек возможны из группы, насчитывающей $n=10$ человек. Имеем

$$C_{10}^3 = \frac{10 \cdot 9 \cdot 8}{1 \cdot 2 \cdot 3} = 120.$$

В системе Mathcad имеются следующие основные функции комбинаторики:

`permit(n, m)` – вычисление числа размещений (пример: `permit(10, 2)=90`);

`combin(m, n)` – вычисление числа сочетаний (пример: `combin(10, 3)=120`).

Дискретные и непрерывные случайные величины

В теории вероятностей *случайной величиной* называют переменную величину, которая, в зависимости от исхода испытания, случайно принимает какое либо одно значение из множества возможных значений. Случайные величины могут быть дискретными (отличающимися на определенную и постоянную величину) и непрерывными. Примерами дискретных случайных величин является последняя цифра номера телефона или число студентов в группе.

Дискретные случайные величины задаются своими значениями и их вероятностями, например в виде следующей таблицы:

X	x_1	x_2	x_3	...	x_{n-1}	x_n
P	p_1	p_2	p_3	...	p_{n-1}	p_n

В сумме вероятности дискретной случайной величины равны 1. Математическим ожиданием дискретной случайной величины называют значение $M(X)=x_1 \cdot p_1 + x_2 \cdot p_2 + \dots + x_n \cdot p_n$. Если дискретных случайных величин достаточно много, то математическое ожидание их приближенно равно среднему значению $M(X) \approx \bar{x} = (x_1 + x_2 + \dots + x_n)/n$.

Мерой «рассеивания» дискретных случайных величин могло бы служить *отклонение* случайных величин от их математического ожидания. Но, имея разные знаки, отклонения часто взаимно компенсируются. Поэтому мерой «рассеивания» принято считать *квадрат отклонений* случайной величины X (вы, вероятно, подметили, что большими буквами обозначаются случайные величинами, а малыми из значения).

Дисперсией $D(X)$ дискретной случайной величины X называется математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины X от ее математического ожидания, т. е. $D(X) = M[X - M(X)]^2$. А *средним квадратичным отклонением* называют корень квадратный из дисперсии $\sigma(X) = \sqrt{D(X)}$.

Непрерывные случайные величины могут принимать любые значения на том или ином отрезке. Поэтому их закон распределения нельзя описать в виде таблицы. *Функцией распределения* (или интегральной функцией распределения) непрерывных случайных величин называется функция $F(x)$, равная вероятности того, что случайная величина X приняла значение, меньшее x : $P(X) = \{X < x\}$. Функция $F(x)$ всегда монотонно растущая и ее значения лежат в пределах от 0 до 1. Если значения x лежат в пределах от $-\infty$ до $+\infty$, то $F(-\infty) = 0$ и $F(+\infty) = 1$.

Плотностью вероятности (или дифференциальной функцией распределения) случайной величины называют функцию $f(x) = F'(x)$. Вероятность попадания непрерывной случайной величины в интервал $(a; b)$ равна интегралу от $f(x)$ в пределах от a до b :

$$P(a < x < b) = \int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a).$$

Математическим ожиданием $M(X)$ непрерывной случайной величины X , с плотностью вероятности $f(x)$ называют величину несобственного интеграла

$$M(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot f(x) dx,$$

а дисперсией случайной величины с математическим ожиданием a именуют величину:

$$D(X) = \int_{-\infty}^{\infty} (x - a)^2 f(x) dx.$$

Законы распределения и статистические функции Mathcad

В статистической обработке данных генеральной или выборочной совокупностей используются различные законы распределения непрерывных случайных величин. Один из самых простых законов - равномерный. Он соответствует постоянному значению $f(x)=C$ на отрезке $[a,b]$ с единичной площадью зависимости $f(x)$. Отсюда следует, что $C=1/(b-a)$. Mathcad имеет функцию $\text{rnd}(x)$ для генерации случайных чисел с равномерным распределением на отрезке $[0, x]$.

Функция $\text{hist}(\text{int}, A)$ возвращает вектор частот попадания данных массива **A** в заданные вектором **int** интервалы. Вектор **int** должен содержать значения границ, число попаданий данных из вектора **M** должно подсчитываться. Если строится гистограмма из N элементов, то вектор **int** должен содержать $N+1$ элементов. Функция возвращает вектор из N элементов, числовые значения которых можно использовать для графического построения гистограмм.

Пример 1. Создать вектор из 1000 случайных чисел с равномерным распределением на отрезке $[0,10]$, построить график точек, представляющих эти числа и гистограмму из 10 столбцов. Документ, осуществляющий эти операции, представлен на рис. 1.



