

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

_____ В.М. Анищик
(подпись)

_____ (дата утверждения)

Регистрационный № УД-_____/р.

**МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ С
ПОМОЩЬЮ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА**

**Учебная программа для специальности
1-31 04 01 Физика (по направлениям)
(1-31 04 01-01 научно-исследовательская деятельность;
1-31 04 01-03 научно-педагогическая деятельность;
1-31 04 01-04 управленческая деятельность)**

Факультет физический

Кафедра физической информатики и атомно-молекулярной физики

Курс (курсы) 3

Семестр (семестры) 5-6

Лекции 22 часа
(количество часов)

Экзамен нет
(семестр)

Практические (семинарские)
занятия нет
(количество часов)

Зачет 5, 6
(семестр)

Лабораторные
занятия 42 часа
(количество часов)

Контролируемая самостоятельная
работа 4 часа
(количество часов)

Всего аудиторных
часов по дисциплине 68 часов
(количество часов)

Всего часов
по дисциплине 108 часов
(количество часов)

Форма получения
высшего образования дневная

Составил: В.И. Шупляк, к.ф.-м.н., доцент
(И.О.Фамилия. степень, звание)

2012 г.

Учебная программа составлена на основе учебной программы «Методы обработки экспериментальных данных с помощью персонального компьютера», утвержденной «____» _____ 2012 г., регистрационный номер _____

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой физической информатики и атомно-молекулярной физики

« 26 » апреля 2012г., протокол № 10

Заведующий кафедрой

_____ Г.Ф. Стельмах

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом физического факультета

« » _____ 2012 г., протокол № _____

Председатель

_____ В.И.Крот

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа курса «Методы обработки экспериментальных данных с помощью персонального компьютера» разработана для специальности 1-31 04 01 Физика (по направлениям).

Дисциплина «Методы обработки экспериментальных данных с помощью персонального компьютера» преподается в рамках специализаций «Физическая информатика» и «Атомная физика». Курс охватывает основные вопросы обработки данных физического эксперимента, их правильной интерпретации, рассматривает основные компьютерные методы, применяемые при этом, а также вопросы моделирования физических экспериментов на персональном компьютере (ПК).

Целью дисциплины является ознакомление студентов с основными математическими методами обработки данных, получаемых в ходе экспериментов с физическими системами разного уровня сложности. Данный курс связан и базируется на таких изученных студентами ранее дисциплинах, как «Теория вероятности и математическая статистика», «Методы математической физики» и «Программирование и математическое моделирование». Курс развивает и дополняет некоторые вопросы прикладной статистики и численного моделирования, рассмотренные в этих дисциплинах, и в то же время предлагает для изучения ряд новых тем. Дисциплина специализации «Методы обработки экспериментальных данных с помощью ПК» закладывает основные знания и умения, которыми должны владеть студенты для проведения физического эксперимента, анализа и интерпретации его данных.

Программа курса составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта. Общее количество часов — 108; аудиторное количество часов — 68, из них: лекции — 22, лабораторные занятия — 42, контролируемая самостоятельная работа студентов (КСР) — 4. Форма отчетности — зачет по курсу лекций в 5 семестре, зачет по спецлаборатории в 6 семестре. Контроль текущей успеваемости осуществляется в форме коллоквиума и устного опроса.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

№ п/п	Наименование разделов, тем	Количество часов			
		Аудиторные			Самост. работа
		Лекции	Лаборат. занятия	КСР	
1	Математическая статистика как наука	2			
2	Группировка данных	3	6	1	6
3	Выборочное наблюдение	1			4
4	Статистическая проверка гипотез	3	6	1	7
5	Корреляционный и регрессионный анализ	4	12		8
6	Доверительные интервалы и проверка значимости в корреляционно-регрессионном анализе	3	12	1	7
7	Робастные методы обработки данных	3	6		4
8	Введение в теорию искусственных нейронных сетей	3		1	4
Всего:		22	42	4	40

