

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**ИННОВАЦИОННЫЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Научно-образовательный комплекс  
для технических специальностей

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**

**по дисциплине «Компьютерное моделирование, планирование  
и проведение научного эксперимента»**

**(СИЛЛАБУС)**

по кредитной технологии обучения

**ПАВЛОДАР 2011 ГОД**

## **УТВЕРЖДАЮ**

Директор Инженерной Академии

д.х.н., профессор \_\_\_\_\_ А.К. Свидерский

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2011 г.

Автор: старший преподаватель, м.и. И.И. Ляшенко \_\_\_\_\_

### **Кафедра «Автоматизированные системы обработки информации и управления»**

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**

### **по дисциплине: Компьютерное моделирование,**

### **планирование и проведение научного эксперимента**

для магистрантов специальностей 6M011000 «Физика», 6M011100 «Информатика», 6M060100 «Математика», 6M060200 «Информатика», 6M060700 «Биология», 6M070100 «Биотехнология», 6M070200 «Автоматизация и управление», 6M070300 «Информационные системы», 6M070400 «Вычислительная техника и программное обеспечение», 6M070900 «Металлургия», 6M071700 «Теплоэнергетика», 6M071800 «Электроэнергетика», 6M072000 «Химическая технология неорганических веществ», 6M072700 «Технология продовольственных продуктов», 6M073100 «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды», 6M073200 «Стандартизация, сертификация и метрология»

для очной формы обучения на базе высшего образования

Курс	1
Семестр	1
Кредиты	3
Лекции	15
Лабораторные занятия	30
СРМП	22,5
СРМ	157,5
Форма контроля	Экзамен

Утвержден на заседании научно-методического совета Инженерной Академии и рекомендован к изданию

Протокол № 2 от 10.11 2011 г.

Председатель НМС Инженерной Академии

к.т.н., профессор ИнЕУ \_\_\_\_\_ П.В. Дубровин

Рассмотрен на заседании кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления»

Протокол № 2 от 17.10 2011 г.

Зав. кафедрой «Автоматизированные системы обработки информации и управления»

К.т.н., доцент \_\_\_\_\_ В.В. Наумов

Начальник ИМО

к.п.н., проф. \_\_\_\_\_ Н.М. Ушакова

## Контактная информация:

Ф.И.О. Преподавателя	Время и место проведения		Контактная информация
	Лекции	СРМП	
Ляшенко Ирина Ивановна, старший преподаватель кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления»	К-1 Аудитория согласно расписанию	К-1 Аудитория согласно расписанию	Кафедра «Автоматизированные системы обработки информации и управления», К-1, кабинет 308 Тел. раб. 34-56-78, (внутр. 213) Время консультации: согласно графику консультаций на кафедре

## Структура syllabus учебного курса

### «Компьютерное моделирование, планирование и проведение научного эксперимента»

1 Пояснительная записка	3
2 Тематико-содержательный план обучения (Таблица 1)	4
3 Модульно - интегративная структура УК с указанием проблемных вопросов по модулям (Таблица 2)	7
4 Организация СРМ по модулям УК (Таблица 3)	10
5 Понятийный аппарат	11
6 Материалы по владению УК по модулям	12
7 Условия успешного достижения ожидаемых результатов по окончании УК	13
8 Организация менеджмента качества профессиональной подготовки магистранта по УК (виды и формы контроля знаний и умений магистрантов) (Таблица 4)	14
9 Критерии и параметры оценки знаний, навыков и умений магистрантов (включая СРМ) (Таблицы 5, 6, 7)	16

### Пояснительная записка

**Цели изучения дисциплины:** подготовка магистрантов в области планирования, организации и проведения научных исследований с использованием современных компьютерных технологий.

#### Задачи изучения дисциплины:

- изучить основные понятия и принципы планирования и проведения научных экспериментальных исследований;
- изучить разновидности и правила построения планов эксперимента, а также методы проведения расчетов и анализа адекватности компьютерной модели реальной системе.

**Магистрант должен знать:** основные классификационные признаки экспериментов; основные элементы научно-технического эксперимента; приемы выбора основных факторов эксперимента и технологию построения факторных планов; основные виды регрессионных экспериментов; основные виды планов 2-го порядка; основные типы оптимальных экспериментов.

**Магистрант должен уметь:** проводить классификацию экспериментов, выбрать необходимые факторы и составлять факторные планы экспериментов различного вида; делать оценки параметров регрессионной модели; выполнять оптимальное планирование экспериментов с использованием различных критериев.

**Иметь навыки:** применения современных методов исследования в области современных компьютерных технологий.

**Владеть:** научно-исследовательскими, производственно-технологическими и организационно-управленческими способами деятельности.

**Магистрант должен быть компетентным:** в области применения вычислительной техники и программного обеспечения для организации и проведения научных и производственных экспериментов.