Рис. 1. Работа со случайными числами и оценка их параметров

Одним из самых распространенных является нормальный закон распределения:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}},$$

где a – математическое ожидание и σ – среднее квадратичное отклонение. Интегральная функция распределения для него

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx.$$

Русским математиком А. М. Ляпуновым было доказано (центральная предельная теорема), что закон распределения суммы достаточно независимых величин весьма близок к нормальному закону.

В Mathcad имеется ряд наборов функций, относящихся к наиболее распространенным законам распределения. Характер функции для каждого закона распределения задается первой буквой их имени:

- d (Density) – плотность вероятности $f(x)$;
- p (Probability) – функция распределения $F(x)$;
- q (Quantil) – инверсная функция распределения - *квантиль*;
- r (Random) – вектор случайных чисел.

Квантили функций распределения случайных величин позволяют по заданной вероятности вычислить такое значение x , при котором вероятность равна или меньше заданного значения p . А функции, начинающиеся с буквы r , служат для генерации случайных чисел с заданным законом распределения.

В качестве примера приведем функции нормального и экспоненциального распределений:

$\text{dnorm}(x, \mu, \sigma)$ $\text{pnorm}(x, \mu, \sigma)$ $\text{qnorm}(p, \mu, \sigma)$ $\text{rnorm}(m, \mu, \sigma)$ – нормальное распределение ($\mu=a$ – среднее значение, $\sigma>0$ – среднее квадратичное отклонение);

$\text{dexp}(x, r)$ $\text{pexp}(x, r)$ $\text{qexp}(p, r)$ $\text{rexp}(m, r)$ – экспоненциальное распределение ($r, x>0$).

Статистические расчеты – весьма обширная область математики. К статистическим функциям общего характера в системе Mathcad относятся следующие функции скалярного аргумента x :

- $\text{cnorm}(x)$ – кумулятивная нормальная функция – подобна функции $\text{pnorm}(x, 0, 1)$, описанной выше.

- $\text{erf}(x)$ – функция ошибок (или интеграл вероятности)

$$\text{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt.$$

- $\text{cerf}(x)$ – дополнительная функция ошибок ($1-\text{erf}(x)$).

Пример 2. Привести несколько примеров применения статистических функций, представленных выше. Примеры представлены на рис. 2.

Следующая группа функций относится к вычислению основных статистических параметров одного массива данных (матрицы размера $m \times n$ или вектора):

- $\text{mean}(A)$ – возвращает среднее значение элементов массива A :

$$\text{mean} = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} A_{i,j}.$$

- $\text{gmean}(A)$ – возвращает гармоническое среднее значение элементов массива

$$A: \text{gmean} = \left(\prod_{i=0}^{m-1} \prod_{j=0}^{n-1} A_{i,j} \right)^{1/(mn)}.$$

- $\text{hmean}(A)$ – возвращает геометрическое среднее значение элементов массива

$$A: \text{hmean} = \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} \frac{1}{A_{i,j}} \right)^{-1}.$$

- $\text{median}(A)$ – возвращает медиану (средний элемент) массива A .



Рис. 2. Примеры применения статистических функций

- $\text{mode}(A)$ – возвращает значение наибольшего элемента массива, если он явно есть, в противном случае дает сигнал ошибки.

- $\text{stdev}(A)$ – задает стандартное отклонение элементов массива $A - \sqrt{\text{var}(A)}$.

- $\text{Stdev}(A)$ – задает выборочное стандартное отклонение элементов массива $A - \sqrt{\text{Var}(A)}$.

- $\text{var}(A)$ – возвращает так называемую смещенную оценку дисперсии (вариацию) для элементов массива A :

$$\text{var} = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} |A_{i,j} - \text{mean}(A)|^2.$$

- $\text{Var}(A)$ - возвращает несмещенную оценку дисперсии для элементов массива A иной, чем у функции $\text{var}(A)$ нормировкой:

$$\text{var} = \frac{1}{mn-1} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} |A_{i,j} - \text{mean}(A)|^2.$$

- $\text{kurt}(A)$ - возвращает значение эксцесса (остроты кривой распределения):

$$\text{kurt} = \frac{mn(mn+1)}{(mn-1)(mn-2)(mn-3)} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} \left(\frac{A_{i,j} - \text{mean}(A)}{\text{Stdev}(A)} \right)^4 - \frac{3(mn-1)^2}{(mn-2)(mn-2)}.$$

Примеры применения некоторых из этих функций представлены на рис. 3. Эти функции часто используются для подсчета частоты используемых в речи звуков, букв и слов, данных о людях и др. Когда речь идет о некоторых зависимостях, данные обычно представляются двумя и более массивами. Степенью связи зависимостей является *коэффициент корреляции* $\text{corr}(A, B)$ - коэффициент корреляции Пирсона двух массивов A и B ($m \times n$ элементов). Если коэффициент корреляции близок к 0, то данные (зависимости) не согласованы, а при близости его к 1 данные согласованы.