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	контролируемая самостоятельная работа студента			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5-й СЕМЕСТР								
1	Математическая статистика как наука	2						
	1. Математическая статистика и статистический анализ данных. 2. Место и роль статистики в естественнонаучных исследованиях. 3. Основные определения и понятия статистики. 4. Генеральная совокупность, выборка. 5. Меры центральной тенденции (мода, медиана, различные виды средних величин). 6. Меры изменчивости (размах, дисперсия, стандартное отклонение). 7. Меры формы (асимметрия и эксцесс). 8. Нормальное распределение и его свойства.	2				Цифровой проектор	[1] [3] [6]	
2	Группировка данных	3			1			
	1. Значение и сущность группировки. Виды группировок. 2. Аналитическая группировка. 3. Правило разложения дисперсий. 4. Эмпирическое корреляционное отношение. 5. Многомерные группировки. 6. Группировка на основе многомерной средней. 7. Понятие о кластерном анализе. 8. Кластерный анализ на основе евклидовых расстояний.	3			1	Цифровой проектор	[1] [3] [6] [7]	Устный опрос
3	Выборочное наблюдение	1						
	1. Применение выборочного наблюдения. 2. Ошибка выборки. 3. Доверительная вероятность и доверительный интервал. 4. Распространение данных выборочного наблюдения на генераль-	1				Цифровой проектор	[1] [3] [6]	

	ную совокупность. 5. Малая выборка. 6. Распределение Стьюдента.							
4	Статистическая проверка гипотез	3			1			
	1. Выдвижение статистических гипотез. 2. Нуль-гипотеза. 3. Альтернативная гипотеза. 4. Условия отклонения нуль-гипотезы. Ошибки I и II рода. 5. Уровень статистической значимости. 6. Параметрические и непараметрические критерии проверки гипотез. Мощность критерия. 7. Критерии Стьюдента и хи-квадрат (Пирсона). 8. Однофакторный дисперсионный анализ. 9. Таблицы сопряженности. 10. Некоторые непараметрические критерии (Вилкоксона, Манна-Уитни, Краскала-Уоллиса и др.).	3			1	Цифровой проектор	[1] [3] [6]	Устный опрос Письменный коллоквиум
5	Корреляционный и регрессионный анализ	4						
	1. Понятие корреляции и регрессии. Задачи корреляционного и регрессионного анализа. 2. Метод наименьших квадратов (МНК). 3. Линейная регрессия: а) простая линейная регрессия; б) множественная линейная регрессия; в) оценка точности регрессионного анализа, коэффициент детерминации, стандартные ошибки оценок. 4. Линейная корреляция: а) простая линейная корреляция; б) связь между коэффициентами корреляции, регрессии и детерминации; в) множественная линейная корреляция. 5. Частная корреляция. 6. Связь между коэффициентами множественной и частной корреляции, регрессии и детерминации. 7. Простая нелинейная регрессия (квазилинейные и существенно нелинейные регрессии): а) матрица Грама; б) разложение по степенному базису; в) разложение по базису в виде классических ортогональных полиномов; г) разложение по базису в виде ортогональных полиномов дискретной переменной; д) линеаризация существенно нелинейных регрессий. 8. Множественная нелинейная регрессия. 9. Простая и множественная нелинейная корреляция.	4				Цифровой проектор	[1–6]	Письменный коллоквиум
6	Доверительные интервалы и проверка значимости в корреляционно-регрессионном анализе	3			1			
	1. Виды статистических распределений. 2. Доверительные интервалы и проверка значимости: а) распреде-	3				Цифровой проектор	[1–3] [6]	Письменный коллоквиум