**Содержание курса:** Курс «Компьютерное моделирование, планирование и проведение научного эксперимента» изучается в I семестре; на изучение курса предусмотрено 3 кредита, которые включают в себя аудиторные занятия: лекции; лабораторные занятия, СРМП, а также СРМ. Курс состоит из 14 тем, содержание которых посвящено изучению методов построения и проведения научного эксперимента с целью проверки научных гипотез в процессе исследования реальных объектов, процессов и систем.

**Форма контроля – экзамен.**

**Пререквизиты курса:** «Алгебра», «Математический анализ», «Компьютерное моделирование», «Численные методы», «Информатика»

**Постреквизиты курса:** «Автоматизированное конструирование систем», «Исследовательская практика», «Научно-исследовательская работа»

**Таблица 1 - Тематико-содержательный план обучения УК (1-й семестр (15 недель))**

№	Наименование и содержание УК (подтемы)	Последовательность учебных недель	Формы и содержание организации УК								Текущий контроль (ТК) следящий	Дата проведения ТК	Сроки обработки
			Лекции		Лабораторные занятия		Семинары (СРМП)		СРМ				
			Кол-во часов	Формы и методы организации УК	Кол-во часов	Формы и методы организации УК	Кол-во часов	Формы и методы организации УК	Кол-во часов	Формы и методы организации УК			
<b>Модуль 1. «Методы статистической обработки данных»</b>													
1.	Моделирование и планирование эксперимента. Основные понятия	1	1	Слайд-лекция	2	Индивидуальная работа			20	Подготовка к лабораторным работам	Устный опрос	1 неделя	В теч. занятия
2.	Основные понятия и принципы планирования эксперимента	2	1	Слайд-лекция	2	Индивидуальная работа	2	Подготовка материалов к лабораторным работам			Защита лабораторной работы	2 неделя	В теч. занятия
3.	Методы обработки экспериментальных данных	3	1	Слайд-лекция	4	Индивидуальная работа	4	Подготовка материалов к лабораторным работам	18	Подготовка к лабораторным работам	Защита лабораторной работы	3 неделя	В теч. занятия
4.	Элементы математической статистики. Часть 1	4	1	Слайд-лекция			2	Самостоятельное изучение темы	20	Самостоятельное изучение темы	Устный опрос	4 неделя	В теч. занятия

5.	Элементы математической статистики. Часть 2	5	1	Слайд-лекция	2	Индивидуальная работа	1	Подготовка материалов к лабораторным работам			Защита лабораторной работы	5 неделя	В теч. занятия
6.	Элементы математической статистики. Часть 3	6	1	Слайд-лекция	2	Индивидуальная работа	1	Подготовка материалов к лабораторным работам	20	Оформление и подача работ	Защита лабораторной работы	6 неделя	В теч. занятия
7.	Элементы математической статистики. Часть 4	7	1	Слайд-лекция	2	Индивидуальная работа	1	Подготовка материалов к лабораторным работам			Тестирование	7 неделя	В теч. занятия
Всего часов:			7		14		11		78				
<b>Промежуточный контроль (Модуль 1)</b>													
<b>Модуль 2. «Методы планирования эксперимента»</b>													
1.	Методы планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент	1-2	2	Слайд-лекция	4	Индивидуальная работа	2	Подготовка материалов к лабораторным работам	20	Подготовка к лабораторным работам	Защита лабораторной работы	2 неделя	В теч. занятия
2.	Методы планирования эксперимента. Дробный факторный эксперимент	3	1	Слайд-лекция	2	Индивидуальная работа	2	Подготовка материалов к лабораторным работам	20	Подготовка к лабораторным работам	Защита лабораторной работы	3 неделя	В теч. занятия
3.	Методы планирования эксперимента. Оптимизация методом крутого восхождения	4	1	Слайд-лекция	2	Индивидуальная работа	1	Подготовка материалов к лабораторным работам			Устный опрос	4 неделя	В теч. занятия
4.	Ортогональные планы второго порядка	5	1	Слайд-лекция	2	Индивидуальная работа	2	Подготовка материалов к лабораторным работам	20	Оформление и подача работ	Защита лабораторной работы	5 неделя	В теч. занятия

5.	Ротатабельные планы 2 порядка	6	1	Слайд-лекция	2	Индивидуальная работа	1	Подготовка материалов к лабораторным работам			Защита лабораторной работы	6 неделя	В теч. занятия
6.	Сложные планы. Факторный эксперимент $2^{2k}$	7	1	Слайд-лекция	4	Индивидуальная работа	2	Подготовка материалов к лабораторным работам	19,5	Оформление и подача работ	Защита лабораторной работы	7 неделя	В теч. занятия
7.	Отсеивающие эксперименты	8	1	Слайд-лекция			1,5	Самостоятельное изучение темы			Тестирование	8 неделя	В теч. занятия
Всего часов:			8		16		11,5		79,5				
<b>Промежуточный контроль (Модуль 2)</b>													