Обилие статистических функций, включенных в систему Mathcad, позволяет ей выполнять достаточно сложные статистические расчеты. Однако ограниченный объем материала данного раздела не позволят рассмотреть все статистические задачи. В частности мы отказываемся от рассмотрения задач сравнения, предполагающих проверку статистических гипотез. Основное внимание сосредоточим на задачах приближения и прогноза различных зависимостей.

Регрессия и метод наименьших квадратов

Наиболее часто статистические методы используются для обработки и графического представления данных. Например, на практике часто возможно задание достаточно большого числа узловых точек аппроксимируемой функции. Например, в физических экспериментах для этого достаточно порой повторить цикл измерений несколько раз (а порою и сотни раз). Если подвергнуть такие данные хотя бы простейшей статистической обработке, то можно заметно уменьшить случайную погрешность измерений.

Это и реализуется в задачах *регрессии*. Мы рассмотрим те из них, при которых аппроксимирующая функция подбирается так, чтобы ее график проходил в облаке узловых точек исходной функции и чтобы суммарная среднеквадратичная погрешность для всех точек была минимальной. Таким образом мы реализуем *метод наименьших квадратов*. Это и реализуется в задачах *регрессии*. Мы рассмотрим те из них, при которых аппроксимирующая функция подбирается так, чтобы ее график проходил в облаке узловых точек исходной функции и чтобы суммарная среднеквадратичная погрешность для всех точек была минимальной. Таким образом мы реализуем *метод наименьших квадратов*.

Математически постановка задачи регрессии сводится к следующему. Пусть есть набор точно определенных значений x_i и соответствующих им неточных значений y_i . Допустим, мы предполагаем, что существует некоторая зависимость $f(x, a_0, a_1, \dots, a_k)$, которая может рассматриваться как приближение к зависимости $y(x)$, чьи точки представлены как $y_i(x_i)$. Таким образом, мы вправе записать:

$$y_i = f(x_i, a_0, a_1, \dots, a_k) + \xi_i.$$

Здесь ξ_i - независимые случайные величины с некоторым (чаще всего нормальным) законом распределения, определяющие погрешность задания y_i . Обычно их считают следствием ошибок эксперимента. Задача регрессии заключается в том, чтобы найти параметры $a_0, a_1, \dots, a_k$ такими, при которых представление $y(x)$ нашей функцией $f(x)$ имело наименьшую среднеквадратичную погрешность. Для этого нужно минимизировать функцию:

$$\Phi(a_0, a_1, \dots, a_k) = \sum (f(x_i, a_0, a_1, \dots, a_k) - y_i)^2.$$

К примеру, для линейной регрессии, когда $f(x) = a_0 + a_1 \cdot x$ (часто обозначают $a_0 = a$ и $a_1 = b$), надо минимизировать следующее выражение:

$$\Phi(a_0, a_1) = \sum (a_0 + a_1 x_i - y_i)^2.$$

Если приравнять $\partial\Phi/\partial a_0$ и $\partial\Phi/\partial a_1$ к нулю, то для линейной регрессии можно найти ее параметры a_0 и a_1 в явной форме

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}, \quad a_1 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}.$$

Аналогичным образом можно получить выражения и для других видов регрессии: полиномиальной, экспоненциальной, логарифмической и так далее. Ввиду сложности соответствующих выражений они не приводятся. Многие задачи нелинейной регрессии можно свести к рассмотренной выше линейной, используя соответствующие линеаризирующие преобразования.

Выполнение линейной регрессии в среде Mathcad

Для проведения линейной регрессии (приближения выражением $F(x) = a + b \cdot x$) в систему Mathcad встроены следующие функции:

- `corr(VX, VY)` - возвращает коэффициент корреляции Пирсона;
- `intercrpt(VX, VY)` - возвращает значение параметра a (смещение линии регрессии $a + b \cdot x = a_0 + a_1 \cdot x$ по вертикали);
- `slope(VX, VY)` - возвращает значение параметра b (крутизна линии регрессии).

Пример 3. Подготовить документ Mathcad для проведения линейной регрессии. На рис. 3 представлен такой документ. Исходные данные размещены в векторах **VX** и **VY**.

