

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ им. Х.И. Амирханова
ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора



_____ А.К. Муртазаев

« 30 » _____ июня 2015 г.

Одобрена Ученым советом ФГБУН ИФ ДНЦ РАН

Протокол № 6 от « 30 » _____ июня 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины Б1.В.ОД.4.
МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Уровень образования

Подготовка кадров высшей квалификации (аспирантура)

Направление подготовки

03.06.01 Физика и астрономия

Квалификация (степень) выпускника:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Трудоемкость в академических часах	72 часов, в т.ч. Лекции – 12 ч., Практические занятия – 12 ч., Самостоятельная работа – 48 ч., Зачет
Трудоемкость в зачетных единицах	2 ЗЕТ

Махачкала 2015

Рабочая программа по дисциплине «**Методы обработки информации**» составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно-педагогических кадров по направлению 03.06.01 – Физика и астрономия, утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 30.07.2014 г. № 867.

Разработчики программы:

Д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН, профессор, Муртазаев А.К.



К.ф.-м.н., Ибаев Ж.Г.



К.ф.-м.н., Хизриев К.Ш.



Оглавление

	Стр
1. Аннотация рабочей программы дисциплины _____	4
2. Цели освоения дисциплины: _____	5
3. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры _____	5
4. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) _____	6
5. Объем, структура и содержание дисциплины _____	8
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине _____	11
7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов: _____	11
8. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине _____	12
9. Типовые контрольные задания или иные материалы _____	13
10. Вопросы к зачету _____	13
11. Критерии оценивания компетенций (результатов) _____	14
12. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций _____	15
13. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины _____	16
14. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины _____	17
15. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины _____	18
16. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине _____	18
17. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине _____	19
18. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам). _____	20

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Методы обработки информации» входит в *вариативную* часть образовательной программы аспирантуры по направлению «Физика конденсированного состояния»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами вычислительной физики, методами вычислительной физики, способами математического моделирования.

- Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: универсальные компетенции: УК-1. Общепрофессиональных: ОПК-1.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме – *контрольная работа, коллоквиум.* И промежуточный контроль в форме - *зачета.*

Объем дисциплины 3 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий –24 часов.

Курс	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
	Все го	из них						
Лекц ии		Лаборатор ные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации			
2	72	12		12			48	зачет

1. Цели освоения дисциплины:

Задача любой науки, состоит в выявлении и исследовании закономерностей, которым подчиняются реальные процессы. Решение данной задачи в настоящее время практически невозможно без использования количественных методов, основанных на использовании математического аппарата. Знание основных принципов и правил математической статистики позволяет экспериментатору обобщать данные эксперимента, находить между ними зависимость, выявлять различие существенных расхождений между группами испытуемых, строить статистические предсказания, грамотно проводить интерпретацию полученных в ходе исследования данных.

Данный курс является неотъемлемой частью подготовки физика-исследователя, не только как практического специалиста, но и как ученого-исследователя. Корректное использование статистики ведет к грамотным выводам, отражающим суть и смысл проведенного исследования, а владение разными ее методами расширяет возможности анализа данных и тем самым обогащает исследование, раскрывая разные его аспекты.

Цель освоения дисциплины – сформировать у аспиранта готовность использовать современные информационные технологии, математические и статистические методы для обработки результатов физических исследований.

Задачи: обучить аспирантов основным математическим методам, используемым в физике; привить аспирантам навыки использованием ЭВМ в обработке экспериментальных данных; подготовить аспирантов к самостоятельному овладению необходимыми для дальнейшей работы математическими знаниями.

2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина «**Методы обработки информации**» входит в базовый компонент цикла естественнонаучных и математических (ЕН и М) дисциплин и является обязательной для изучения.

Для изучения дисциплины «**Методы обработки информации**» **аспирант должен знать:** первоначальные знания из курсов математического анализа, линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений математической физики. Знания в области проведения физических экспериментов и навыки работы с пакетами прикладных программ. Знания и умения, практические навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, могут быть использованы при изучении курсов математического моделирования, вычислительного практикума, связанных с математическим моделированием и обработкой наборов данных, решением конкретных задач из механики, физики и т.п. Методы обработки в дальнейшем могут быть применены для качественного представления результатов экспериментов, проводимых в процессе написания научных статей и диссертационной работы.

**Описание логической и содержательно-методической
взаимосвязи с другими частями ООП
(дисциплинами, модулями, практиками)**

Дисциплина «Методы обработки информации» связана со следующими дисциплинами специальности:

1. Основы информации и вычислительной техники
2. Программирование на одном из алгоритмических языков высокого уровня
3. Общий курс физики (механика, молекулярная физика, электричество, оптика);
4. Компьютерные технологии в научных исследованиях.

**3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате
освоения дисциплины (модуля)**

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	уметь: - генерировать идеи по улучшению и совершенствованию систем. - строить функциональную и структурную модели системы; - выполнять поиск наиболее эффективного решения задачи с помощью АРИЗ; - работать с таблицей выбора типовых приемов устранения технических противоречий; владеть: - методологией поиска решений изобретательских задач на основе АРИЗ; - типовыми приемами устранения противоречий; - методом вещественно-полевого анализа; - методикой поиска наиболее сильного решения задачи.
УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе	знать: - теорию развития коллективов; - пути преодоления психологической инерции; - алгоритмические методы решения нестандартных задач;

	в междисциплинарных областях	- основной постулат ТРИЗ и базовые понятия; - закономерности эволюции систем; - слабости неалгоритмических методов; - принципы моделирования систем; - методы анализа нестандартных задач и синтеза их решений. Уметь: - формулировать идеальный конечный результат (ИКР), техническое и физическое противоречия в системе; - выявлять тенденции развития анализируемой системы в соответствии с законами эволюции систем; - выполнять анализ вещественно-полевых ресурсов (ВПр) системы и использовать
--	------------------------------	--

Текущий контроль качества усвоения материала

Проверка качества усвоения знаний осуществляется в течение семестра как в устной (отчеты по индивидуальным заданиям, работа на практических и семинарских занятиях, проверка выполненных на практических занятиях индивидуальных заданий, беседы по итогам их выполнения и т.д.), так и письменной форме (групповые самостоятельные и контрольные работы).

Итоговая аттестация

В качестве итоговой аттестации в конце дисциплины предусмотрен зачет, на котором проверяются знания теоретического материала и практические навыки:

- а) Работа на ЭВМ;
- б) Разработка программ в среде Delphi для решения задачи численного моделирования
- в) Обработка результатов численного моделирования и их анализ;
- г) Решение прикладных задач численными методами;
- д) Применение физических законов для объяснений природных процессов и явлений.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО по данному направлению:

В результате освоения дисциплины «Методы обработки информации» обучающийся должен:
знать

- основные способы математической обработки информации;
- основные понятия и определения математической статистики;
- классификацию статистических методов и способов их применения при проведении физических исследований;

уметь

- подготовить результаты физического эксперимента к дальнейшей математической обработке;
- применять методы статистической обработки данных в зависимости от целей и задач исследований в рамках профессиональной деятельности;
- анализировать результаты математической обработки данных, интерпретировать и оценивать их значимость;
- самостоятельно проходить все этапы статистической обработки данных, начиная от их подготовки и заканчивая интерпретацией;

владеть

- навыками работы с пакетами прикладных программ для статистической обработки данных;
- навыками систематизации и обработки результатов физического эксперимента.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 24 академических часов. СРС –48 часов

4.2. Структура дисциплины.**«Методы обработки информации» (лекции, практические занятия)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 часов.
зачетных единиц 3 часов.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточно й аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практич. занятия	Лаборатор. работа	Семинар	Самостоят. работа, час.	
Модуль 1.									
1.	Элементы теории измерений. Виды шкал измерений. Шкалы измерений. Шкала	I		2	2			8	Проверка домашнего

	отношение. Шкала интервалов. Шкала порядка. Шкала наименований. Допустимые преобразования (подобия, линейное, строго монотонное, взаимно однозначное). Проблема адекватности преобразований. Шкалы измерений. Применение шкал измерений. Агрегированные оценки. Комплексные оценки.								
2.	Элементы математической статистики. Статистическое распределение выборки. Понятия: случайная величина, значение случайной величины, интервальный ряд, безынтервальный ряд, объем выборки, выборочная средняя, полигон частот, математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение. Первичная обработка опытных данных при изучении случайной величины. Гистограмма как способ представления информации	I		2	2			8	задания, самостоятельная работа, контрольная работа
	ВСЕГО ЗА МОДУЛЬ 1.			4	4			16	
Модуль 2.									
3.	Математические средства представления информации. Формулы. Таблицы. Графики. Диаграммы. Систематизация информации и построение таблиц. Чтение графиков и диаграмм. Построение графиков и диаграмм на основе анализа информации.	I		2	2			8	Проверка домашнего задания, самостоятельная работа, контрольная работа
4.	Математические модели в науке как средство работы с информацией. Функция как математическая модель. Процессы и явления, описываемые с помощью функций. График функции как модель процесса и явления. Интерпретация результатов исследования функции в соответствии с условиями задачи. Уравнения и неравенства как математические модели. Интерпретация результатов решения уравнений и неравенств.	I		2	2			8	
	ВСЕГО ЗА МОДУЛЬ 2.			4	4			16	
Модуль 3.									
5.	Статистические методы. Описательная статистика. Общие подходы к определению достоверности совпадений и различий. Статистические гипотезы (нулевая и альтернативная). Статистические критерии. Эмпирическое и критическое значение критерия. Уровни значимости и достоверность различий. Алгоритм выбора статистического критерия и его применение в конкретных типовых ситуациях. Модель и структура научного эксперимента. Место статистических методов. Статистические методы обработки данных. Типовые задачи анализа данных.	I		2	2			8	Проверка домашнего задания, самостоятельная работа, контрольная работа

	Типовые задачи (случаи): описание данных; величины, измеренные в шкале отношений; величины, измеренные в порядковой шкале; задачи, требующие использования «продвинутых» методов. Динамика и многокритериальность. Конкретные примеры применения различных шкал измерений.							
6.	Пакет прикладных программ OriginlabOrigin 9.0. Основные возможности пакета Origin. Таблицы и графики. Форматирование графиков. Сложные графики. Слои. Формирование листа отчета. Функциональные масштабы. Разрыв оси, вставка увеличенного фрагмента графика. Разрывы осей координат. Вставка увеличенных фрагментов графика. Импорт данных и дифференцирование графиков. Импорт данных. Отображение на графике погрешностей экспериментальных данных. Дифференцирование графиков. Интегрирование графиков. Фурье-фильтрация экспериментальных данных. Аппроксимация нелинейными функциями. Метод наименьших квадратов. Элементарные сведения по теории перколяции.	I		2	2			8
	ВСЕГО ЗА МОДУЛЬ 3.			4	4			16
	ВСЕГО ЗА КМ			12	12			48

Содержание практических занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1.	Тема 1. Неалгоритмические методы поиска новых решений	Метод проб и ошибок (МПиО). Мозговой штурм (МШ). Морфологический анализ (МА). Психологическая инерция (ПИ).
2.	Тема 2. Основы теории решения изобретательских задач (ТРИЗ)	Структура ТРИЗ. Законы развития систем. Веполный анализ. Решение типовых изобретательских задач. Уровни сложности изобретательских задач.
3.	Тема 3. Как делаются открытия	Особенности научной работы. Классификация открытий. Приемы открытия новых явлений и закономерностей. Жизненная стратегия творческой личности. Выбор достойной цели. Учет времени.
4.	Тема 4. Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ)	История и логика развития АРИЗ. Противоречия в системах и их разрешение. Структура АРИЗ.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

На самостоятельную работу аспирантов в курсе «Методы обработки информации» отведено 48 часов, что составляет 75% общего объема. Самостоятельная работа аспирантов является одним из видов учебных занятий, выполняется по заданию преподавателя индивидуально и без его непосредственного участия. Целью самостоятельной работы аспирантов является самостоятельное выполнение практической работы, систематизация и закрепление полученных знаний и практических умений, углубление и расширение знаний, приобретение навыков самостоятельной работы с литературой, развитие способностей к самосовершенствованию.