Таблица 2 – Модульно-интегративная структура УК с указанием программных вопросов по модулям

Содержание	Модуль 1	Модуль 2
Программные вопросы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Моделирование. Модель. Виды моделей.</li> <li>2. Эксперимент. Планирование эксперимента. Виды планирования. Принципы планирования эксперимента.</li> <li>3. Компьютерный эксперимент. Модель процесса проведения эксперимента.</li> <li>4. Основные элементы статистического анализа. Нахождение приближающей функции в виде элементарных функций. Построение эмпирического распределения.</li> <li>5. Построение эмпирического распределения</li> <li>6. Проверка статистических гипотез</li> <li>7. Проверка по парам переменных. Построение таблиц сопряженности признаков</li> <li>8. Гипотезы об однородности и независимости. Меры связанности признаков</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие о факторном планировании</li> <li>2. Оценка значимости коэффициентов в полном факторном эксперименте (ПФЭ) <math>2^k</math></li> <li>3. Дробные реплики.</li> <li>4. Оптимизация методом крутого восхождения. Существенность переменных.</li> <li>5. Ортогональные планы второго порядка. Составление плана 2 порядка. Обработка и анализ результатов.</li> <li>6. Ротатабельные планы 2 порядка. Ротатабельные центрально-композиционные и симплекс суммируемые планы.</li> <li>7. Сложные планы. Факторный эксперимент <math>2^{2k}</math>.</li> <li>8. Отсеивающие эксперименты. Метод случайного баланса. Построение матрицы планирования в методе случайного баланса</li> </ol>
Обязательная литература	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лавров В.В., Спиринов Н.А. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента Екатеринбург, ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. - 257 с.</li> <li>2. Ковалева Г.С., Найденова Н.Н., Иванова С.В., Дик Ю.И. Материалы для организации и проведения мониторинга эксперимента: Эксперимент: совершенствование структуры и содержания общего образования/ Сост.Г.С.Ковалева,С.В.Иванова. - М.: Дрофа, 2001. - 224 с.</li> <li>3. Пинчук С.И. Организация эксперимента при моделировании и оптимизации технических систем Учебное пособие. – Днепропетровск: ООО Независимая издательская организация "Дива", 2008. – 248 с.</li> <li>4. Батрак А.П. Планирование и организация эксперимента Учебное пособие. - Красноярск: ИПЦ СФУ, 2007. -60 с.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лавров В.В., Спиринов Н.А. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента Екатеринбург, ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. - 257 с.</li> <li>2. Ковалева Г.С., Найденова Н.Н., Иванова С.В., Дик Ю.И. Материалы для организации и проведения мониторинга эксперимента: Эксперимент: совершенствование структуры и содержания общего образования/ Сост.Г.С.Ковалева,С.В.Иванова. - М.: Дрофа, 2001. - 224 с.</li> <li>3. Пинчук С.И. Организация эксперимента при моделировании и оптимизации технических систем Учебное пособие. – Днепропетровск: ООО Независимая издательская организация "Дива", 2008. – 248 с.</li> <li>4. Батрак А.П. Планирование и организация эксперимента Учебное пособие. - Красноярск: ИПЦ СФУ, 2007. -60 с.</li> </ol>