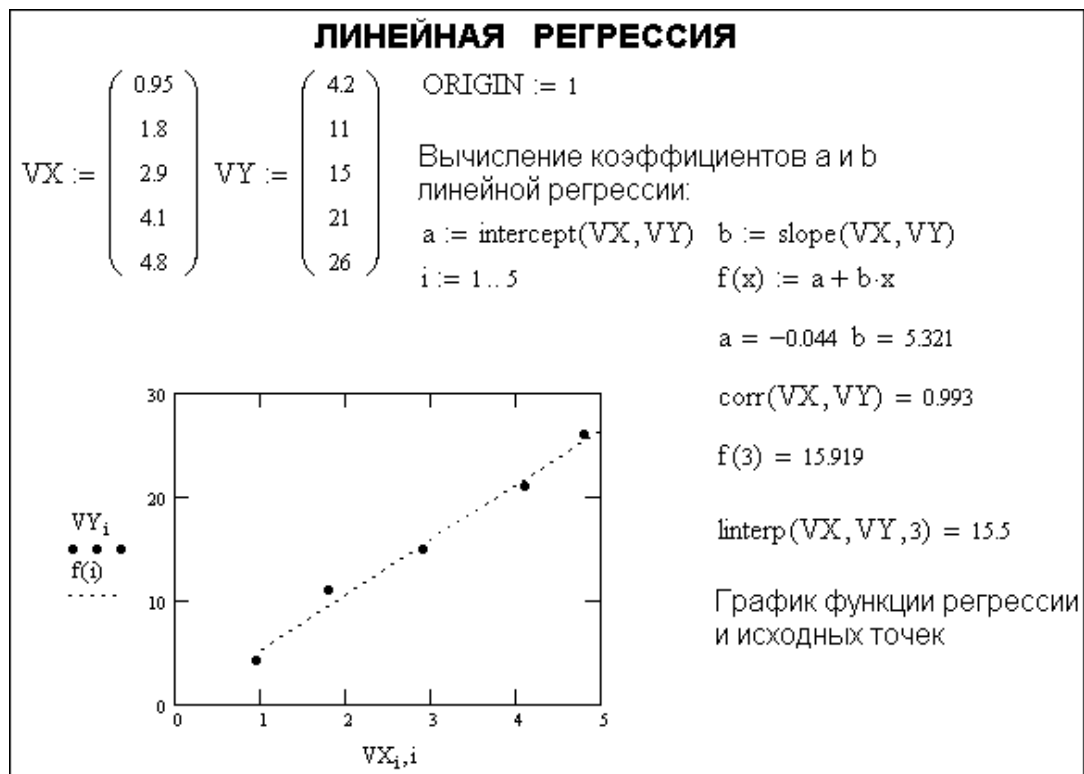


Рис. 3. Линейная регрессия

Как видно на рис. 3, прямая регрессии проходит в «облаке» исходных точек с минимальным среднеквадратичным отклонением от них. Чем ближе коэффициент корреляции к 1, тем точнее представленная исходными точками зависимость приближается к линейной.

В Mathcad реализована возможность выполнения и *линейной регрессии общего вида*. При ней заданная совокупность точек приближается функцией вида:

$$F(x, K_1, K_2, \dots, K_n) = K_1 \cdot F_1(x) + K_2 \cdot F_2(x) + \dots + K_n \cdot F_n(x).$$

Таким образом, функция регрессии является линейной комбинацией функций $F_1(x)$, $F_2(x)$, ..., $F_n(x)$, причем сами эти функции могут быть нелинейными, что резко расширяет возможности такой аппроксимации и распространяет ее на многие нелинейные функции.

Для реализации линейной регрессии общего вида используется функция $\text{linfit}(VX, VY, F)$, которая возвращает вектор коэффициентов линейной регрессии общего вида **K**, при котором среднеквадратичная погрешность приближения «облака» исходных точек, координаты которых хранятся в векторах **VX** и **VY**, оказывается минимальной. Вектор **F** должен содержать функции $F_1(x)$, $F_2(x)$, ..., $F_n(x)$, записанные в символьном виде.

Пример 4. Подготовить документ, обеспечивающий линейную регрессию общего вида. Рис. 4 поясняет решение данной задачи. Процедура проведения вычислений настолько проста, что не нуждается в особых комментариях.