Виды самостоятельной работы

В процессе обучения предусмотрены следующие виды самостоятельной работы обучающегося:

- работа с литературой - изучение обязательной и дополнительной литературы;
- подготовка научных докладов по отдельным разделам дисциплины;
- подготовка к практическим работам (семинарам), лабораторным работам, зачету.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов:

- Основы научных исследований и патентование : учебно-методическое пособие / - Новосибирск : Новосибирский государственный аграрный университет, 2013. - 228 с.
- То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230540>.
- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Основы теории решения нестандартных задач	ОПК-1 уметь: - генерировать идеи по улучшению и совершенствованию систем. - строить функциональную и структурную модели системы; владеть: - методом вещественно-полевого анализа; - методикой поиска наиболее сильного решения задачи. УК-1 знать: - теорию развития коллективов; - основной постулат ТРИЗ и базовые понятия; - закономерности эволюции систем; - слабости неалгоритмических методов; Уметь: - формулировать идеальный конечный результат (ИКР), техническое и физическое	Вопросы к зачету
2.	Алгоритмы решения нестандартных задач	ОПК-1 уметь: - выполнять поиск наиболее эффективного решения задачи с помощью АРИЗ; - работать с таблицей выбора типовых приемов устранения технических противоречий; владеть: - методологией поиска решений изобретательских задач на основе АРИЗ; - типовыми приемами устранения противоречий. УК-1 знать:	Вопросы к зачету, итоговый отчет по лабораторным работам

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы

Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1.	Контрольные вопросы	Средство контроля, организованное как индивидуальное собеседование с каждым обучающимся по теории, лабораторным и практическим заданиям.	Список вопросов
2.	Отчет о выполнении лабораторной работы	Продукт самостоятельной работы, представляющий собой краткое письменное изложение полученных результатов научного исследования по изучаемому разделу.	Список вопросов и задания к лабораторным работам

8. Вопросы к зачету

1. Метод проб и ошибок» при решении технических задач.
2. Организационные пути повышения эффективности решения изобретательских задач.
3. Методы и средства сбора и обработки информации.
4. Автоматизированная обработка информации понятия и технология.
5. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
6. Численное интегрирование методом Монте-Карло.
7. Методы Рунге-Кутта для решения дифференциальных уравнений.
8. Решение дифференциальных уравнений второго порядка методом Рунге-Кутта.
9. Численные методы решения нелинейных уравнений.
10. Минимизация функций многих переменных. Современные методы.
11. Сопоставление аналоговых (с использованием фотографических эффектов) и цифровых технологий обработки информации.
12. Применение эффекта Талбота в оптической обработке информации.
13. Объёмные голограммные элементы в устройствах современной фотоники.
14. Динамические голограммы в жидкокристаллических системах.
15. Реализация устройств обращения волнового фронта – технологии и элементная база.
16. Электронные устройства памяти для хранения информации.
17. Использование современных информационных технологий для обработки результатов физического эксперимента.
18. Высокоуровневые методы обработки информации и программирования
19. Подсистема. Надсистема.
20. Состав технической системы. Трансмиссия. Орган управления.
21. Развитие технической системы по объективно существующим законам.
22. Закон полноты частей технической системы.

23. Закон развития технической системы по S-образной кривой.
24. Закон повышения динамичности и управляемости технических систем.
25. Закон повышения степени идеальности технической системы.
26. Неравномерное развитие технической системы. Противоречия.
27. Административное противоречие. Примеры.
28. Идеальный конечный результат (ИКР). Структура оператора ИКР.
29. Техническое противоречие как критерий возникновения изобретательской задачи.
30. Формулирование технического противоречия как процесс активизации творческого мышления.
31. Физическое противоречие (ФП). Определение. Примеры.
32. Основные признаки, причины возникновения, условия разрешения административного

9. Критерии оценивания компетенций (результатов)

Код контролируемой компетенции (или её части)	Основные показатели оценки результата	Критерии оценки результата	Оценка
ОПК-1	Умение самостоятельно ставить задачи разного уровня сложности, осуществлять научно-исследовательскую деятельность с использованием методов ТРИЗ и современных информационно-коммуникационных технологий	Умение строить модели системы и генерировать идеи по ее улучшению и совершенствованию, выполнять поиск наиболее эффективного решения задачи с помощью АРИЗ, работать с таблицей выбора типовых приемов устранения технических противоречий. Владение методологией	освоена / не освоена

		поиска решений изобретательских задач на основе АРИЗ, типовыми приемами устранения противоречий, методом вещественно-полевого анализа, методикой поиска наиболее сильного решения задачи.	
УК-1	Владение основами критического анализа, умение оценить современные научные достижения, знание основных методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знание теоретических основ ТРИЗ и АРИЗ, алгоритмических методов решения нестандартных задач, основного постулата ТРИЗ, закономерностей эволюции систем, принципов моделирования систем, методов анализа нестандартных задач и синтеза их решений. Умение формулировать ИКР, техническое и физическое противоречия в системе; выявлять тенденции развития анализируемой системы в соответствии с законами эволюции систем; выполнять анализ ВПР системы и использовать их для решения нестандартной задачи.	освоена / не освоена

10. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Оценка «зачтено» - выставляется при условии, если обучающийся:

- показывает хорошие знания основ научно-исследовательской работы и владения методами решения нестандартных задач;
- самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует различные аспекты поиска новых идей и путей решения исследовательских задач;
- полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса;
- владеет основными терминами и понятиями ТРИЗ;
- показывает умение использовать знание фундаментальных основ и современных достижений в науке и технике.

Оценка «не зачтено» - выставляется:

- при наличии серьезных упущений в процессе изложения учебного

материала;

- в случае отсутствия знаний основных понятий и определений курса или присутствии большого количества ошибок при интерпретации основных определений;
- если аспирант показывает значительные затруднения при ответе на предложенные основные и дополнительные вопросы;
- при условии отсутствия ответа на основные и дополнительные вопросы.

Выполнение лабораторных и практических работ осуществляется с высокой степенью самостоятельности. Преподаватель оценивает выполнение работы аспирантом по шкале «зачтено - не зачтено». Итогом завершения лабораторных работ является отчет, оформленный лично аспирантом, по которому проводится индивидуальное собеседование, включающее устные вопросы по соответствующему разделу и анализ полученных результатов и выводов.

При подведении итогов по данной дисциплине принимается во внимание оценка освоения компетенций. Если профессиональные компетенции ОПК-1 и УК-1 освоены, то выставляется оценка «зачтено» в ведомость и зачетную книжку.

11.Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Магомедов М.А., Муртазаев А.К., Хизриев К.Ш. Численные методы в физике. Учебно-методическое пособие. – Махачкала: 2007. – 50с.
2. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере: учебное пособие. – 4-е изд, переработанное. — М.: ИД «ФОРУМ», 2008. — С.368
3. Гришин В.К., Живописцев Ф.А., Иванов В.А. Математическая обработка и интерпретация физического эксперимента. - М.: Изд-во МГУ, 1988. —318 с.
4. Лунев В.А. Планирование и обработка технологического эксперимента. : Учебное пособие. – Л.: ЛПИ, 1985 г. – 84 с.
5. Магомедов М.А. Исследование моделей магнитных материалов методами Монте-Карло. Издательство LAP. 146с. 2011 (ISBN 978-3-8454-7546-2).
6. Статистические методы в экспериментальной физике: Пер. с англ./Под ред. А.А. Тяпкина - М.: Атомиздат, 1976.-336 с.
7. Радченко Ю.С., Зюльков А. В. Методические указания по курсу"Статистические методы обработки и планирования эксперимента". - Воронеж: Воронеж.гос. ун-т, 1994.-32 с.
8. Муртазаев А.К., Магомедов Г.М., Рамазанов М.К., Магомедов М.А., Методы численного эксперимента в физике. Учебное пособие. – Махачкала: 2009. – 58с.
9. Крянев А.В., Лукин Г.В. Математические методы обработки неопределённых данных. ФИЗМАТЛИТ. 2014 г. 214 с.

10. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных. — М.: Мир, 1980. — С. 610.
- б) дополнительная литература:**
11. Боровиков В. STATISTICA : искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. — СПб.: Питер, 2001 . — 656 с.
12. Боровиков В.П. Популярное введение в программу STATISTICA. М.: Компьютер Пресс, 1998 г., - 267 с.
13. Додж М., Стинсон К. Эффективная работа с MicrosoftExcel 2000. — СПб.: Издательство«Питер», 2000, - 1056 с.
14. А.К. Муртазаев. Программирование, математическое моделирование и автоматизация экспериментов. Методические указания и лабораторные задания. Махачкала. 1992 г.
15. Гайдышев И. Анализ и обработка данных: специальных справочник — СПб: Питер, 2001. 752 с.
16. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. — 3-е изд. — М.: Диалектика, 2007. — С. 912.
17. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 816 с.

12.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства (www.fero.ru).
4. Физика [Электронный ресурс]: реф. журн. ВИНТИ. № 7 - 12, 2008 / Всерос. ин-т науч. и техн. информ. - М.: [Изд-во ВИНТИ], 2008. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM). - 25698-00.
5. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
6. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
7. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
8. Федеральный центр образовательного законодательства. <http://www.lexed.ru>
9. www.affp.mics.msu.su
1. www.iqlib.ru - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия

13. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для успешного изучения курса «Методы обработки информации» аспиранту рекомендуется систематически готовиться к каждому занятию. При наличии контрольных вопросов по изучаемой теме ответить на них.

Важную роль в успешном усвоении теоретического материала играет составление конспекта. Важно знать, что конспект - это сжатое, емкое смысловое содержание теории, включающее основные ее аспекты и пометки аспиранта, которые необходимо расширять и обогащать, путем изучения основной и дополнительной литературы.

Самостоятельная работа аспирантов как форма обучения включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу.

Аудиторная самостоятельная работа включает:

- определение основных понятий;
- конспектирование основной и дополнительной литературы;
- обобщение, сравнение с ранее изученным материалом, выделение нового.

Внеаудиторная самостоятельная работа включает:

- анализ источников по темам дисциплины;
- подготовку к написанию отчета по заданной теме;
- написание отчета по заданной теме;
- проверку и уточнение усвоенных ранее знаний при подготовке к зачету.