Дополнительная литература	<p>1. Нинул А.С. Оптимизация целевых функций. Аналитика. Численные методы. Планирование эксперимента М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 336 с.</p> <p>2. Черный А.А. Математическое моделирование при планировании экспериментов на пяти уровнях факторов: Учебное пособие. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2006. - 40 с.</p> <p>3. Белокопытов В.И., Дранишников С.В., Довженко Н.Н. Организация эксперимента Метод. указания. – Красноярск, ГАЦМиЗ, 2002. –52 с.</p>	<p>1. Нинул А.С. Оптимизация целевых функций. Аналитика. Численные методы. Планирование эксперимента М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 336 с.</p> <p>2. Черный А.А. Математическое моделирование при планировании экспериментов на пяти уровнях факторов: Учебное пособие. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2006. - 40 с.</p> <p>3. Белокопытов В.И., Дранишников С.В., Довженко Н.Н. Организация эксперимента Метод. указания. – Красноярск, ГАЦМиЗ, 2002. –52 с.</p>
Содержание лекций	<p><b>Тема №1.</b> Моделирование и планирование эксперимента. Основные понятия.</p> <p><b>Тема №2.</b> Основные понятия и принципы планирования эксперимента.</p> <p><b>Тема №3.</b> Методы обработки экспериментальных данных. Оценка приближающей функции.</p> <p><b>Тема №4.</b> Элементы математической статистики. Построение эмпирического распределения.</p> <p><b>Тема №5.</b> Элементы математической статистики. Проверка гипотез о принадлежности к теоретическому распределению.</p> <p><b>Тема №6</b> Элементы математической статистики. Проверка гипотез о независимости признаков.</p> <p><b>Тема №7.</b> Меры связности признаков.</p>	<p><b>Тема №1.</b> Методы планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент.</p> <p><b>Тема №2.</b> Методы планирования эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Дробные реплики.</p> <p><b>Тема №3.</b> Методы планирования эксперимента. Оптимизация методом крутого восхождения. Существенность переменных.</p> <p><b>Тема №4.</b> Ортогональные планы второго порядка. Составление плана 2 порядка. Обработка и анализ результатов.</p> <p><b>Тема №5.</b> Ротатабельные планы 2 порядка. Ротатабельные центрально-композиционные и симплекс суммируемые планы.</p> <p><b>Тема №6</b> Сложные планы. Факторный эксперимент <math>2^{2k}</math>.</p> <p><b>Тема №7.</b> Отсеивающие эксперименты.</p>
Содержание лабораторных занятий	<p><b>Тема №1.</b> Построение регрессионной модели с помощью пакета «Анализ данных» на ЭВМ.</p> <p><b>Тема №2</b> Расчет основных характеристик статистического анализа на ЭВМ.</p> <p><b>Тема №3.</b> Построение приближающей функции на ЭВМ.</p> <p><b>Тема №4.</b> Построение эмпирического распределения на основе экспериментальных данных на ЭВМ.</p> <p><b>Тема №5.</b> Проверка гипотез о принадлежности к теоретическому распределению на основе критерия <math>X^2</math> на ЭВМ.</p> <p><b>Тема №6</b> Проверка гипотез о независимости признаков на основе критерия <math>X^2</math> на ЭВМ.</p>	<p><b>Тема №1.</b> Построение модели ПФЭ <math>2^3</math> на ЭВМ.</p> <p><b>Тема №2.</b> Построение моделиДФЭ <math>2^3</math> на ЭВМ.</p> <p><b>Тема №3.</b> Оптимизация методом крутого восхождения. Уточнение факторной модели на ЭВМ.</p> <p><b>Тема №4.</b> Ортогональные планы второго порядка. Составление плана 2 порядка. Обработка и анализ результатов на ЭВМ.</p> <p><b>Тема №5.</b> Ротатабельные планы 2 порядка. Уточнение факторной модели на ЭВМ.</p> <p><b>Тема №6</b> Сложные планы. Факторный эксперимент <math>2^{2k}</math>. Построение факторной модели <math>2^{2k}</math> на ЭВМ.</p> <p><b>Тема №7.</b> Отсеивающие эксперименты. Построение</p>

	<b>Тема №7.</b> Проверка гипотезы о степени связности признаков на ЭВМ.	факторной модели на основе отсеивающего эксперимента на ЭВМ.
Планы СРМП	<p><b>СРМП №1:</b> Расчет математического ожидания и дисперсии в реальных процессах на ЭВМ.</p> <p><b>СРМП №2:</b> Методы обработки экспериментальных данных: построение приближающих нелинейных функций на ЭВМ.</p> <p><b>СРМП №3:</b> Построение эмпирических распределений на основе числовых характеристик реальных процессов на ЭВМ.</p> <p><b>СРМП №4:</b> Метод наименьших квадратов и его применение для проверки статистических гипотез на ЭВМ.</p> <p><b>СРМП №5:</b> Двухфакторная таблица сопряженности признаков. Проверка гипотез о независимости признаков при анализе реальных процессов на ЭВМ.</p> <p><b>СРМП №6:</b> Двухфакторная таблица сопряженности признаков. Проверка степени связанности признаков с помощью критериев связности с использованием ЭВМ.</p>	<p><b>СРМП №1:</b> Компьютерная обработка данных полного факторного эксперимента. Оценка значимости факторной модели на ЭВМ.</p> <p><b>СРМП №2:</b> Компьютерная обработка данных дробного факторного эксперимента. Оценка значимости факторной модели на ЭВМ.</p> <p><b>СРМП №3:</b> Построение факторной модели второго порядка на ЭВМ. Оценка значимости факторной модели.</p> <p><b>СРМП №4:</b> Ортогональные планы второго порядка. Построение факторной модели и оценка значимости коэффициентов построенной модели на ЭВМ.</p> <p><b>СРМП №5:</b> Ротатабельные планы 2 порядка. Построение модели реального процесса на ЭВМ.</p> <p><b>СРМП №6:</b> Сложные планы. Факторный эксперимент <math>2^{2k}</math>. Построение факторной модели и оценка значимости коэффициентов построенной модели на ЭВМ.</p> <p><b>СРМП №7:</b> Отсеивающие эксперименты. Построение модели и оценка значимости коэффициентов построенной модели на ЭВМ.</p>