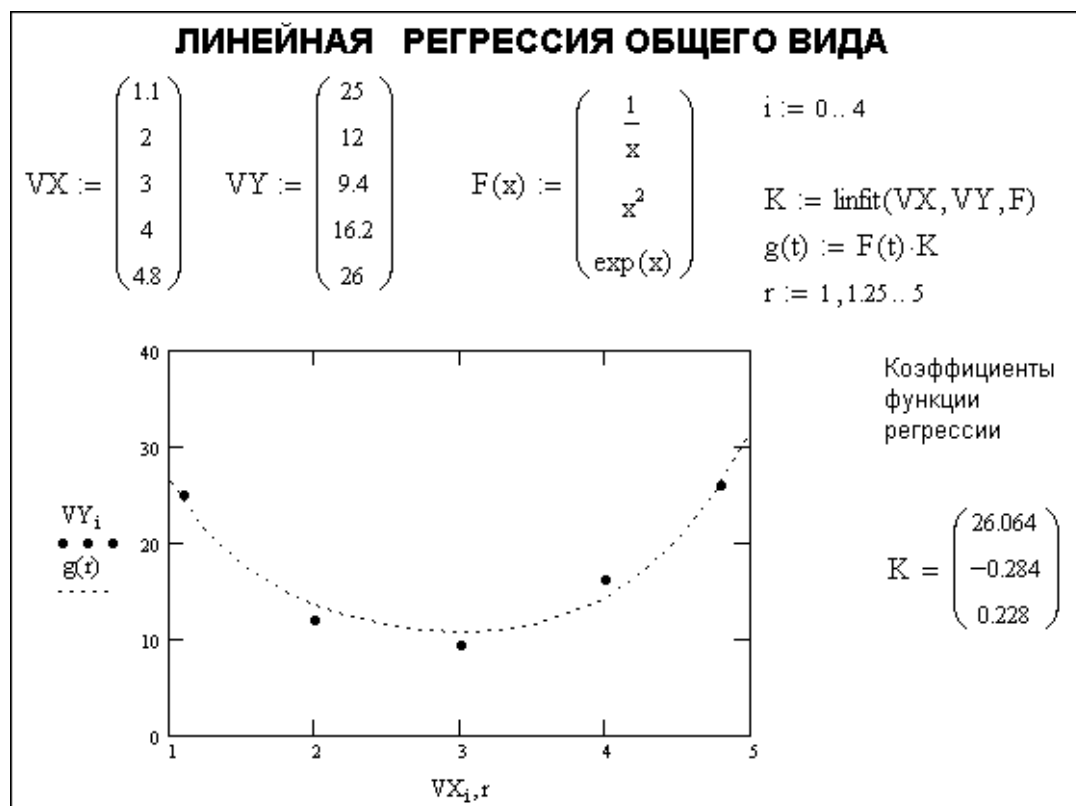


Рис. 4. Пример проведения линейной регрессии общего вида

Расположение координат точек исходного массива может быть любым, но вектор $\mathbf{VX}$ должен содержать координаты, упорядоченные в порядке их возрастания. Вектор $\mathbf{VY}$ должен содержать ординаты, соответствующие абсциссам в векторе $\mathbf{VX}$.

Полиномиальная регрессия в Mathcad

В Mathcad введена и функция для обеспечения полиномиальной регрессии при произвольной степени полинома регрессии: $\text{regress}(\mathbf{VX}, \mathbf{VY}, n)$. Она возвращает вектор $\mathbf{VS}$, запрашиваемый функцией $\text{interp}(\mathbf{VS}, \mathbf{VX}, \mathbf{VY}, x)$, содержащий коэффициенты многочлена n -й степени, который наилучшим образом приближает «облако» точек с координатами, хранящимися в векторах $\mathbf{VX}$ и $\mathbf{VY}$.

Пример 5. Составить документ с примером полиномиальной регрессии. Такой документ представлен на рис. 5 показан пример выполнения. При вычислении коэффициентов полинома регрессии используется функция submatrix .

На практике не рекомендуется делать степень аппроксимирующего полинома выше 5-6, поскольку погрешности реализации регрессии сильно возрастают. Впрочем, они сильно зависят от заданной значением переменной TOL погрешности вычислений. Функция regress создает единственный приближающий полином, коэффициенты которого вычисляются по всей совокупности заданных точек, то есть

глобально. Иногда полезна другая функция полиномиальной регрессии - `loess`, дающая локальные приближения отрезками полиномов второй степени.



Рис. 5. Полиномиальная регрессия

Проведение нелинейной регрессии^(*)

Под *нелинейной регрессией общего вида* подразумевается нахождение вектора **K** параметров произвольной функции $F(x, K1, K2, \dots, Kn)$, при котором обеспечивается минимальная среднеквадратичная погрешность приближения «облака» исходных точек.

Для проведения нелинейной регрессии общего вида используется функция **genfit(VX, VY, VS, F)**. Она возвращает вектор **K** параметров функции **F**, дающий минимальную среднеквадратичную погрешность приближения функцией $F(x, K1, K2, \dots, Kn)$ исходных данных. **F** должен быть вектором с символьными элементами, причем они должны содержать уравнение исходной функции и ее производных по всем параметрам. Вектор **VS** должен содержать начальные значения элементов вектора **K**, необходимые для решения системы нелинейных уравнений регрессии итерационным методом.

Пример 6. Подготовить документ для выполнения нелинейной регрессии общего вида для нелинейной функции $F(x,a,b)=a \cdot \exp(-b \cdot x)+a \cdot b$. Документ представлен на рис. 6.