	ления параметров регрессии и коэффициента корреляции; б) доверительные интервалы для параметров регрессии и генерального коэффициента корреляции; в) доверительный интервал для значения регрессии генеральной совокупности; г) доверительные интервалы для отдельных значений зависимой переменной; д) проверка значимости коэффициента корреляции; е) значимость отличия двух и более коэффициентов корреляции; ж) проверка значимости коэффициента детерминации; з) проверка значимости оценок параметров регрессии.							
7	Робастные методы обработки данных	3						
	1. Робастные методы получения оценок: а) «модель засорения»; б) требования к робастным оценкам; в) оценка среднего (частный случай); г) обобщенный метод максимального правдоподобия (частный случай – метод наименьших модулей.) и функции, используемые для получения оценок по данному методу; д) методы расчета оценок. 2. Робастные методы построения зависимостей: а) методы расчета параметров линейных регрессий; б) методы расчета параметров нелинейных регрессий; в) оценка точности методов.	3				Цифровой проектор	[3] [4] [6]	Устный опрос
8	Введение в теорию искусственных нейронных сетей	3			1			
	1. Биологический нейрон. 2. Структура и свойства искусственного нейрона. 3. Возможности нейронных сетей как вычислительных устройств. 4. Классификация нейронных сетей и их свойства. Персептрон. 5. Обучение нейронных сетей: сущность процесса обучения в нейронных сетях; процесс обучения как задача многомерной оптимизации; алгоритм обратного распространения; проблема переобучения нейронных сетей. 6. Применение нейронных сетей в аналитической обработке данных.	3			1	Цифровой проектор	[8–11]	Устный опрос
								Зачет
6-й СЕМЕСТР								
1	Группировка данных				6			
	1. Аналитическая группировка. 2. Понятие о кластерном анализе. 3. Кластерный анализ на основе евклидовых расстояний.				6	Компьютерный класс	[1] [3] [6] [7]	
2	Статистическая проверка гипотез				6			
	1. Критерии Стьюдента и хи-квадрат (Пирсона). 2. Однофакторный дисперсионный анализ.				6	Компьютерный класс	[1] [3] [6]	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень лабораторных работ

1. Линейная регрессия.
2. Нелинейная регрессия.
3. Интерполяция и численное интегрирование экспериментальных зависимостей.
4. Корреляционный анализ.
5. Робастные методы построения регрессий.
6. Обработка спектральных данных дистанционного зондирования методами кластерного анализа.

Рекомендуемые формы контроля знаний

1. Устный опрос.
2. Письменный коллоквиум.

Рекомендуемые темы для устного опроса

1. Группировка данных.
2. Статистическая проверка гипотез.
3. Робастные методы обработки данных.
4. Введение в теорию искусственных нейронных сетей.

Рекомендуемые темы коллоквиума

1. Статистическая проверка гипотез.
2. Корреляционный и регрессионный анализ.
3. Доверительные интервалы и проверка значимости в корреляционно-регрессионном анализе.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Елисеева, И.И. Общая теория статистики: Учебник. / И.И. Елисеева, М.М. Юзбашев. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 656 с.
2. Фёрстер, Э. Методы корреляционного и регрессионного анализа. / Э. Фёрстер, Б. Рёнц. — М.: Финансы и статистика, 1983. — 302 с.
3. Айвазян, С.А. Прикладная статистика. Основы эконометрики. Т. 1. Теория вероятностей и прикладная статистика. / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. — М.: ЮНИТИ, 2001. — 656 с.
4. Грановский, В.А. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. / В.А. Грановский, Т.Н. Сирая. — Л.: Энергоатомиздат: Ленингр. отд-е, 1990. — 288 с.

5. Мудров, А.Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. / А.Е. Мудров. — Томск: МП «РАСКО», 1991. — 272 с.
6. Шмойлова, Р.А. Теория статистики. / Р.А. Шмойлова, В.Г. Минашкин, Н.А. Садовникова, Е.Б. Шувалова; под ред. Р.А. Шмойловой. — М.: Финансы и статистика, 2009. — 656 с.
7. Мандель, И.Д. Кластерный анализ. / И.Д. Мандель. — М.: Финансы и статистика, 1988. — 176 с.
8. Галушкин, А.И. Теория нейронных сетей: Учебное пособие для вузов. Книга 1. / Общая ред. А.И. Галушкина. — М.: ИПРЖР, 2000. — 416 с.
9. Галушкин, А.И. Нейрокомпьютеры: Учебное пособие для вузов. Книга 3. / Общая ред. А.И. Галушкина. — М.: ИПРЖР, 2000. — 528 с.
10. Беркенблит, М.Б. Нейронные сети: Учебное пособие. / М.Б. Беркенблит. — М.: Мирос и ВЗМШ РАО, 1993. — 96 с.
11. Круглов, В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. / В.В. Круглов, В.В. Борисов. — М.: Горячая линия-Телеком, 2001. — 382 с.