**Таблица 3 - Организация самостоятельной работы магистранта СРМ по модулям УК**

№ модуля	Тематика СРМ	Задания для СРМ	Формы контроля СРМ	График контроля СРМ (сроки)
	<b>«Методы статистической обработки данных»</b>			
1	Моделирование и планирование эксперимента. Основные понятия	Расчет среднего и дисперсии в задачах физики, химии, управлении с использованием ЭВМ.	Подготовка к лабораторным работам	2 неделя
	Методы обработки экспериментальных данных	Обработка экспериментальных данных в задачах химии, физики, астрономии: построение приближающих нелинейных функций на ЭВМ.	Подготовка к лабораторным работам	3 неделя

	Элементы математической статистики.	Построение эмпирических распределений на основе числовых характеристик реальных процессов на ЭВМ.	Самостоятельное изучение темы	5 неделя
	Элементы математической статистики.	Проверка гипотез о независимости признаков при анализе реальных процессов на ЭВМ.	Оформление и подача работ	7 неделя
	<b>«Методы планирования эксперимента»</b>			
2	Методы планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент	Компьютерная обработка данных реальных процессов полного факторного эксперимента. Оценка значимости факторной модели на ЭВМ.	Подготовка к лабораторным работам	2 неделя
	Методы планирования эксперимента. Дробный факторный эксперимент	Компьютерная обработка данных реальных процессов дробного факторного эксперимента. Оценка значимости факторной модели на ЭВМ.	Подготовка к лабораторным работам	4 неделя
	Ортогональные планы второго порядка	Построение факторной модели второго порядка. Оценка значимости коэффициентов модели на ЭВМ.	Оформление и подача работ	6 неделя
	Сложные планы. Факторный эксперимент $2^{2k}$	Построение сложного плана эксперимента. Оценка значимости коэффициентов модели на ЭВМ.	Оформление и подача работ	8 неделя

## Понятийный аппарат

1.	Модель	физический или абстрактный образ моделируемого объекта, удобный для проведения исследований и позволяющий адекватно отображать интересующие исследователя свойства и характеристики объекта.
2.	Моделирование	процесс замещения объекта исследования некоторой его моделью и проведение исследований на модели с целью получения необходимой информации об объекте.
3.	Предметное моделирование	построение физической модели, которая соответствующим образом отображает основные физические свойства и характеристики моделируемого объекта.
4.	Абстрактное моделирование	построение абстрактной модели - математические соотношения, графы, схемы, диаграммы и т.п.
5.	Математическая модель	совокупность математических объектов и отношений между ними, адекватно отображающая свойства создаваемого объекта.
6.	Алгоритм	предписание, определяющее последовательность выполнения операций вычислительного процесса.
7.	Экспериментальные факторные модели	а представляют собой некоторые формальные зависимости выходных параметров от входных (внутренних и внешних) параметров объекта исследования.
8.	Планирование эксперимента	научный подход, позволяющий экспериментатору лучше разобраться в происходящих процессах, определить взаимосвязи между входными и выходными параметрами и сделать надежные выводы.
9.	Планирование эксперимента	раздел математической статистики, изучающий рациональную организацию измерений и наблюдений. Целью эксперимента служит либо оценка параметров распределения некоторой случайной функции, либо проверка некоторых гипотез о параметрах.
10.	Пассивный эксперимент	эксперимент, когда значениями факторов управлять нельзя, и они принимают случайные значения. После проведения $N$ опытов полученная информация обрабатывается статистическими методами, позволяющими определить параметры факторной модели.
11.	Активный эксперимент	эксперимент, когда значения факторов задают и поддерживают неизменными на заданных уровнях в каждом опыте в соответствии с планом эксперимента.
12.	Компьютерное (имитационное) моделирование	компьютерный эксперимент с моделью исследуемого или проектируемого объекта. План имитационного эксперимента на ЭВМ представляет собой метод получения с помощью эксперимента необходимой пользователю информации.
13.	Фактор	управляемая (входная) переменная.
14.	Реакция	вектор зависимых переменных моделируемого объекта.
15.	Вероятность	числовая характеристика случайного события, принимающая значения от 0 до 1.
16.	Эмпирическое распределение	Совокупность значений $uj$ и соответствующих им частот $ff$
17.	Основная (нулевая) гипотеза	Гипотеза, которую следует проверить с помощью статистических методов
18.	Ошибка первого рода	Ошибка, заключающаяся в том, что нулевая гипотеза отвергается, тогда как она в действительности верна.
19.	Двухфакторная таблица сопряженности признаков	описывает ситуацию, когда каждый индивидуум в популяции $W$ классифицируется двумя различными факторами (или критериями) $A$ и $B$ .