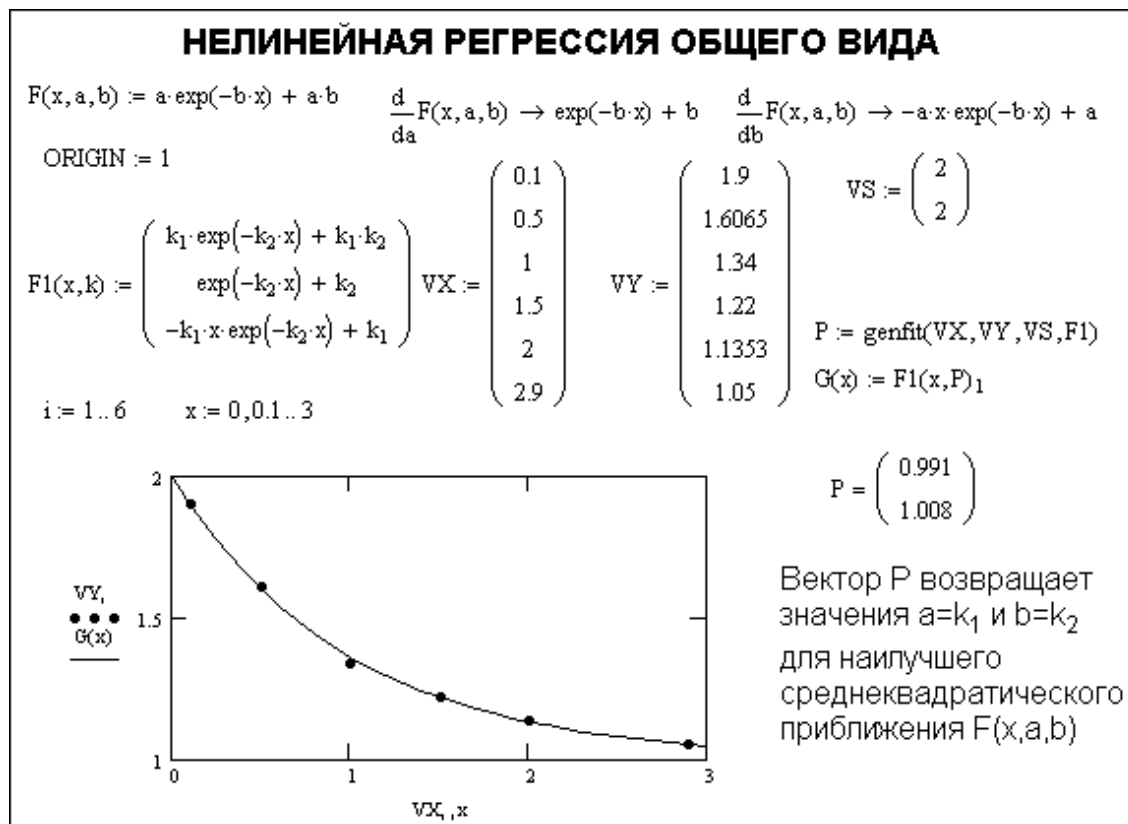


Рис. 6. Пример выполнения нелинейной регрессии общего вида

При решении этой задачи возникают две проблемы. Во-первых, надо вычислить значения производных по переменным a и b . В документе на рис. 6 это сделано с помощью символьных операций (первая строка документа после титульной надписи), что наглядно показывает пользу от таких операций.

Вторая проблема связана с необходимостью применения функции `genfit` в ее стандартном виде. Поэтому пришлось заменить параметр a на k_1 , а параметр b на k_2 . В остальных операциях в примере на рис. 6 достаточно очевидны.

Mathcad позволяет выполнять также многомерную регрессию. Самый типичный случай ее - приближение трехмерных поверхностей. Многомерная регрессия применяется сравнительно редко из-за сложности сбора исходных данных.

Экстраполяция и предсказание

В систему Mathcad включена функция предсказания `predict(data, k, N)`, где `data` – вектор данных, `k` – число последних точек вектора данных, используемых для предсказания, и `N` – число предсказываемых точек. Она по ряду заданных равномерно расположенных точек строит N последующих точек, используя линейный метод авторегрессии (Бурга).

Пример 7. Подготовить документ для демонстрации применения функции предсказания (экстраполяции) - см. рис. 7.