Дополнительная

1. Айвазян, С.А. Прикладная статистика: Т.1. Основы моделирования и первичная обработка данных. / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. — М.: Финансы и статистика, 1983. — 472 с.
2. Айвазян, С.А. Прикладная статистика: Т.2. Исследование зависимостей. / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. — М.: Финансы и статистика, 1985. — 488 с.
3. Айвазян, С.А. Прикладная статистика: Т.3. Классификация и снижение размерности. / С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. — М.: Финансы и статистика, 1989. — 608 с.
4. Справочник по прикладной статистике. В 2-х т. Т.1: Пер. с англ. / Под ред. Э. Ллойда, У. Ледермана, Ю.Н. Тюрина. — М.: Финансы и статистика, 1989. — 510 с.
5. Справочник по прикладной статистике. В 2-х т. Т.2: Пер. с англ. / Под ред. Э. Ллойда, У. Ледермана, С.А. Айвазяна, Ю.Н. Тюрина. — М.: Финансы и статистика, 1990. — 526 с.
6. Макарова, Н.В. Статистика в Excel. / Н.В. Макарова, В.Я. Трофимец. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 368 с.
7. Тюрин, Ю.Н. Анализ данных на компьютере. / Ю.Н. Тюрин, А.А. Макаров. — М.: Финансы и статистика, 1995. — 384 с.
8. Тюрин, Ю.Н. Анализ данных на компьютере. / Ю.Н. Тюрин, А.А. Макаров; под ред. В.Э. Фигурнова. — М.: ИНФРА-М, 2003. — 544 с.
9. Дубров, А.М. Многомерные статистические методы: Учебник. / А.М. Дубров, В.С. Мхитарян, Л.И. Трошин. — М.: Финансы и статистика, 2000. — 352 с.
10. Айвазян, С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики. / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. — М.: ЮНИТИ, 1998. — 1022 с.

11. Айвазян, С.А. Прикладная статистика в задачах и упражнениях. / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. — М.: ЮНИТИ, 2001. — 270 с.
12. Козлов, А.Ю. Пакет анализа MS Excel в экономико-статистических расчетах. / А.Ю. Козлов, В.Ф. Шишов; под ред. В.С. Мхитаряна. — М.: ЮНИТИ, 2003. — 139 с.
13. Ермолаев, О.Ю. Математическая статистика для психологов. / О.Ю. Ермолаев. — М: МПСИ, Флинта, 2002. — 336 с.
14. Головки, В.А. Нейроинтеллект: теория и применение. Книга 1. Организация и обучение нейронных сетей с прямыми и обратными связями. / В.А. Головки. — Брест: Изд. БПИ, 1999. — 264 с.
15. Горбань, А.Н. Нейроинформатика. / Под ред. А.Н. Горбаня, В.Л. Дунина-Барковского, А.Л. Кирдина и др. — Новосибирск: Наука, 1998. — 296 с.
16. Розенблатт, Ф. Принципы нейродинамики. Персептрон и теория механизмов мозга. / Ф. Розенблатт. — М.: Мир, 1965. — 480 с.
17. Горбань, А.Н. Нейронные сети на персональном компьютере. / А.Н. Горбань, Д.А. Россиев. — Новосибирск: Наука (Сиб. отделение), 1996. — 276 с.
18. Нейронные сети. Введение в современную информационную технологию. / Под ред. И.С. Суровцева. — Воронеж: ВГУ, 1994. — 224 с.
19. Ту, Дж. Принципы распознавания образов. / Дж. Ту, Р. Гонсалес. — М.: Мир, 1987. — 435 с.
20. Боровиков, В.П. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. / В.П. Боровиков. — СПб.: Питер, 2001. — 656 с.
21. Боровиков, В.П. Программа STATISTICA для студентов и инженеров. / В.П. Боровиков. — М.: Компьютер Пресс, 2001. — 301 с.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
на ____ / ____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры физической информатики и атомно-молекулярной физики (протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой физической информатики и атомно-молекулярной физики

к.ф.-м.н., доцент

_____ Г.Ф.Стельмах

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета БГУ

д.ф.-м.н., профессор

_____ В.М. Анищик