Активизации аспирантов в проведении лабораторных и практических занятий способствует уяснение особенностей их организации. Способность к самостоятельному мышлению формируется у аспирантов в активном участии различных формах живого речевого общения.

14. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- Информационные технологии (ИТ) сбора информации из внешних источников;
- ИТ обработки текстовой информации посредством пакета прикладных программ Microsoft Office;
- ИТ обработки графической информации посредством пакета прикладных программ Microsoft Office;
- ИТ создания анимированной графики;
- ИТ интеграции текстовой и визуальной информации в мультимедийный проект;
- Информационно-поисковые технологии, включающие семантический, документальный, фактографический, полнотекстовый поиск в электронных и традиционных библиотеках, на Web-сайтах, персональных Web-страницах, поиск по метаданным.

15. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

- компьютерный класс ИФ, интегрированный в Интернет;
- Мультимедийное оборудование;
- Мультимедийные материалы;

Программное обеспечение

1. Microsoft Office Word
2. Microsoft Office Excel
3. Программа «Origin 8.0» (Microcalc corp.) демо-версия

Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Концентрированное обучение («погружение в предмет»)

Коллективная исследовательская работа малыми группами.

Самостоятельная работа с учебной и научной литературой

Индивидуальные и групповые задания на практических занятиях.

Индивидуальное решение задач под контролем преподавателя.

Технология дифференцированного, творческо-репродуктивного обучения (индивидуальное выполнение практических заданий при взаимодействии аспиранта и преподавателя). Практические задания выполняются как индивидуальные научно-исследовательские работы аспирантов: ставится цель и определяются задачи, проводится анализ, пишется отчет и защищаются основные выводы работы. Защита может проводиться в форме доклада с презентацией.

16. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1.

Тема 1. Элементы теории измерений. Виды шкал измерений. Шкалы измерений. Шкала отношение. Шкала интервалов. Шкала порядка. Шкала наименований. Допустимые преобразования (подобия, линейное, строго монотонное, взаимно однозначное). Проблема адекватности преобразований. Шкалы измерений. Применение шкал измерений. Агрегированные оценки. Комплексные оценки.

Основополагающим понятием теории измерений является измерение - нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Измерение физической величины производят путем ее сравнения в процессе эксперимента с величиной, принятой за единицу физической величины. Целью измерения является получение значения физической величины в наиболее удобной форме. С помощью измерительного прибора определяют, во сколько раз значение данной величины больше или меньше значения величины, принятого за единицу.

Измерения могут быть классифицированы:

- по характеристике точности - равноточные, неравноточные;
- по числу наблюдений - однократные, многократные;
- по режиму работы применяемых средств измерений - статические, динамические;
- по метрологическому назначению - технические, метрологические;
- по выражению результата измерения - абсолютные, относительные;
- по способу обработки экспериментальных данных - прямые, косвенные, совместные, совокупные;
- по способу применения меры - методом непосредственной оценки и методом сравнения с мерой.

Равноточные измерения. Ряд измерений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности средствами измерений в одних и тех же условиях.

На практике условие равноточности считается выполненным, если наблюдения производятся одним и тем же оператором, в одинаковых условиях внешней среды, с помощью одного и того же средства измерения. При таких условиях будут получены равнодисперсионные (по-другому, равноточные, от слов равная точность), т.е. одинаково распределенные случайные величины.

Неравноточные измерения. Ряд измерений, какой-либо величины, выполненных несколькими различными по точности средствами измерений в нескольких разных условиях.

Однократное измерение - измерение, выполненное один раз. Однократные измерения применяются, когда приоритет принадлежит не

точности, а стоимости процесса измерения, или приоритет принадлежит временным нормативам, а также когда наблюдаемое событие быстротечно, или объект измерения меняет свойства и даже разрушается под воздействием процесса измерения.

Многократные измерения. Нахождение размера физической величины с выполнением нескольких следующих друг за другом наблюдений физической величины одного и того же размера. Только многократные измерения позволяют судить о размере случайной погрешности и влиять на размер случайной погрешности, меняя количество наблюдений.

Статические измерения. Измерение физической величины, принимаемой в соответствии с конкретной измерительной задачей за неизменную величину на протяжении времени измерения.

Динамические измерения. Измерение изменяющейся по размеру физической величины.

Технические измерения. Измерения с помощью рабочих средств измерений.

Метрологические измерения. Измерение при помощи эталонов и образцовых средств измерений с целью воспроизведения единиц физических величин для передачи их размера рабочим средствам измерений.

В технических и метрологических измерениях результат находится с требуемой точностью, точность обеспечивается с заданной вероятностью.

Виды и методы измерений. Измерение одной и той же физической величины можно выполнить разными способами. В зависимости от цели измерения, существующие способы можно классифицировать и в каждом случае выбирать лучший из них, как правило - по соотношению между затратами на осуществление измерений и ущербом от недостоверных результатов измерений. Среди многих известных классификаций можно выделить две, построенные по следующим признакам: по способу обработки экспериментальных данных и по способу применения меры. Они получили соответствующие наименования: виды измерений и методы измерений.

В свою очередь, среди видов измерений и методов измерений можно выделить виды и методы, которые применяются наиболее часто. Это прямые измерения и измерения методом непосредственной оценки. Например, измерение силы тока аналоговым амперметром или определение размеров детали при помощи штангенциркуля - прямые измерения методом непосредственной оценки.

При методе непосредственной оценки значение физической величины находят непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого преобразования, шкала которого заранее была отградуирована с помощью меры. При этом не возникает необходимости использовать для измерений дополнительную меру.

При прямых измерениях значение физической величины находят непосредственно по опытным данным в результате выполнения измерения. При этом нет необходимости в дополнительных вычислениях для определения измеряемой физической величины.

Измерению подлежат различные проявления свойств тел, веществ, явлений, процессов. Некоторые свойства при этом проявляются количественно (длина, масса, температура и т.п.), а другие - качественно (например, цвет, т.к. не имеет смысла выражение типа "красный цвет больше (меньше) синего"). Многообразие (количественное или качественное) проявлений любого свойства образуют множества, отображение элементов которых на упорядоченные множества чисел или, в более общем случае, на систему условных знаков образуют шкалы измерения этих свойств. Такими системами знаков являются, например, множество обозначений (названий) цветов, совокупность классификационных символов или понятий, множество баллов оценки состояний объекта, множество действительных чисел и т.д. Элементы множеств проявления свойств находятся в определенных логических соотношениях между собой. Такими соотношениями могут быть "эквивалентность" (равенство) или "сходство" (близость) этих элементов, их количественная различимость ("больше", "меньше"), допустимость выполнения определенных математических операций сложения, вычитания, умножения деления с элементами множеств и т.д. Эти особенности элементов множеств проявления свойств определяют типы (особенности соответствующих им шкал измерений).

В соответствии с логической структурой проявления свойств в теории измерений различают пять основных типов шкал измерений: наименований, порядка, разностей (интервалов), отношений и абсолютные шкалы. Каждый тип шкалы обладает определенными признаками, основные из которых рассматриваются ниже.

ШКАЛЫ НАИМЕНОВАНИЙ отражают качественные свойства. Их элементы характеризуются только соотношениями эквивалентности (равенства) и сходства конкретных качественных проявлений свойств. Примерами таких шкал является шкала классификации (оценки) цвета объектов по наименованиям (красный, оранжевый, желтый, зеленый и т.д.), опирающаяся на стандартизованные атласы цветов, систематизированные по сходству. В таких атласах, выполняющих роль своеобразных эталонов, цвета могут обозначаться условными номерами (координатами цветами). Измерения в шкале цветов выполняются путем сравнения при определенном освещении образцов цвета из атласа с цветом исследуемого объекта и установления эквивалентности их цветов.

В шкалах наименований нельзя ввести понятия единицы измерения; в них отсутствует и нулевой элемент.

Шкалы наименований, по существу, качественны; однако возможны некоторые статистические операции при обработке результатов измерений в этих шкалах, например, можно найти модальный или наиболее многочисленный класс эквивалентности.

ШКАЛЫ ПОРЯДКА - описывают свойства, для которых имеют смысл не только соотношения эквивалентности, но и соотношения порядка по возрастанию или убыванию количественного проявления свойства. Характерным примером шкал порядка являются существующие шкалы чисел

твердости тел, шкалы баллов землетрясений, шкалы баллов ветра, шкала оценки событий на АЭС и т.п. Узкоспециализированные шкалы порядка широко применяются в методах испытаний различной продукции.

В этих шкалах также нет возможности ввести единицы измерений из-за того, что они не только принципиально нелинейны, но и вид нелинейности может быть различен и неизвестен на разных ее участках. Результаты измерений в шкалах твердости, например, выражаются в числах твердости по Бринеллю, Виккерсу, Роквеллу, Шору, а не в единицах измерений. Шкалы порядка допускают монотонные преобразования, в них может быть или отсутствовать нулевой элемент.

ШКАЛЫ РАЗНОСТЕЙ (ИНТЕРВАЛОВ) - отличаются от шкал порядка тем, что для описываемых ими свойств имеют смысл не только соотношения эквивалентности и порядка, но и суммирования интервалов (разностей) между различными количественными проявлениями свойств. Характерный пример - шкала интервалов времени.

Интервалы времени (например, периоды работы, периоды учебы) можно складывать и вычитать, но складывать даты каких-либо событий бессмысленно.

Другой пример, шкала длин (расстояний) - пространственных интервалов определяется путем совмещения нуля линейки с одной точкой, а отсчет делается у другой точки. К этому типу шкал относятся и шкалы температур по Цельсию, Фаренгейту, Реомюру.

Шкалы разностей имеют условные (принятые по соглашению) единицы измерений и нули, опирающиеся на какие-либо реперы.

В этих шкалах допустимы линейные преобразования, в них применимы процедуры для отыскания математического ожидания, стандартного отклонения, коэффициента асимметрии и смещенных моментов.

ШКАЛЫ ОТНОШЕНИЙ. К множеству количественных проявлений в этих шкалах применимы соотношения эквивалентности и порядка - операции вычитания и умножения, (шкалы отношений 1-го рода - пропорциональные шкалы), а во многих случаях и суммирования (шкалы отношений 2-го рода - аддитивные шкалы).

В шкалах отношений существуют условные (принятые по соглашению) единицы и естественные нули. Примерами шкал отношений являются шкалы массы (2-го рода), термодинамическая температурная шкала (1-го рода).

Массы любых объектов можно суммировать, но суммировать температуры разных тел нет смысла, хотя можно судить о разности и, отношении их термодинамических температур. Шкалы отношений широко используются в физике и технике, в них допустимы все арифметические и статистические операции.

АБСОЛЮТНЫЕ ШКАЛЫ - обладают всеми признаками шкал отношений, но дополнительно в них существует естественное однозначное определение единицы измерений. Такие шкалы используются для измерений относительных величин (отношений одноименных величин: коэффициентов

усиления, ослабления, КПД, коэффициентов отражений и поглощений, амплитудной модуляции и т.д.).

ЛОГАРИФМИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ - логарифмическое преобразование шкал, часто применяемое на практике, приводит к изменению типа шкал. Практическое распространение получили логарифмические шкалы на основе применения систем десятичных и натуральных логарифмов, а также логарифмов с основанием два.