20.	Однофакторный пассивный эксперимент	проводится путем выполнения $n$ измерений в дискретные моменты времени единственного входного параметра $x$ и соответствующих значений выходного параметра $y$ .
21.	Многофакторный пассивный эксперимент	проводится при контроле значений нескольких входных параметров $x_i$ , и его целью является установление зависимости выходного параметра от двух или более переменных $y$
22.	Полный факторный эксперимент (ПФЭ)	предполагает возможность управлять объектом по одному или нескольким независимым каналам.
23.	Дробный факторный эксперимент (ДФЭ)	процесс построения адекватной факторной модели при минимизации числа опытов.
24.	Отсеивающий эксперимент	эксперимент по поиску значимых факторов.
25.	Ротатабельный план	планирование, при котором дисперсия выходного параметра $y$ , предсказанного уравнением регрессии, постоянна для всех точек, находящихся на равном расстоянии от центра эксперимента.

## Материалы по овладению УК

### Перечень тестовых заданий для рубежного и итогового контроля

1. Модель – это...
2. Моделирование – это ...
3. Чем характеризуется предметное моделирование?
4. Абстрактное моделирование – это...
5. Математическая модель – это..
6. Предписание, определяющее последовательность выполнения операций вычислительного процесса, называют ...
7. Формальные зависимости выходных параметров от входных (внутренних и внешних) параметров объекта исследования называют ...
8. Раздел математической статистики, изучающий рациональную организацию измерений и наблюдений, называют...
9. Эксперимент, когда значениями факторов управлять нельзя, и они принимают случайные значения, называют...
10. Эксперимент, когда значения факторов задают и поддерживают неизменными на заданных уровнях в каждом опыте в соответствии с планом эксперимента, называют...
11. Отдельная элементарная часть эксперимента - ...
12. Фактор – это...
13. Реакция-...
14. Исход опыта – это...
15. Отношение числа опытов, в которых событие произошло, к общему числу опытов - ...
16. Задача. Набор экспериментальных данных некоторой величины  $X$  содержит следующий набор числовых характеристик: 4, 5, 2, 6, 8. Математическое ожидание равно...
17. Задача. Набор экспериментальных данных некоторой величины  $X$  содержит следующий набор числовых характеристик: 4, 5, 6. Степень отклонения от среднего равно...
18. Ошибку, заключающуюся в том, что нулевая гипотеза отвергается, тогда как она в действительности верна, называют ...
19. Ошибку, состоящую в том, что нулевая гипотеза не отвергается, тогда как она в действительности неверна, называют ...
20. Задача. Проверяется гипотеза о независимости фактора А от фактора В. Для проверки гипотезы был применен критерий Пирсона  $X^2$ . Вычисленное значение критерия равно  $X^2_{\text{выч}}=11,3$ . Табличное значение критерия равно 10,8. Уровень значимости  $\alpha=0,001$ . Вывод: гипотеза о независимости фактора А от фактора В ...
21. Полный факторный эксперимент (ПФЭ) предполагает ...
22. Число опытов в полном факторном эксперименте при 3 факторах равно ...
23. Уровни факторов представляют собой ...

24. Задача. Для проведения полного факторного эксперимента  $2^3$  заданы диапазоны трех факторов: А (10-20 ед.), В (40-45), С (100-220). Какие значения факторов следует установить для проведения опыта, если факторы в безразмерном масштабе равны соответственно (-1,-1,+1)?
25. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ) предполагает ...
26. Задача. Набор экспериментальных данных некоторой величины X содержит следующий набор числовых характеристик: 1, 9, 4, 3, 3. Математическое ожидание равно...
27. Задача. Набор экспериментальных данных некоторой величины X содержит следующий набор числовых характеристик: 1, 9, 4, 3, 3. Дисперсия равна...
28. Задача. Для проведения полного факторного эксперимента  $2^2$  заданы диапазоны двух факторов: А (110-210 ед.), В (400-450). Какие значения факторов следует установить для проведения опыта, если факторы в безразмерном масштабе равны соответственно (-1,+1)?
29. Центром эксперимента называют ...
30. Задача. Проверяется гипотеза о независимости фактора А от фактора В. Для проверки гипотезы был применен критерий Пирсона  $\chi^2$ . Вычисленное значение критерия равно  $\chi^2_{\text{выч}}=10,1$ . Табличное значение критерия равно 10,8. Уровень значимости  $\alpha=0,05$ . Вывод: гипотеза о независимости фактора А от фактора В ...

