

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Математическое моделирование и планирование эксперимента»

Дисциплина «Математическое моделирование и планирование эксперимента» является частью программы магистратуры «Интегрированные системы управления производством» по направлению «15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств».

### **Цели и задачи дисциплины**

Цель дисциплины: Освоение дисциплинарных компетенций по основам планирования научного эксперимента, его математической обработки результатов, а также в области разработки и исследования математических моделей объектов и систем управления, которые позволят студентам успешно решать теоретические и практические задачи в профессиональной деятельности, связанной с построением математических моделей и отысканием оптимальных условий протекания сложных технологических процессов и выбора оптимальной автоматизированной системы управления технологическими процессами. Задачи дисциплины: • формирование знаний о цельном представлении науки, как о системе знаний и орудии познания; • изучение задач планирования и организации эксперимента; методов управления результатами научно-исследовательской деятельности; • изучение основ теории моделирования, классификацию моделей и методов моделирования; принципы построения моделей, основных методов математического моделирования объектов и систем управления; типовых методик анализа и моделирования технических объектов, технологических процессов и систем их управления. • умение рассматривать уровни методологии и определять их место и значение в научном познании; излагать правила протоколирования, обработки результатов исследования и наблюдения, их изображения; • формирование умений систематизировать информацию об объектах, системах или процессах; осуществлять выбор наилучшего метода математического описания; выполнять оценку адекватности моделей; осуществлять оптимальный выбор программных средств для математического моделирования объектов и систем управления; интерпретировать и анализировать результаты моделирования • владение сутью общенаучных и конкретно-научных методов и принципов исследования техники; навыками с основными правилами работы с научной литературой и подготовки материалов к печати, в т.ч. оформления курсовых и выпускных работ; • формирование навыков исследования математических моделей технических объектов, технологических процессов и систем управления; использования типовых аппаратных и программных средств моделирования объектов и систем управления..

### Изучаемые объекты дисциплины

• технологические процессы машиностроения и их моделирование на основе планирования эксперимента; • основные понятия теории моделирования; • классификация моделей и методов моделирования; • методы формализации технических объектов; • методы оценки адекватностей моделей; • методы синтеза систем управления типовых технологических процессов; математические методы описания объектов и систем управления; • программно-аппаратные средства моделирования объектов и систем управления..

### Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах			
		Номер семестра			
		1			
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	63	63			
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:					
- лекции (Л)				16	16
- лабораторные работы (ЛР)				18	18
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)				27	27
- контроль самостоятельной работы (КСР)				2	2
- контрольная работа					
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	81	81			
2. Промежуточная аттестация					
Экзамен	36	36			
Дифференцированный зачет					
Зачет					
Курсовой проект (КП)					
Курсовая работа (КР)					
Общая трудоемкость дисциплины	180	180			