Логарифм есть число безразмерное, поэтому перед логарифмированием преобразуемая размерная величина в начале обращается в безразмерную путем ее деления на принятое по соглашению произвольное (опорное) значение той же величины, после чего выполняется операция логарифмирования.

В зависимости от типа шкалы, подвергнутой логарифмическому преобразованию, логарифмические шкалы могут быть двух видов. При логарифмическом преобразовании абсолютных шкал получаются абсолютные логарифмические шкалы, называемые иногда логарифмическими шкалами с плавающим нулем, т.к. в них не фиксируется опорное значение. Примерами таких шкал являются шкалы усиления (ослабления) сигнала в дБ. Для значений величин в абсолютных логарифмических шкалах допустимы операции сложения и вычитания.

При логарифмическом преобразовании шкал отношений и интервалов получается логарифмическая шкала интервалов с фиксированным нулем, соответствующим принятому опорному значению преобразуемой шкалы. В радиотехнике в качестве опорного чаще всего принимают значения 1 мВт, 1 В, 1 мкВ; в акустике - 20 мкПа и др. К этим шкалам в общем случае нельзя прямо применять ни одно арифметическое действие; сложение и вычитание величин, выраженных в значениях таких шкал, должно проводиться путем нахождения их антилогарифмов, выполнения необходимых арифметических операций и повторного логарифмирования результата.

БИОФИЗИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ. В метрологической практике существует ряд шкал, которыми описываются реакции биологических объектов, прежде всего человека, на воздействующие на них физические факторы. К ним относятся шкалы световых и цветовых измерений, шкалы восприятия звуков, шкалы эквивалентных доз ионизирующих излучений и др. Будем называть такие шкалы биофизическими.

Биофизическая шкала - шкала измерений свойств физического фактора (стимула), модифицированная таким образом, чтобы по результатам измерений этих свойств можно было прогнозировать уровень или характер реакции биологического объекта на действие этого фактора. Такие шкалы строятся по моделям, так модифицирующим (трансформирующим) результаты измерений свойства стимула, чтобы было однозначное соответствие между результатом измерений и характеристикой биологической реакции (гомоморфное отображение множества стимулов на множество реакций). При этом некоторому подклассу множества стимулов могут соответствовать эквивалентные реакции.

Тема 2. Элементы математической статистики. Статистическое распределение выборки. Понятия: случайная величина, значение случайной величины, интервальный ряд, безынтервальный ряд, объем выборки, выборочная средняя, полигон частот, Математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратичное отклонение. Первичная обработка опытных данных при изучении случайной величины. Гистограмма как способ представления информации

Установление закономерностей, которым подчинены массовые случайные явления, основано на изучении статистических данных — результатах наблюдений. Первая задача математической статистики — указать способы сбора и группировки (если данных очень много) статистических сведений. Вторая задача математической статистики — разработать методы анализа статистических данных в зависимости от цели исследования. Изучение тех или иных явлений методами математической статистики служит средством решения многих вопросов, выдвигаемых наукой и практикой (правильная организация технологического процесса, наиболее целесообразное планирование и др.).

Итак, задача математической статистики состоит в создании методов сбора и обработки статистических данных для получения научных и практических выводов.

Статистические распределения выборок

В результате статистической обработки материалов можно подсчитать число единиц, обладающих конкретным значением того или иного признака. Каждое отдельное значение признака будем обозначать и называть вариантой, а абсолютное число, показывающее, сколько раз встречается та или иная варианта, — частотой и обозначать .

Если отдельные значения признака (варианты) расположим в возрастающем или убывающем порядке и относительно каждой варианты укажем, как часто она встречается в данной совокупности, то получим статистическое распределение признака, или вариационный ряд. Он характеризует изменение (варьирование) какого-нибудь количественного признака. Следовательно, вариационный ряд представляет собой две строки (или колонки). В одной из них приводятся варианты, в другой — частоты.

Вариация признака может быть дискретной и непрерывной. Дискретной называется вариация, при которой отдельные значения признака (варианты) отличаются друг от друга на некоторую конечную величину (обычно целое число); Например: количество детей в семье; оценки, полученные студентами на экзамене; размеры обуви, проданной за день фирмой.

Непрерывной называется вариация, при которой значения признака могут отличаться одно от другого на сколь угодно малую величину. Например: стоимость реализованной продукции; уровень рентабельности предприятия; процент занятости трудоспособного населения; депозитная ставка коммерческих банков.

При непрерывной вариации распределение признака называется интервальным. Частоты относятся не к отдельному значению признака, а ко всему интервалу. Часто значением интервала принимают его середину, т. е. центральное значение.

Гистограмма и полигон статистических распределений. Кумулята

Для наглядного представления вариационного ряда большое значение имеют его графические изображения. Графически вариационный ряд может быть изображен в виде полигона, гистограммы и кумуляты.

Полигон распределения (дословно — многоугольник распределения) строится в прямоугольной системе координат. Величина признака откладывается на оси абсцисс, частоты или относительные частоты — по оси ординат. Чаще всего полигоны применяются для изображения дискретных вариационных рядов, но их можно применять также для интервальных рядов. В этом случае на оси абсцисс откладываются точки, соответствующие серединам данных интервалов.

Гистограмма распределения строится аналогично полигону в прямоугольной системе координат. В отличие от полигона при построении гистограммы на оси абсцисс выбирают не точки, а отрезки, изображающие интервал, а вместо ординат, соответствующих частотам или относительным частотам отдельных вариантов, строят прямоугольники с высотой, пропорциональной частотам или относительным частотам интервала. В случае интервалов различной длины гистограмма распределения строится, не по частотам или относительным частотам, а по плотности интервалов (абсолютной или относительной). При этом общая площадь гистограммы равна численности совокупности, если построение проводится по абсолютной плотности, или единице, если гистограмма построена по относительной плотности.

Если соединить прямыми линиями середины верхних сторон прямоугольников, то получим полигоны распределения.

Разбивая интервалы на несколько частей и исходя из того, что вся — площадь гистограммы должна остаться при этом неизменной, можно получить мелкоступенчатую гистограмму, которая при уменьшении величины интервала будет приближаться к плавной кривой, называемой кривой распределения.

Кумулятивная кривая (кривая сумм — кумулята) получается при изображении вариационного ряда с накопленными частотами или относительными частотами в прямоугольной системе координат. Накопленная частота определенной варианты получается суммированием всех частот вариантов, предшествующих данной, с частотой этой варианты. При построении кумуляты дискретного признака по оси абсцисс откладывают значения признака (варианты), Ординатами служат вертикальные отрезки, длина которых пропорциональна накопленной частоте или относительной частоте той или иной варианты. Соединением вершин ординат прямыми линиями получаем ломаную (кривую) кумуляту.

При построении кумуляты интервального вариационного ряда нижней границе первого интервала соответствует частота, равная нулю, а верхней — вся частота интервала. Верхней границе второго интервала соответствует накопленная частота первых двух интервалов (т. е. сумма частот этих интервалов) и т. д. Верхней границе последнего (максимального) интервала соответствует накопленная частота, равная сумме всех частот.

Наглядно ряды распределения представляются при помощи графических изображений.

Ряды распределения изображаются в виде:

- Полигона
- Гистограммы
- Кумуляты
- Огивы
- Полигон

Полигон. При построении полигона на горизонтальной оси (ось абсцисс) откладывают значения варьирующего признака, а на вертикальной оси (ось ординат) — частоты или частости.

Гистограмма. Для построения гистограммы по оси абсцисс указывают значения границ интервалов и на их основании строят прямоугольники, высота которых пропорциональна частотам (или частостям).

Кумулята. Распределение признака в вариационном ряду по накопленным частотам (частостям) изображается с помощью кумуляты.

Кумулята или кумулятивная кривая в отличие от полигона строится по накопленным частотам или частостям. При этом на оси абсцисс помещают значения признака, а на оси ординат — накопленные частоты или частости.

Оги́ва. Оги́ва строится аналогично кумуляте с той лишь разницей, что накопленные частоты помещают на оси абсцисс, а значения признака — на оси ординат.

Разновидностью кумуляты является кривая концентрации или график Лоренца. Для построения кривой концентрации на обе оси прямоугольной системы координат наносится масштабная шкала в процентах от 0 до 100. При этом на оси абсцисс указывают накопленные частости, а на оси ординат — накопленные значения доли (в процентах) по объему признака.

Модуль 2.

Тема 3. Математические средства представления информации. Формулы. Таблицы. Графики. Диаграммы. Систематизация информации и построение таблиц. Чтение графиков и диаграмм. Построение графиков и диаграмм на основе анализа информации.

Диаграмма — графическое изображение статистических данных при помощи линий или геометрических фигур. Выделяют следующие типы диаграмм:

- круговые или секторные;

- столбчатые;
- гистограммы;
- точечные;
- кольцевые;
- лепестковые.

Круговые (секторные) диаграммы и составные столбчатые диаграммы удобно использовать в том случае, когда необходимо представить структуру целого, состоящего из непересекающихся частей. В этом случае целое чаще всего принимается за 100%. Таким образом, сумма составляющих его частей должна быть равна 100 %.

Столбчатая диаграмма – это график с одной осью для изображения качественных или порядковых показателей. Данные представляются в виде параллельных прямоугольников (столбиков) одинаковой ширины.

Столбчатые диаграммы используются для представления сравнительных данных. Столбики могут быть сгруппированы или использованы для того, чтобы показать отклонение от исходного уровня. Примером такой диаграммы является диаграмма 4 из вопросов для подготовки к занятию.

Таким образом, в зависимости от ведущей идеи целесообразно выбирать тот или иной тип диаграммы, используемой для представления данных. Любой аспект данных, на который общается внимание, может быть выражен посредством одного из пяти основных типов сравнения: покомпонентного, позиционного, временного, частотного, корреляционного.

Диаграммы являются средством наглядного представления данных и облегчают выполнение сравнений, выявление закономерностей и тенденций данных.

Всего Microsoft Excel предлагает Вам несколько типов плоских и объемных диаграмм, разбитых, в свою очередь, на ряд форматов. Если Вам их недостаточно, Вы можете создать собственный пользовательский формат диаграммы.

Диаграммы создают на основе данных, расположенных на рабочих листах. Как правило, используются данные одного листа. Это могут быть данные диапазонов как смежных, так и не смежных ячеек. Несмежные ячейки должны образовывать прямоугольник. При необходимости, в процессе или после создания диаграммы, в нее можно добавить данные, расположенные на других листах.

Диаграмма может располагаться как графический объект на листе с данными (не обязательно на том же, где находятся данные, взятые для построения диаграммы). На одном листе с данными может находиться несколько диаграмм. Диаграмма может располагаться на отдельном специальном листе.

Таблица (от польск. Tablica < лат. tabula – доска, таблица) – набор, составленный из нескольких колонок, имеющих самостоятельные заголовки

и отделенных друг от друга продольными линейками. Данные располагаются по графам и строкам таким образом, что каждый отдельный показатель входит в состав и графа, и строка таблицы без продольных разделительных линий называется выводом.