### **Контрольные вопросы для итогового контроля**

1. Модель. Понятие и свойства.
2. Виды моделирования (предметное, абстрактное). Характеристика, свойства.
3. Типы математических моделей (теоретические математические модели, экспериментальные факторные модели).
4. Планирование эксперимента. Виды эксперимента(пассивный, активный)
5. Определение фактора, реакции.
6. Формулы вычисления математического ожидания, дисперсии.
7. Метод наименьших квадратов и его использование для подбора приближающей функции.
8. Нулевая и альтернативная гипотеза.
9. Двухфакторная таблица сопряженности признаков. Структура.
10. Гипотезы об однородности, независимости.
11. Условие, при котором нулевая гипотеза (о независимости факторов) отвергается (критерий  $\chi^2$ ).
12. Характеристика однофакторного пассивного и многофакторного пассивного эксперимента.
13. Характеристика полного факторного эксперимента. Число опытов в ПФЭ.
14. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Дробные реплики.
15. Ортогональные планы второго порядка.

### **Условия успешного достижения ожидаемых результатов по окончании УК**

#### **Политика выставления оценок:**

Выполнение требований обеспечивает допуск к экзамену:

- Полнота и глубина знаний;
- Выявление ключевых понятий и моментов определенной темы;
- Знание определений основных терминов и понятий темы;
- Умение делать выводы и обобщать однотипные явления;

По данному курсу предусмотрены 2 рубежных контроля, которые будут проводиться в письменной форме.

В ходе работы с магистрантами можно выделить следующие виды контроля:

Текущий контроль (60%):

- выполнение заданий на лабораторных занятиях, СРМП и СРМ;
- посещение лекционных и лабораторных занятий.

Рубежный контроль (40%) включает в себя тестирование магистрантов по материалам лекций, СРМП и СРМ в октябре и декабре.

Итоговый контроль - экзамен.

Таблица 4 - Организация менеджмента качества профессиональной подготовки магистрантов по УК

1.Предрубежный (тренинговый) контроль Модули: 1,2 ПК	2.Рубежный (промежуточный) контроль Модули: 1,2 РК	3.Пострубежный анализ тестов Модули: 1,2 ПА	4.Итоговый квалификационный контроль Сумма модулей: 1,2 ИК	5.Поститоговый анализ тестов ПА
<b>1. ЗАДАЧИ</b>				
1.1.Ознакомление с технологией выполнения тестовых заданий РК для целенаправленной подготовки магистрантов к написанию рубежного теста.	1.1.Определение уровня сформированности знаний и умений магистрантов по модулям 1,2 УК.	1.1.Выявление природы возникновения типичных ошибок и их анализ с целью их предотвращения при выполнении аналогичных тестовых заданий	1.1.Регистрация прогресса качества знаний и умений магистрантов, контроль уровня сформированности знаний и умений за весь период изучения УК.	1.1.Развитие у магистрантов стратегии самооценки и самообучения.
<b>2.ФОРМЫ КОНТРОЛЯ</b>				
СРМП 2.1.Тест: 30 заданий (3 варианта) а) закрытые задания – 25п б) открытые задания – 5п 2.2.Образцы выполнения тестовых заданий	СРМП 2.1.Тест: 30 заданий (3 варианта) а) закрытые задания – 25п б) открытые задания – 5п 2.2.Образцы выполнения тестовых заданий	2.1.Устный/письменный анализ типичных ошибок в тестовых заданиях (интерактивный режим: магистрант-преподаватель)	СРМП 2.1.Тест: 30 заданий (3 варианта) а) закрытые задания – 25п б) открытые задания – 5п	2.1.Индивидуальные консультации для магистрантов
<b>3.ПОЛИТИКА ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ МАГИСТРАНТОВ ПО УК</b>				
3.1.Критерий и параметры оценивания знаний и умений магистрантов (Таблица 6) (включая шкалу оценивания знаний и умений магистрантов по международному стандарту. Таблица 7)				
-	-	-	-	-
3.3.Единая формула вычисления рейтинга магистранта				
	$PK(M1,2) = (TP(\text{тек.рейт}) + \text{тест РК}(\text{пуб.рейт}))/2$		$СИ = (РД(ТК+РК)+ИК)/2$	

Список сокращений:

УК – учебный курс

СРМП – самостоятельная работа магистрантов под руководством преподавателя

СРМ – самостоятельная работа магистрантов

РК – рубежный контроль

ПК – предрубежный контроль

ПА – пострубежный анализ тестов  
СИ – суммарный индекс  
РД – рейтинг допуск  
ТК – результат текущего контроля  
ИК – результат итогового контроля