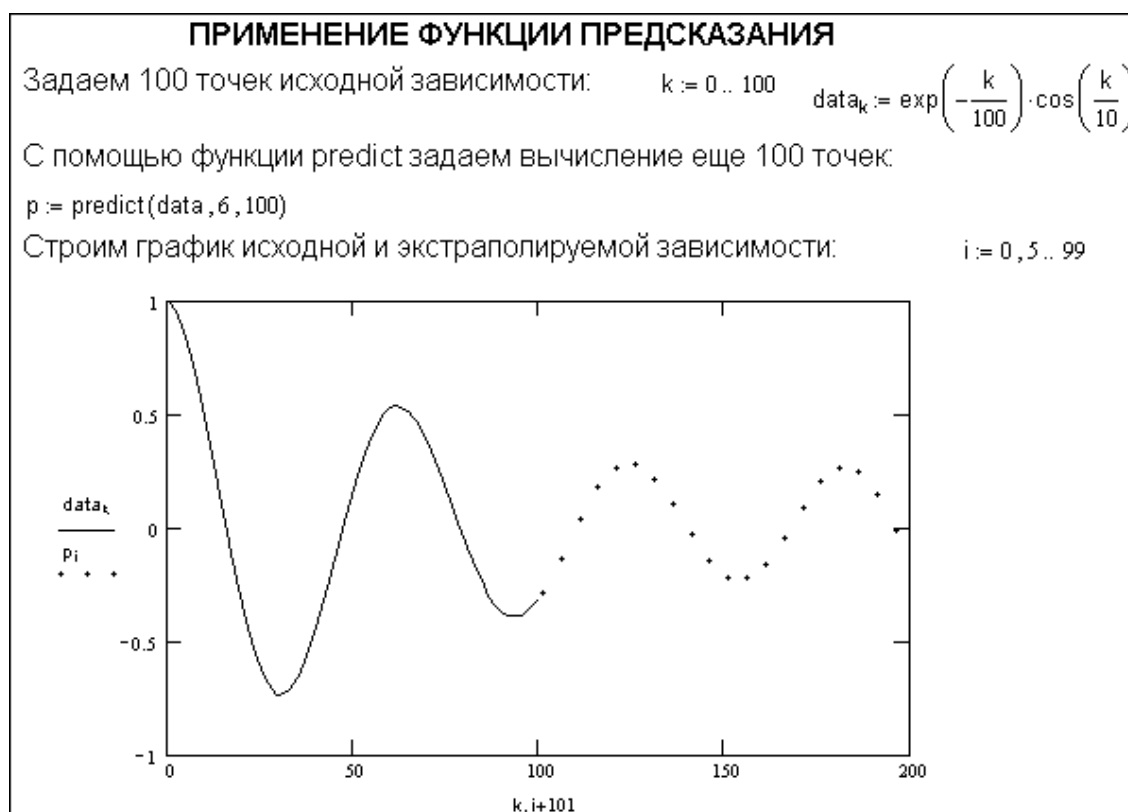


Рис. 7. Применение функции предсказания - экстраполяции

Рисунок 7 показывает, что функция предсказания неплохо предсказывает поведение гладких зависимостей, содержащих явную колебательную нарастающую (или затухающую) компоненту колебаний. Это делает ее намного более привлекательной, чем экстраполяция сплайнами, которая ограничена лишь линейным, квадратическим и кубическим продолжениями.

У почитателей экономических расчетов может появиться соблазн применить эту функцию для предсказания таких специфических событий, как наш российский «черный вторник» или августовский (1998 года) обвал рубля. Придется огорчить экономистов - функция `predict` применима к предсказуемым событиям, поведение которых описывается реальной математической зависимостью. Указанные же события относятся к разряду непредсказуемых. Однако в странах со стабильной экономикой эта функция вполне применима для описания сезонных и стабильных колебаний курса валют, прибылей фирм и предприятий и других закономерных явлений.

Сглаживание данных

Еще один вид статистической обработки массива данных - это их *сглаживание*. Оно полезно, когда данные искажены многочисленными большими случайными ошибками. Это нередко имеет место при проведении высокочувствительных (например, астрономических) измерений, при фильтрации радиосигналов на фоне

сильных шумов и в других подобных случаях. Нередко в сглаживании нуждаются данные экономического и социального характера.

Обычно сглаживание данных выполняется путем обработки каждой точки по данным нескольких узловых точек, ближайших к точке x , для которой вычисляется $f(x)$. Таким образом, сглаживание, в отличие от регрессии, не ведет к сокращению числа точек, которыми представляется аппроксимирующая зависимость. Сглаживание меняет значение в каждой точке, и результирующая зависимость просто становится более или менее гладкой. Но она не имеет аналитического представления и просто представляет новый набор точек.

В системе Mathcad есть специальные функции для сглаживания данных. В их названии имеется слово **smooth** (гладкий):

- | | |
|----------------------------------|--|
| <code>medsmooth (VY, n)</code> | - для вектора cm действительными числами возвращает m -мерный вектор сглаженных данных по методу скользящей медианы, параметр n задает ширину окна сглаживания (n должно быть нечетным числом, меньшим m); |
| <code>ksmooth (VX, VY, b)</code> | - возвращает n -мерный вектор сглаженных VY , вычисленных на основе распределения Гаусса. VX и VY - n -мерные векторы действительных чисел. Параметр b (полоса пропускания) задает ширину окна сглаживания (b должно в несколько раз превышать интервал между точками по оси x); |
| <code>supsmooth (VX, VY)</code> | - возвращает n -мерный вектор сглаженных VY , вычисленных на основе использования процедуры линейного сглаживания методом наименьших квадратов по правилу k -ближайших соседей с адаптивным выбором k . Гаусса. VX и VY - n -мерные векторы действительных чисел. Элементы вектора VX должны идти в порядке возрастания. |

Пример 8. С помощью функции `subsmooth (X, Y)`, выполнить сглаживание зависимости, представленной 100 значениями зашумленной (случайными числами с равномерным распределением) синусоиды. Представить исходную зависимость в виде точек и сглаженную кривую на графике. Решение задачи представлено на рис. 8.