График – (от греч. *graphikos* – начертанный): 1) чертеж, применяемый для наглядного изображения зависимости какой-либо величины (напр., пути) от другой (напр., времени), т.е. линия, дающая наглядное представление о характере изменения функции. График функции $y = f(x)$ состоит из точек, абсциссы которых равны значениям x , а ординаты – соответствующим значениям y ; в некоторых случаях функции задаются непосредственно с помощью графика; 2) Производственный график – календарный план выпуска продукции предприятием в целом и его отдельными подразделениями, выраженный в графической или иной (напр., табличной) форме; 3) Железнодорожный график – особый графический способ изображения движения поездов.

Представление данных в графическом виде позволяет решать самые разнообразные задачи. Основное достоинство такого представления – наглядность. На графиках легко просматривается тенденция к изменению. Можно даже определять скорость изменения тенденции. Различные соотношения, прирост, взаимосвязь различных процессов – все это легко можно увидеть на графиках.

Тема 4. Математические модели в науке как средство работы с информацией. Функция как математическая модель. Процессы и явления, описываемые с помощью функций. График функции как модель процесса и явления. Интерпретация результатов исследования функции в соответствии с условиями задачи. Уравнения и неравенства как математические модели. Интерпретация результатов решения уравнений и неравенств.

Математическая модель — математическое представление реальности[1], один из вариантов модели, как системы, исследование которой позволяет получать информацию о некоторой другой системе.

Процесс построения и изучения математических моделей называется математическим моделированием.

Все естественные и общественные науки, использующие математический аппарат, по сути занимаются математическим моделированием: заменяют объект исследования его математической моделью и затем изучают последнюю. Связь математической модели с реальностью осуществляется с помощью цепочки гипотез, идеализаций и упрощений. С помощью математических методов описывается, как правило, идеальный объект, построенный на этапе содержательного моделирования.

Никакое определение не может в полном объеме охватить реально существующую деятельность по математическому моделированию.

Несмотря на это, определения полезны тем, что в них делается попытка выделить наиболее существенные черты.

По Ляпунову, математическое моделирование — это опосредованное практическое или теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается не сам интересующий нас объект, а некоторая вспомогательная искусственная или естественная система (модель), находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом, способная замещать его в определенных отношениях и дающая при её исследовании, в конечном счете, информацию о самом моделируемом объекте[2].

В других вариантах, математическая модель определяется как объект-заместитель объекта-оригинала, обеспечивающий изучение некоторых свойств оригинала[3], как «эквивалент» объекта, отражающий в математической форме важнейшие его свойства — законы, которым он подчиняется, связи, присущие составляющим его частям»[4], как систему уравнений, или арифметических соотношений, или геометрических фигур, или комбинацию того и другого, исследование которых средствами математики должно ответить на поставленные вопросы о свойствах некоторой совокупности свойств объекта реального мира[5], как совокупность математических соотношений, уравнений, неравенств, описывающих основные закономерности, присущие изучаемому процессу, объекту или системе

Составление математической модели включает:

- выбор переменных задачи
- составление системы ограничений
- выбор целевой функции

Переменными задачи называются величины X_1, X_2, X_n , которые полностью характеризуют экономический процесс. Обычно их записывают в виде вектора: $X=(X_1, X_2, ..., X_n)$.

Системой ограничений задачи называют совокупность уравнений и неравенств, описывающих ограниченность ресурсов в рассматриваемой задаче.

Целевой функцией задачи называют функцию переменных задачи, которая характеризует качество выполнения задачи и экстремум которой требуется найти.

Каноническая форма задачи линейного программирования

В общем случае задача линейного программирования записывается так, что ограничениями являются как уравнения, так и неравенства, а переменные могут быть как неотрицательными, так и произвольно изменяющимися.

В том случае, когда все ограничения являются уравнениями и все переменные удовлетворяют условию неотрицательности, задачу линейного программирования называют канонической.

Приведение общей задачи линейного программирования к канонической форме

В большинстве методов решения задач линейного программирования предполагается, что система ограничений состоит из уравнений и естественных условий неотрицательности переменных. Однако при составлении моделей экономических задач ограничения в основном формируются в виде системы неравенств, поэтому необходимо уметь переходить от системы неравенств к системе уравнений.

Это может быть сделано следующим образом:

Возьмем линейное неравенство $a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n \leq b$ и прибавим к его левой части некоторую величину x_{n+1} , такую, что неравенство превратилось в равенство $a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n + x_{n+1} = b$. При этом данная величина x_{n+1} является неотрицательной.

Модуль 3.

Тема 5. Статистические методы. Описательная статистика. Общие подходы к определению достоверности совпадений и различий. Статистические гипотезы (нулевая и альтернативная). Статистические критерии. Эмпирическое и критическое значение критерия. Уровни значимости и достоверность различий. Алгоритм выбора статистического критерия и его применение в конкретных типовых ситуациях. Модель и структура научного эксперимента. Место статистических методов.

Статистические методы обработки данных. Типовые задачи анализа данных. Типовые задачи (случаи): описание данных; величины, измеренные в шкале отношений; величины, измеренные в порядковой шкале; задачи, требующие использования «продвинутых» методов. Динамика и многокритериальность. Конкретные примеры применения различных шкал измерений.

Статистика — отрасль знаний, в которой излагаются общие вопросы сбора, измерения и анализа массовых статистических (количественных или качественных) данных; изучение количественной стороны массовых общественных явлений в числовой форме[1].

Слово «статистика» происходит от латинского status — состояние дел[2]. В науку термин «статистика» ввел немецкий ученый Готфрид Ахенвалль в 1746 году, предложив заменить название курса «Государствоведение», преподававшегося в университетах Германии, на «Статистику», положив тем самым начало развитию статистики как науки и учебной дисциплины. Несмотря на это, статистический учёт велся намного раньше: проводились переписи населения в Древнем Китае, осуществлялось сравнение военного потенциала государств, велся учёт имущества граждан в Древнем Риме и т. п.[3]

Статистика разрабатывает специальную методологию исследования и обработки материалов: массовые статистические наблюдения, метод группировок, средних величин, индексов, балансовый метод, метод графических изображений и другие методы анализа статистических данных.

Начало статистической практики относится примерно ко времени возникновения государства. Первой опубликованной статистической информацией можно считать глиняные таблички Шумерского царства (III — II тысячелетия до н. э.).

Вначале под статистикой понимали описание экономического и политического состояния государства или его части. Например, к 1792 году относится определение: «статистика описывает состояние государства в настоящее время или в некоторый известный момент в прошлом». И в настоящее время деятельность государственных статистических служб вполне укладывается в это определение[4].

Однако постепенно термин «статистика» стал использоваться более широко. По Наполеону Бонапарту, «статистика — это бюджет вещей»[5]. Тем самым статистические методы были признаны полезными не только для административного управления, но и для применения на уровне отдельного предприятия. Согласно формулировке 1833 года, «цель статистики заключается в представлении фактов в наиболее сжатой форме»[6]. Во 2-й половине XIX — начале XX веков сформировалась научная дисциплина — математическая статистика, являющаяся частью математики.

В XX веке статистику часто рассматривают, прежде всего, как самостоятельную научную дисциплину. Статистика есть совокупность методов и принципов, согласно которым проводится сбор, анализ, сравнение, представление и интерпретация числовых данных. В 1954 г. академик АН УССР Б. В. Гнеденко дал следующее определение: «Статистика состоит из трёх разделов:

- сбор статистических сведений, то есть сведений, характеризующих отдельные единицы каких-либо массовых совокупностей;
- статистическое исследование полученных данных, заключающееся в выяснении тех закономерностей, которые могут быть установлены на основе данных массового наблюдения;
- разработка приёмов статистического наблюдения и анализа статистических данных. Последний раздел, собственно, и составляет содержание математической статистики[7].

Термин «статистика» употребляют ещё в двух смыслах. Во-первых, в обиходе под «статистикой» часто понимают набор количественных данных о каком-либо явлении или процессе. Во-вторых, статистикой называют функцию от результатов наблюдений, используемую для оценки характеристик и параметров распределений и проверки гипотез.

Статистические методы.

Статистические методы — методы анализа статистических данных. Выделяют методы прикладной статистики, которые могут применяться во

всех областях научных исследований и любых отраслях народного хозяйства, и другие статистические методы, применимость которых ограничена той или иной сферой. Имеются в виду такие методы, как статистический приемочный контроль, статистическое регулирование технологических процессов, надёжность и испытания, планирование экспериментов.

Классификация статистических методов.

Статистические методы анализа данных применяются практически во всех областях деятельности человека. Их используют всегда, когда необходимо получить и обосновать какие-либо суждения о группе (объектов или субъектов) с некоторой внутренней неоднородностью.

Целесообразно выделить три вида научной и прикладной деятельности в области статистических методов анализа данных (по степени специфичности методов, сопряженной с погруженностью в конкретные проблемы):

а) разработка и исследование методов общего назначения, без учёта специфики области применения;

б) разработка и исследование статистических моделей реальных явлений и процессов в соответствии с потребностями той или иной области деятельности;

в) использование статистических методов и моделей для статистического анализа конкретных данных в решении прикладных задач, например, с целью проведения выборочных обследований.

Прикладная статистика

Прикладная статистика — это наука о том, как обрабатывать данные произвольной природы. Математической основой прикладной статистики и статистических методов анализа является теория вероятностей и математическая статистика.

Описание вида данных и механизма их порождения — начало любого статистического исследования. Для описания данных применяют как детерминированные, так и вероятностные методы. С помощью детерминированных методов можно проанализировать только те данные, которые имеются в распоряжении исследователя. Например, с их помощью получены таблицы, рассчитанные органами официальной государственной статистики на основе представленных предприятиями и организациями статистических отчетов. Перенести полученные результаты на более широкую совокупность, использовать их для предсказания и управления можно лишь на основе вероятностно-статистического моделирования. Поэтому в математическую статистику часто включают лишь методы, опирающиеся на теорию вероятностей.

В простейшей ситуации статистические данные — это значения некоторого признака, свойственного изучаемым объектам. Значения могут быть количественными или представлять собой указание на категорию, к которой можно отнести объект. Во втором случае говорят о качественном признаке.

При измерении по нескольким количественным или качественным признакам в качестве статистических данных об объекте получаем вектор.

Его можно рассматривать как новый вид данных. В таком случае выборка состоит из набора векторов. Есть часть координат — числа, а часть — качественные (категоризованные) данные, то говорим о векторе разнотипных данных.

Одним элементом выборки, то есть одним измерением, может быть и функция в целом. Например, описывающая динамику показателя, то есть его изменение во времени, — электрокардиограмма больного или амплитуда биений вала двигателя. Или временной ряд, описывающий динамику показателей определенной фирмы. Тогда выборка состоит из набора функций.

Элементами выборки могут быть и иные математические объекты. Например, бинарные отношения. Так, при опросах экспертов часто используют упорядочения (ранжировки) объектов экспертизы — образцов продукции, инвестиционных проектов, вариантов управленческих решений. В зависимости от регламента экспертного исследования элементами выборки могут быть различные виды бинарных отношений (упорядочения, разбиения, толерантности), множества, нечёткие множества и т. д.

Итак, математическая природа элементов выборки в различных задачах прикладной статистики может быть самой разной. Однако можно выделить два класса статистических данных — числовые и нечисловые. Соответственно прикладная статистика разбивается на две части — числовую статистику и нечисловую статистику.