**Таблица 5 – Критериально-оценочный аппарат тестовых заданий**

<b>Виды Тестовых Заданий</b>	<b>Общее количество вопросов</b>	<b>Характер действия</b>	<b>Критерии</b>	<b>Параметры</b>	<b>Время исполнения задания</b>
Закрытые тестовые задания	25	Выбор правильного ответа из числа данных ответов	а) выбор сделан правильно б) выбор сделан неправильно	3 балла 0 баллов	2 мин. на 1 тестовое задание
		Максимальная оценка закрытого тестового задания		3 балла	
Открытые тестовые задания	5	Использование комплексов мыслительных и вербальных операций и действий, выполняемых на креативном речемыслительном уровне	1) Критерий информативности (полнота, логичность, четкость и ясность изложенной в задании информации) 2) Критерий опоры на теоретические знания при выполнении задания 3) Корректное использование навыков и умений, необходимых для выполнения задания и обеспечивающих на основе теоретических знаний правильность выполнения задания 4) Критерий терминологической и языковой правильности 5) Оригинальность решения поставленной задачи	1.Оптимальный уровень - 5 баллов. Выполнение задания соответствует всем пяти критериям 2.Достаточный уровень – 4 баллов. Выполнение задания соответствует трем-четырем из перечисленных критериев 3. Удовлетворительный уровень – 3 балла. Выполнение задания соответствует только двум ведущим из перечисленных критериев, а именно 2-му и 3-му критериям 4. неудовлетворительный уровень – 0 баллов. Выполнение задания соответствует только одному (или ни одному) из перечисленных критериев	5 мин. на 1 тестовое задание
		Максимальная оценка закрытого тестового задания		5 баллов	

Исходя из 100-балльной системы оценивания, разбалловка максимальной суммы может быть представлена следующим образом:

1) 25 закрытых тестовых заданий x 3 балла = 75 балла;

2) 5 открытых тестовых заданий x 5 баллов = 25 баллов

Итого: 100 баллов

при итоговой форме контроля индивидуальный рейтинг магистранта в балльном выражении исчисляется по формуле среднеарифметического, т.е.

$СИ = (РД + (ТК + РК) + ИК) / 2$ , где

СИ – суммарный индекс;

РД – рейтинг допуск (аттестационный балл – АБ);

ТК – результат текущего контроля;

ИК – результат итогового контроля.

В зачетную книжку магистранта выставляется оценки исходя из суммарного индекса по 4-балльной системе. Перевод балльной системы в традиционную форму оценки дан в таблице 7, в которой сопоставлены предложенная система оценивания и шкала оценивания по международному стандарту в буквенном выражении.

**Таблица 6 – Примерный расчет текущего рейтинга магистранта по УК**

Факультет      Факультет Послевузовского образования  
 Кафедра        Автоматизированные системы обработки информации и управления  
 Группа          ВТиПО(м)-102

№	Ф.И.О. магистранта	Аудиторная работа	СРМП					СРМ				Текущий рейтинг магистранта	
		1	1	2	3	4	5	1	2	3	4		
		лекции	Защита лабораторных работ	Выступление с докладами	Компьютерное моделирование процессов	Тестирование	Контрольная работа	Подготовка к лабораторным работам	Освоение материалов электронного курса	Самостоятельное изучение отдельных тем	Оформление и подача работ		
1	Романов В.Л.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Каждая форма текущего контроля оценивается по 100-балльной системе:

$TR(\text{тек. рейтинг}) = (\text{лекции} + \text{СРМП}(1+2+3+4+5) + \text{СРМ}(1+2+3+4)) / N$   
 где N – общее количество форм текущего контроля

**Таблица 7 – Шкала оценивания знаний и умений магистрантов по международному стандарту**

Оценка по буквенной системе	Баллы	%-ное содержание	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	отлично
A-	3,7	90-94	
B+	3,3	85-89	хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,7	75-79	
C+	2,3	70-74	удовлетворительно
C	2,0	65-69	
C-	1,7	60-64	
D+	1,3	57-59	
D	1,0	53-56	
D-	0,7	50-52	неудовлетворительно
F	0,0	Ниже 50	

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

**Основная:**

1. Лавров В.В., Спирин Н.А. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента Екатеринбург, ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. - 257 с.
2. Ковалева Г.С., Найденова Н.Н., Иванова С.В., Дик Ю.И. Материалы для организации и проведения мониторинга эксперимента: Эксперимент: совершенствование структуры и содержания общего образования/ Сост.Г.С.Ковалева,С.В.Иванова. - М.: Дрофа, 2001. - 224 с.
3. Пинчук С.И. Организация эксперимента при моделировании и оптимизации технических систем Учебное пособие. – Днепропетровск: ООО Независимая издательская организация "Дива", 2008. – 248 с.
4. Батрак А.П. Планирование и организация эксперимента Учебное пособие. - Красноярск: ИПЦ СФУ, 2007. -60 с.

**Дополнительная литература:**

1. Нинул А.С. Оптимизация целевых функций. Аналитика. Численные методы. Планирование эксперимента М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 336 с.
2. Черный А.А. Математическое моделирование при планировании экспериментов на пяти уровнях факторов: Учебное пособие. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2006. - 40 с.
3. Белокопытов В.И., Дранишников С.В., Довженко Н.Н. Организация эксперимента Метод. указания. – Красноярск, ГАЦМиЗ, 2002. –52 с.