В этом примере выполняется сглаживание данных функции $Y(X)$, представленной векторами X и Y координат ее точек. Обратите внимание на применение функции `sort (Y)`, сортирующей данные векторов, что иногда уменьшает погрешности численного алгоритма сглаживания.

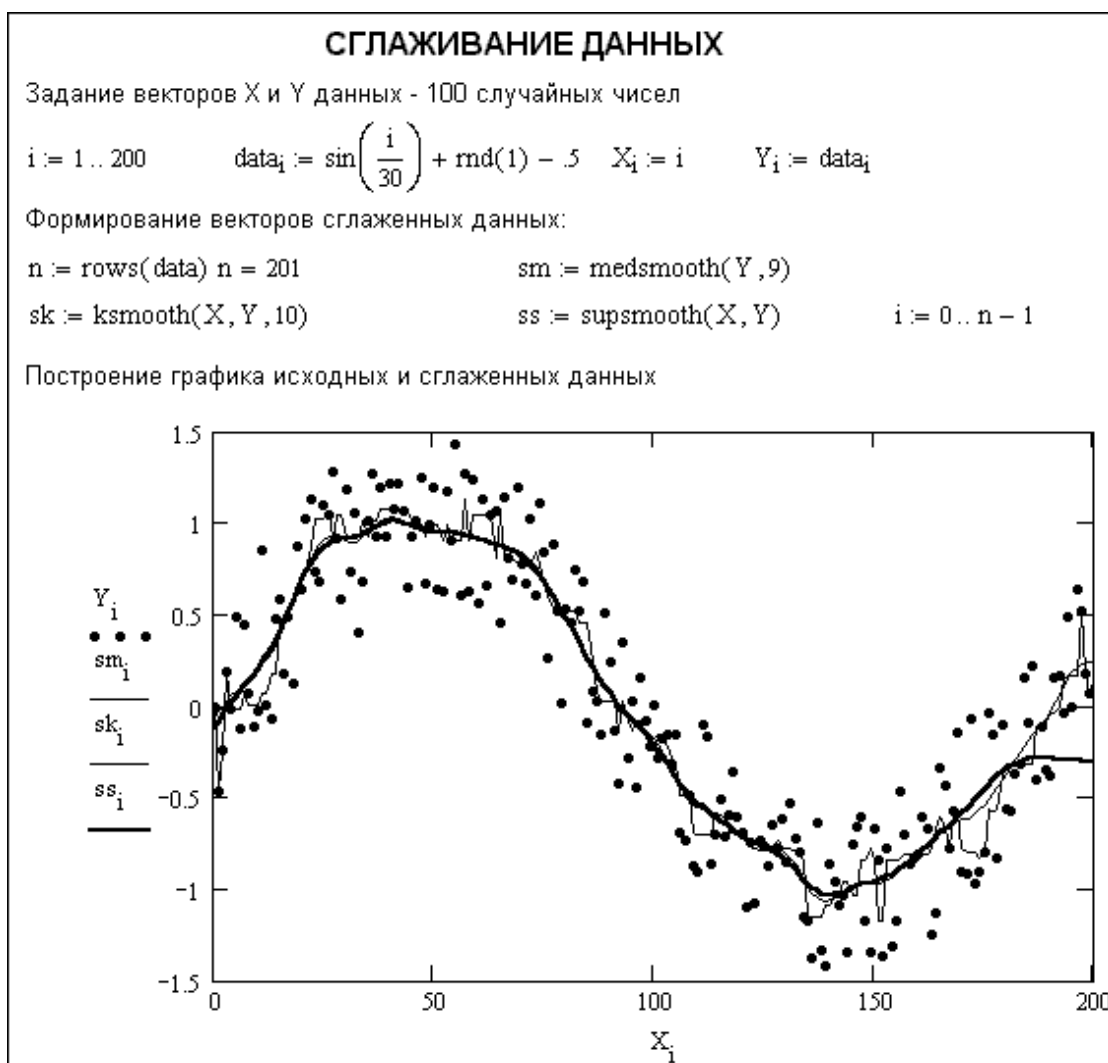


Рис. 8. Сглаживание данных зашумленной функции

В этом примере для получения исходного массива точек используется генератор случайных чисел. Поэтому как расположение точек, так и вид кривой сглаживания могут отличаться от приведенных при иной настройке генератора случайных чисел. Но в любом случае хорошо будет видно, что кривая сглаживания намного более гладкая, чем кусочно-линейная линия, соединяющая точки друг с другом в последовательном порядке.