Числовые статистические данные — это числа, вектора, функции. Их можно складывать, умножать на коэффициенты. Поэтому в числовой статистике большое значение имеют разнообразные суммы. Математический аппарат анализа сумм случайных элементов выборки — это (классические) законы больших чисел и центральные предельные теоремы.

Нечисловые статистические данные — это категоризованные данные, вектора разнотипных признаков, бинарные отношения, множества, нечёткие множества и др. Их нельзя складывать и умножать на коэффициенты. Поэтому не имеет смысла говорить о суммах нечисловых статистических данных. Они являются элементами нечисловых математических пространств (множеств). Математический аппарат анализа нечисловых статистических данных основан на использовании расстояний между элементами (а также мер близости, показателей различия) в таких пространствах. С помощью расстояний определяются эмпирические и теоретические средние, доказываются законы больших чисел, строятся непараметрические оценки плотности распределения вероятностей, решаются задачи диагностики и кластерного анализа, и т. д.

В прикладных исследованиях используют статистические данные различных видов. Это связано, в частности, со способами их получения. Например, если испытания некоторых технических устройств продолжаются до определённого момента времени, то получаем так называемые цензурированные данные, состоящие из набора чисел — продолжительности работы ряда устройств до отказа, и информации о том, что остальные

устройства продолжали работать в момент окончания испытания. Цензурированные данные часто используются при оценке и контроле надежности технических устройств.

Перспективы развития.

Теория статистических методов нацелена на решение реальных задач. Поэтому в ней постоянно возникают новые постановки математических задач анализа статистических данных, развиваются и обосновываются новые методы. Обоснование часто проводится математическими средствами, то есть путем доказательства теорем. Велика роль современных информационных технологий, в частности, компьютерного эксперимента.

Актуальной является задача анализа истории статистических методов с целью выявления тенденций развития и применения их для прогнозирования.

Тема 6. Пакет прикладных программ Originlab Origin 9.0. Основные возможности пакета Origin. Таблицы и графики. Форматирование графиков. Сложные графики. Слои. Формирование листа отчета. Функциональные масштабы. Разрыв оси, вставка увеличенного фрагмента графика. Разрывы осей координат. Вставка увеличенных фрагментов графика. Импорт данных и дифференцирование графиков. Импорт данных. Отображение на графике погрешностей экспериментальных данных. Дифференцирование графиков. Интегрирование графиков. Фурье-фильтрация экспериментальных данных. Аппроксимация нелинейными функциями. Метод наименьших квадратов. Элементарные сведения по теории перколяции.

На рынке программных продуктов можно найти множество коммерческих и бесплатно распространяемых программ, позволяющих облегчить трудоемкий процесс обработки данных и их представления в компактном, удобном и наглядном виде. Назовем только некоторые из них: Axum (MathSoft Inc.), SigmaPlot (Systat Software Inc.), SmartDraw, GNUplot. Каждая из этих программ имеет своих более или менее многочисленных поклонников, которые привыкли к используемой программе, научились решать с ее помощью типовые задачи, встречающиеся в их практике, и, естественно, не очень охотно согласятся потратить время и силы для освоения какой-либо иной программы до тех пор, пока не столкнутся с задачей, которая окажется не по зубам привычному пакету. Мир программных продуктов удивительно многообразен, и остается только сожалеть, что многие наши соотечественники в силу различных причин полагают, что Microsoft Office – вершина программистской мысли. Конечно, проводить обработку и визуализацию экспериментальных данных можно и с помощью MS Excel, однако эта программа разрабатывалась для решения повседневных офисных задач. Деятельность физика мало схожа с работой клерка – для его задач необходимы программные продукты, создававшиеся совершенно

для других целей. Мы не тешим себя надеждой, что наш скромный труд способен поколебать империю Microsoft и обратить значительное число пользователей в иную веру, но надеемся, что он окажется одной из тех капель, которая точит камень.

Одним из важных этапов научно-исследовательской работы является графическое отображение полученных результатов. В рамках данного пакета, на основе уравнений или данных, хранящихся в файле, возможно построение двух- или трехмерных графиков, осуществление преобразований Фурье, сглаживание, разложение кривых по Гауссу и по Лоренцу, статистический анализ имеющейся информации и т.д.

Перед началом работы с пакетом Origin необходимо понять основную структуру проекта Origin и связанную с ним терминологию, а также функциональные возможности пакета. Вышеперечисленные сведения окажут вам помощь в более эффективном использовании Origin, для анализа ваших данных и создания необходимой вам графики.

В настоящей инструкции будут введены основные понятия пакета Origin, дан краткий обзор функциональных особенностей данного программного продукта. Основной акцент будет сделан на применение графического математического пакета Microcal Origin для построения и обработки спектров.

Проект и рабочая область графического пакета Origin.

Графический пакет Origin отображает рабочее пространство, которое содержит (рис.1):

- меню
- строку состояния
- рабочее поле
- инструментальную панель **Default** (по умолчанию).

Термин «по умолчанию» подразумевает функции, операции, названия и т.д., которые Origin устанавливает в соответствии со своими настройками, если не было других команд пользователя. В дальнейшем мы будем использовать этот термин.

В графическом пакете Origin работа организована по принципу проектов. Проект Origin подобен папке файлов, в него входит набор связанных материалов типа графов, данных и функций, связанных с определенной темой. Это означает, что проект Origin - совокупность «дочерних» окон, а также наборов данных и переменных.

«Дочерние» окна подвижны и изменяемого размера. Каждое «дочернее» окно имеет собственную структуру меню, которая отображена, когда окно активно. Наличие «дочерних» окон позволяет одновременно рассматривать различные визуальные представления данных, упрощает манипуляции с данными и их анализ.

При запуске Origin в рабочем пространстве открывается окно **Worksheet** (по умолчанию программа присваивает ему название **Data 1**).

Любому «дочернему» окну другого типа по умолчанию так же присваивается свое стандартное имя (см.рис.2). Это имя может быть изменено по желанию пользователя. Для этого достаточно окно, которое необходимо переименовать, сделать активным, щелкнув на нем левой кнопкой мыши. Далее, щелчком правой кнопки мыши на названии окна (синяя полоса в верхней части окна), вызвать контекстное меню и выбрав в нем функцию Rename левой кнопкой мыши, в появившемся диалоговом окне заменить стандартное имя на желаемое.

Worksheet – один из типов «дочернего» окна, доступного в Origin, предназначенного для введения данных (рис.1).

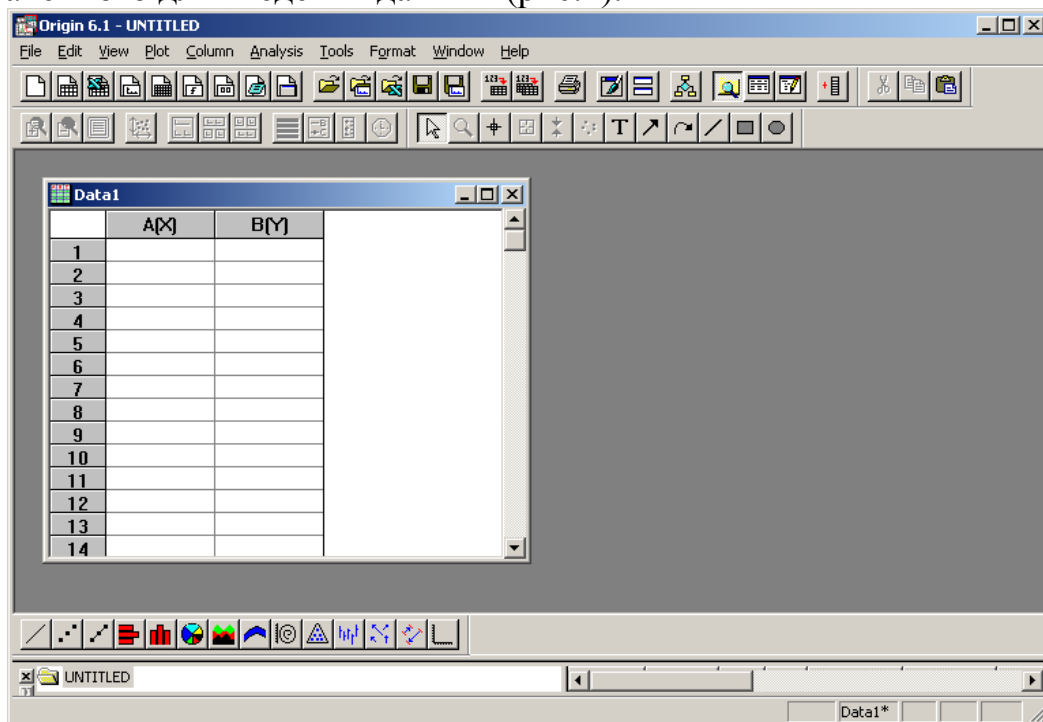


Рис.1 Рабочая область пакета Origin с «дочерним» окном **Worksheet**. Рассмотрим другие типы «дочерних» окон:

- Excel (окно и меню программы Excel);
- Graph (окно визуализации графиков);
- Layout (окно создания нового слоя);
- Function (окно построения графика заданной функции);
- Matrix (окно задания матрицы);
- Notes (окно примечаний).

На рис. 2 представлен вид рабочей области в случае, когда все «дочерние» окна открыты. В данном примере активным является окно Excel и, соответственно, меню и панель инструментов принимает вид, необходимый для работы в этом режиме.

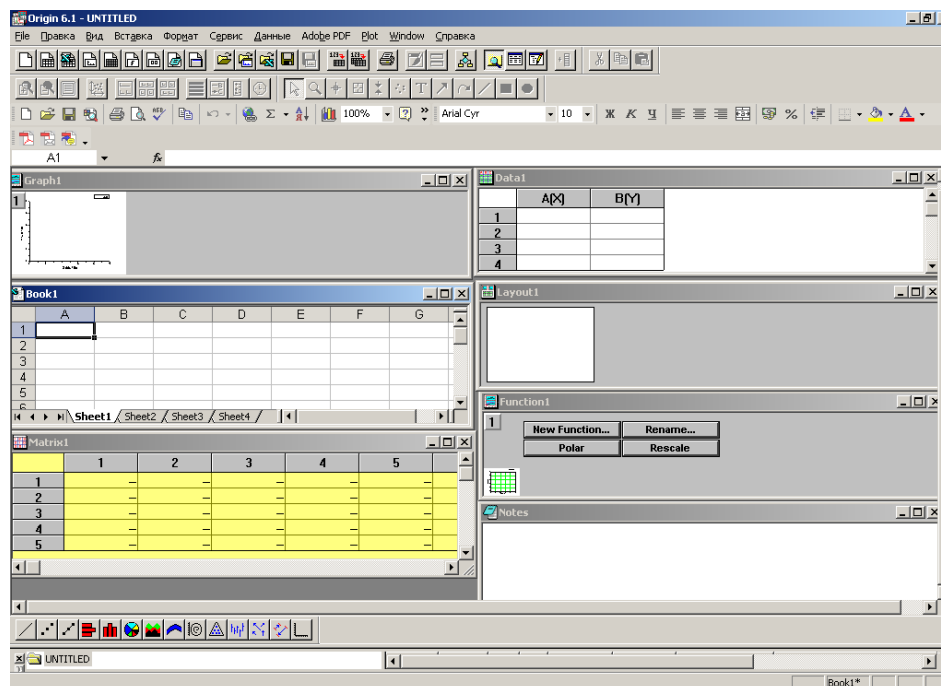


Рис.2 Рабочая область пакета Origin со всеми открытыми «дочерними» окнами.

Пример

Для создания дочернего окна Graph в меню выберите пункт **File⇒New** (Файл⇒Новый).

В появившемся окне (рис.3) выберите пункт Graph (График).

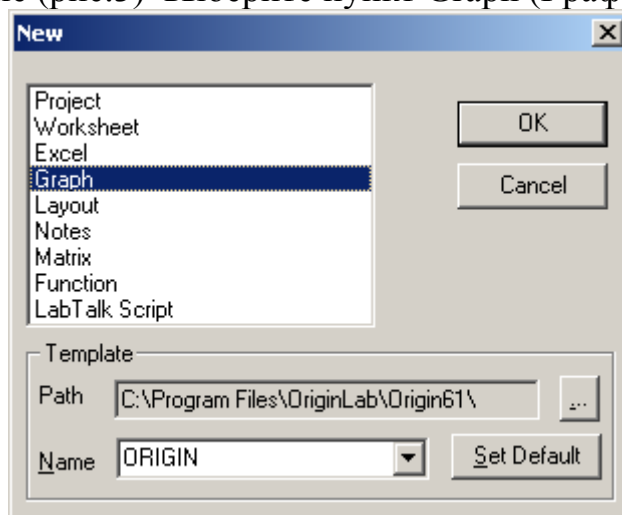


Рис.3 Диалоговое окно, позволяющее выбрать новый объект для работы. В результате рабочая область примет вид, показанный на рис.4. Для создания нескольких «дочерних» окон одного типа, достаточно повторить вышеизложенную процедуру необходимое количество раз, т.е. если, например, необходимо три окна типа Data, достаточно три раза подряд повторить процедуру **File⇒New⇒ Worksheet**. Это замечание относится и к созданию «дочерних» окон другого типа.

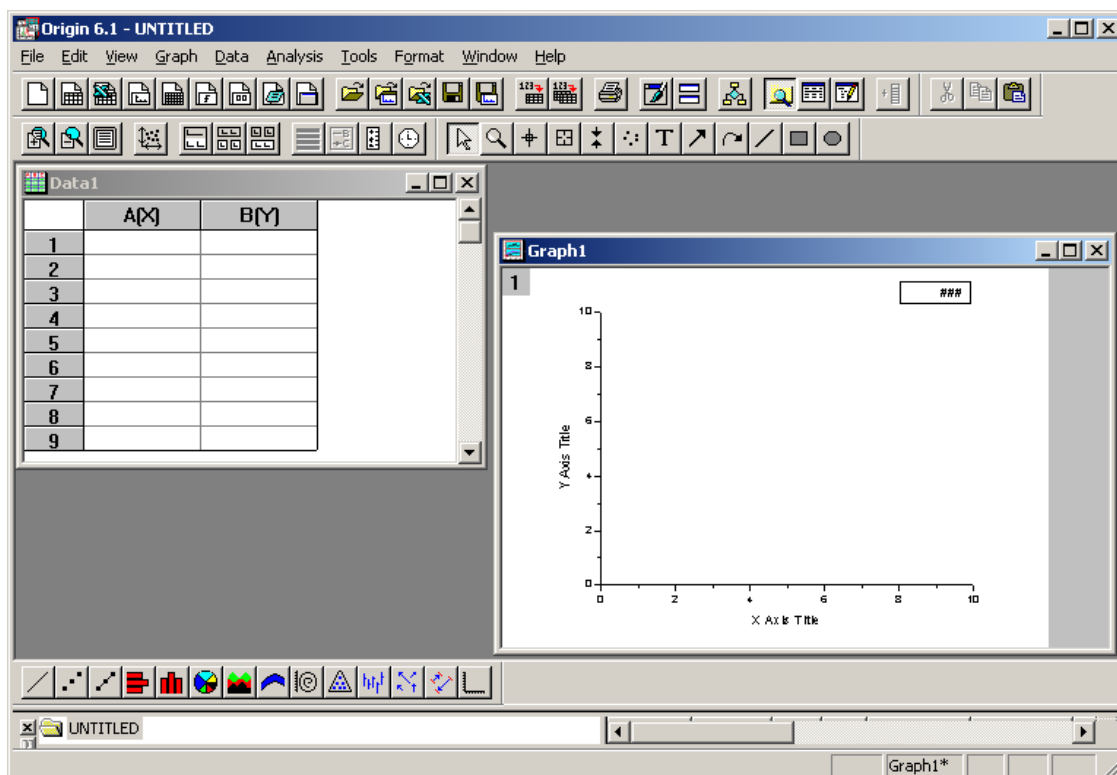


Рис.4 Рабочая область пакета Origin с открытыми окнами Worksheet и Graph.
Сохранение проекта

Для того чтобы сохранить проект с существующим именем файла, выберите **File ⇒ Save Project**. Если проект был предварительно не сохранен, эта команда меню открывает диалоговое окно **Save As** (сохранить как), показывающее заданное по умолчанию имя файла, **UNTITLED.OPJ** в текстовом поле **file name** (имя файла) (Рис.5). Введите желательное имя файла в текстовое поле, при необходимости укажите путь для записи файла в определенную папку и щелкните **OK**.

Для сохранения проекта с новым именем файла, выберите **File⇒Save Project As**. Эта команда меню также открывает диалоговое окно **Save As**.

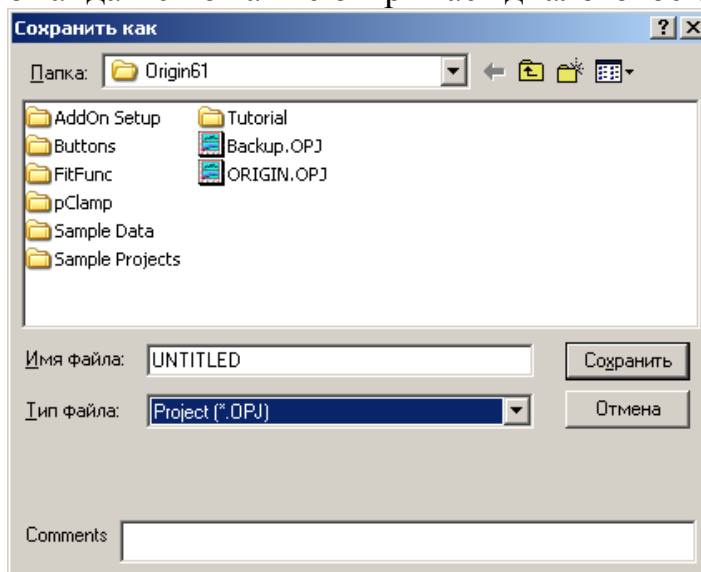


Рис.5 Диалоговое окно сохранения проекта.

Математический анализ

Origin позволяет проводить различные виды математического анализа исследуемых данных. Простейшие действия над графиками производятся путем выбора в главном меню функции **Analysis⇒Simple Math** при активном окне **Graph**. В результате данной команды в рабочей области появляется диалоговое окно **Math on/between Data set** (рис.13). В окне **Available Data** выбираем название кривой над которой необходимо произвести действие и символом $\Rightarrow$ направляем его в окно **Y1**. Затем на клавиатуре набирается необходимый оператор (+, -, *, /, ^) и в окне **Y2** указывается численное значение на которое нужно изменить выбранную колонку данных.

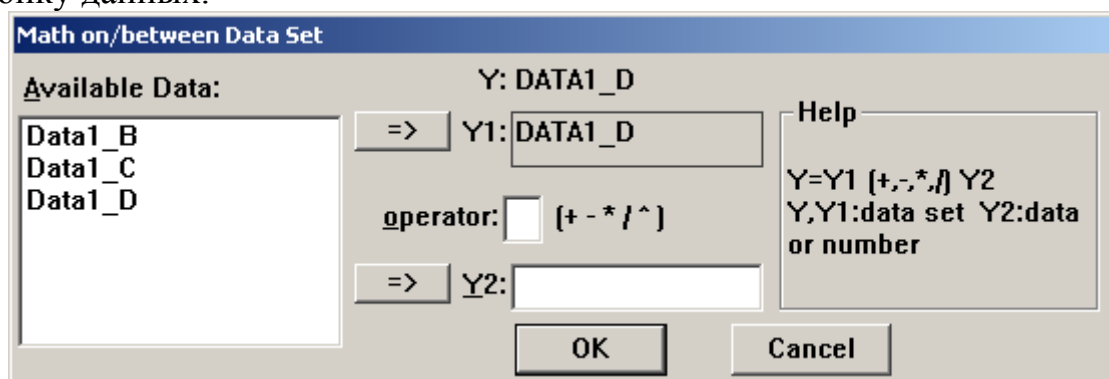


Рис.13 Диалоговое окно математических действий над колонками данных

Замечание

В окне **Available Data** отражаются названия только тех колонок, которые идентифицированы как функция **Y**. Чтобы произвести действие над колонкой из «дочернего» окна **Data1_A**, необходимо переобозначить ее как **A(Y)**. Для этого в окне **Data1** щелкните два раза на колонке **A**. Появится диалоговое окно (рис.14), в котором в окне **Plot Designation** выберете необходимую функцию. Здесь же можно поменять и название колонки, ее ширину, обозначение.

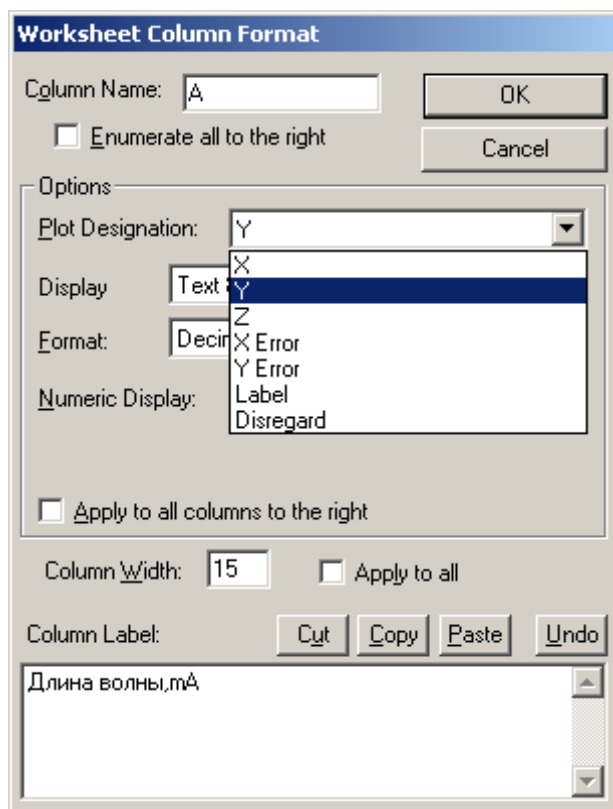


Рис.14 Диалоговое окно установления параметров колонок.

Пример. Для сдвига графика **CD** относительно графика **AB** вдоль оси **Y** на 5 единиц, диалоговое окно **Math on/between Data set** должно выглядеть следующим образом (рис. 15).

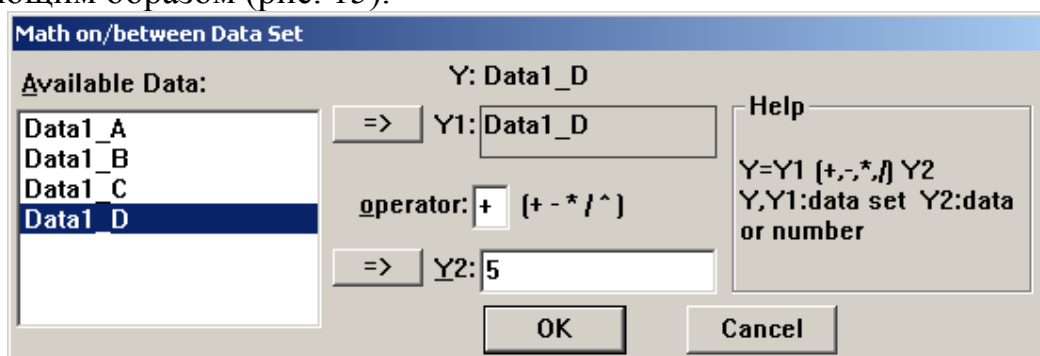


Рис.15 Пример диалогового окна математических действий над колонками данных

Аналогичные действия можно производить и непосредственно над колонками. Для этого активным выбирается окно данных и двойным щелчком выделяется колонка, над которой будет производиться математическая операция. В основном меню выбирается функция **Columns⇒Set Columns Values** (рис.16), в которой можно записывать необходимые выражения для колонки **B** (в данном случае).

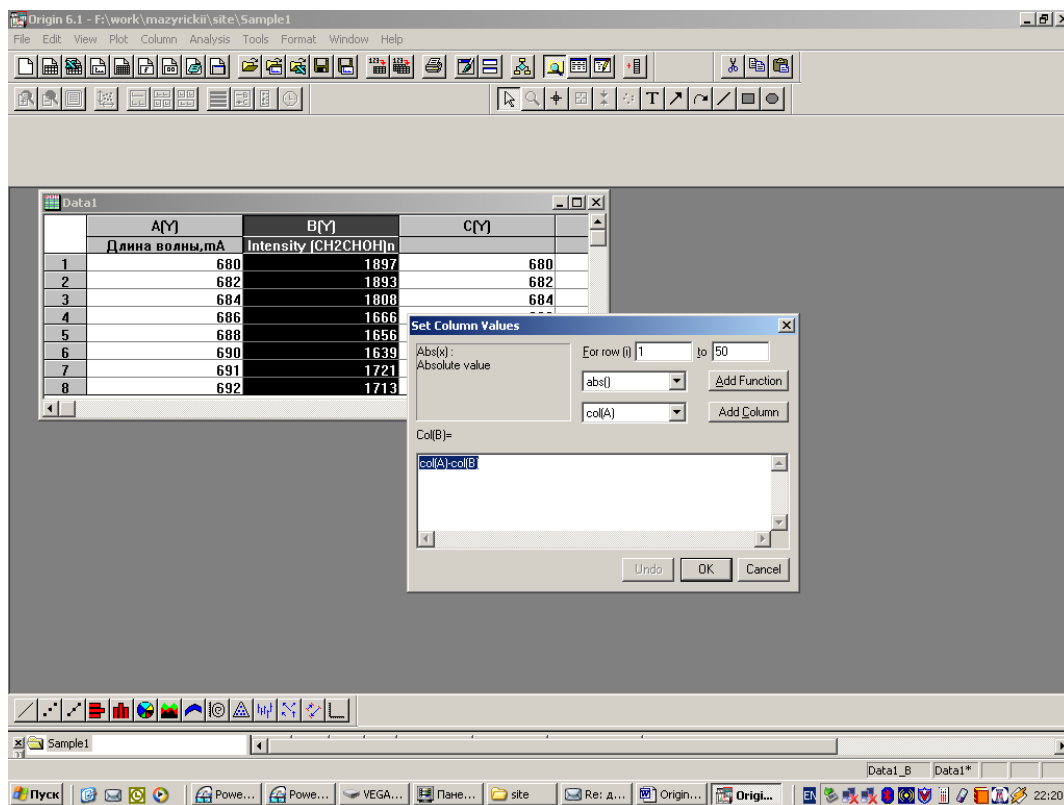


Рис.16 Вид рабочей области при задании математических действий над колонками данных.

Так же одной из необходимых математических операций может являться разложение графика на кривые Гаусса или Лоренца. Для этого необходимо сделав активным окно **Graph**, выбрать в меню **Analysis⇒Fit Multi-Peaks⇒Gaussian**. Появится диалоговое окно **Number of Peaks**, в котором необходимо указать количество пиков, для которых будет произведено разложение. Появившийся курсор устанавливается как можно более точно на одном из пиков и фиксируется двойным щелчком мыши, в результате чего появляется вертикальная линия обозначающая положение первого пика (рис.17). Аналогичная процедура производится над вторым пиком.

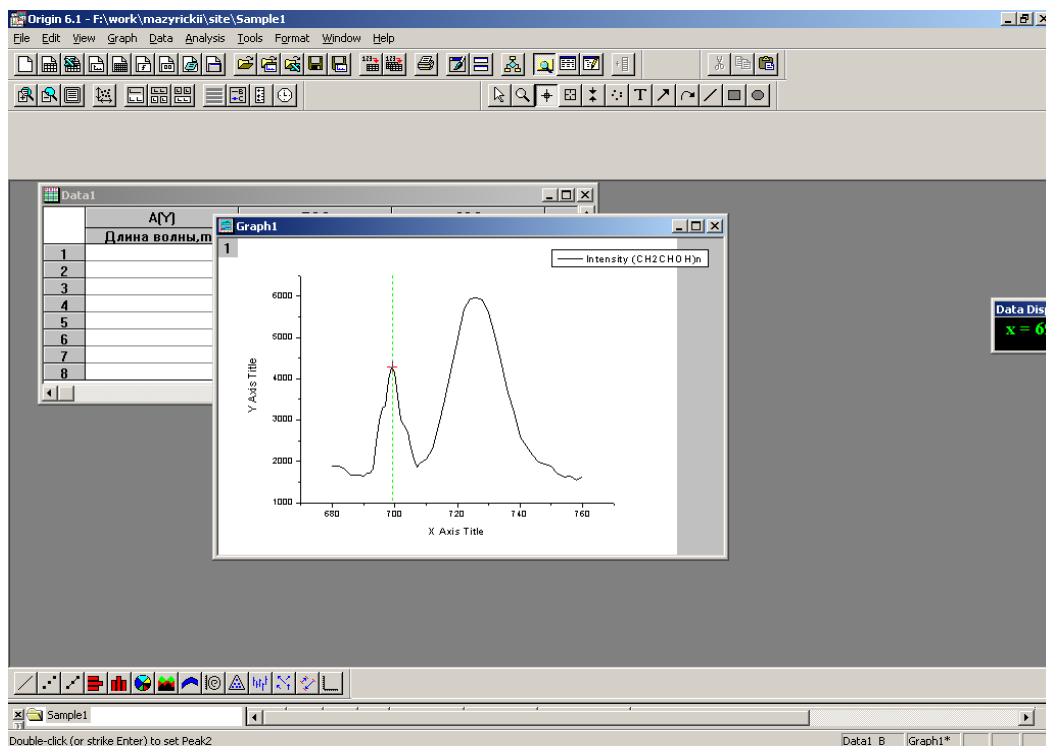


Рис.17 Вид рабочей области при разложении спектра на гауссовы кривые.

Результатом произведенных действий является таблица **Results Log** (рис.18), объединяющая полученные данные о ширине, высоте, центрах максимумов и площадях под кривой.

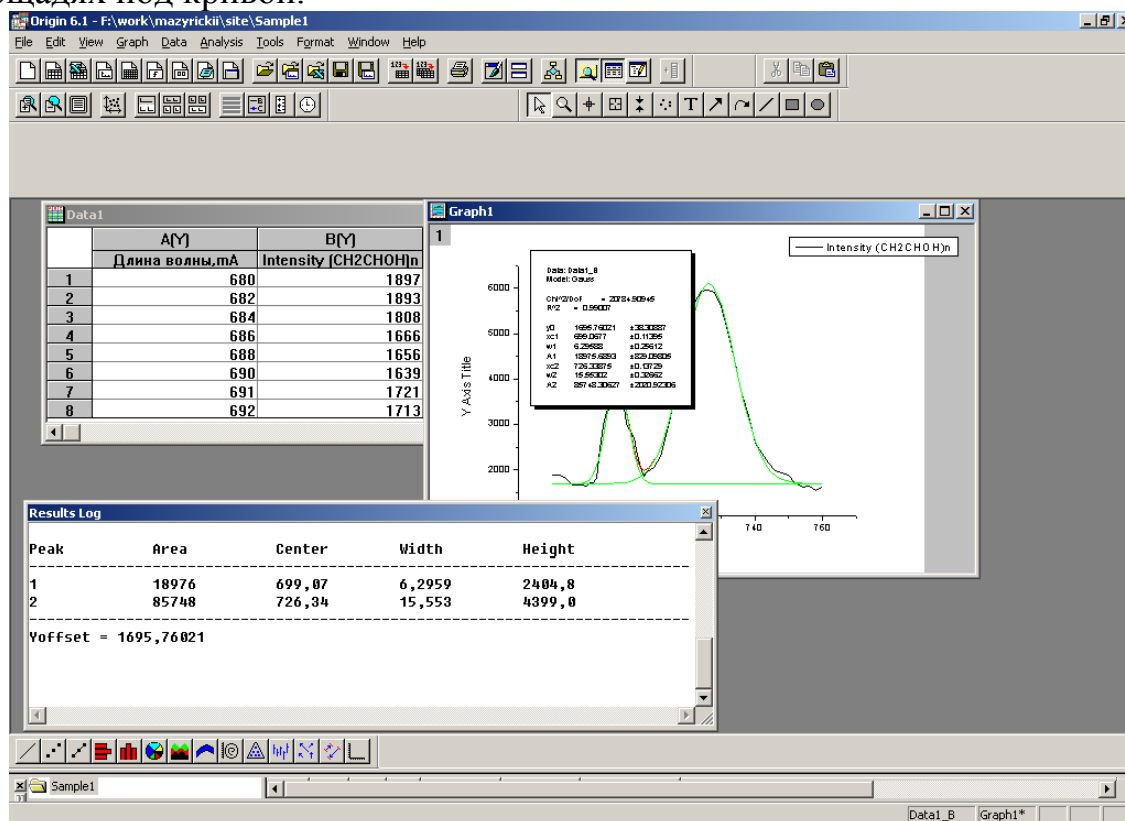


Рис.18 Вид рабочей области с результатами разложения спектра на гауссовы кривые.

Лист регистрации изменений

Номер измене- ния	Номер пункта (подпункта)			Дата внесения изменения	Изменение	Подпись ответственно- го за внесение изменений
	Изме- нен- ного	Но- вого	Изъ- ято- го			