### Краткое содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Исследование математических моделей	4	10	0	20
Тема 10 Основные методы исследования моделей Основные принципы исследования математических моделей объектов и систем управления. Пассивный и активный эксперимент. Основы теории планирования эксперимента. Основные подходы и методы оценивания адекватности моделей. Алгоритм исследования математических моделей объектов и систем управления. Понятие полунатурного эксперимента Тема 11 Программные средства моделирования и исследования моделей. Основные программные инструментальные средства моделирования объектов и систем управления: Matlab. Применение Simulink для моделирования объектов и систем управления. Заключение.				
Математическая обработка результатов эксперимента.	2	0	4	10
Тема 1. Постановка целей и задач исследования. Определение объекта, предмета исследования и оценка точности измерений Научное изучение как основная форма научной работы. Общая схема хода научного исследования. Обоснование и доказательство актуальности выбранной темы. Постановка цели и конкретных задач исследования. Определение объекта и предмета исследования. Элементы теории ошибок. Интервальная оценка ошибок измерения. Исключение грубых ошибок. Подбор эмпирических формул. Отыскание параметров методом наименьших квадратов.				
Построение математических моделей экспериментов	2	0	8	16
Тема 5 Выбор оптимального плана. Критерии оптимального плана Разновидности планов эксперимента. Основы построения математических моделей планов экспериментов. Их характеристики. Критерии оптимальности планов экспериментов. Критерии оптимальности, связанные с точностью оценок коэффициентов уравнения регрессии (математической модели объекта				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>исследования). Критерии D-, A-, E-оптимальности и ортогональности. Планирование экспериментов для решения экстремальных задач. Виды параметров оптимизации и требования к ним. Обобщенный параметр оптимизации. Критерии оптимальности, связанные с точностью получения оценок отклика. Критерии G-оптимальности, ротатабельности и униформности планирования. Ортогонализация планов экспериментов. Построение планов близких к оптимальному по нескольким критериям.</p> <p>Тема 6 Планы многофакторных экспериментов  Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Постановка задачи, выбор параметров факторов. Факторы и требования, предъявляемые к ним. Управляемость и совместимость, независимость, некоррелированность факторов. Определение экспериментальной области факторного пространства. Организация проведения эксперимента по ПФЭ, обработка и анализ его результатов. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Основная идея ДФЭ. ДФЭ для моделей с взаимодействием. Операция смешивания оценок коэффициентов уравнения регрессии. Понятия генерирующих соотношений и определяющих контрастов. Сравнительная оценка дробных реплик. Разрешающая способность реплики. Организация проведения эксперимента по ДФЭ, обработка и анализ его результатов. Расчет коэффициентов модели и проверка их статистической значимости. Проверка адекватности модели. Интерпретация результатов. Особенности планирования и организации эксперимента при использовании различных схем технологических процессов. Методы выделения существенных факторов. Планирование отсеивающих экспериментов. Использование метода случайного баланса при составлении плана отсеивающего эксперимента. Организация, проведение и методы анализа результатов отсеивающих экспериментов.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Тема 7 Этапы разработки математических зависимостей описания реального технологического процесса</p> <p>Постановка задачи. Отбор факторов и параметров. Анализ априорной информации и выбор вида зависимости. Планирование основного эксперимента. Реализация экспериментального плана. Оптимизация объектов исследования. Постановка задачи оптимизации. Методы оптимизации однофакторных объектов. Задачи оптимизации и математическое описание влияния каждого фактора на функцию оптимизации.</p> <p>Поверхность отклика и оптимум функции.</p>				
Математическое моделирование.	4	8	7	15
<p>Основные понятия, термины и определения.</p> <p>Предмет и задача дисциплины.</p> <p>Тема 8. Основы математического моделирования.</p> <p>Основы математического моделирования: цель моделирования, понятие математической модели, основные требования к математическим моделям. Этапы математического моделирования объектов и систем управления.</p> <p>Тема 9 Математические модели объектов и систем управления.</p> <p>Классификация моделей объектов управления.</p> <p>Основные способы построения математических моделей объектов управления: аналитический и идентификационный. Выбор класса модели: линейные/нелинейные; статистические/динамические, детерминированные/стохастические, нечеткие модели. Алгоритмы преобразования различных форм представлений математических моделей.</p> <p>Принципы построения алгоритмов управления.</p> <p>Общая структура алгоритмов управления.</p> <p>Синтез базовых алгоритмов управления: стабилизации, компенсации возмущения, обеспечения заданной степени астатизма.</p> <p>Синтез обобщенного наблюдателя-фильтра.</p>				
Планирование эксперимента	4	0	8	20
<p>Тема 2 Факторы и факторное пространство</p> <p>Общие представления о планировании</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>экспериментов. Основные определения. Активный и пассивный эксперимент. Выбор вида модели и поверхность отклика. Факторы, общая характеристика факторов, факторное пространство. Выходные показатели, характеристика исследуемых свойств или качеств – отклик, функция отклика, поверхность отклика. Эксперимент как система операций, воздействий и (или) наблюдений, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях. Опыт как отдельная элементарная часть эксперимента. План эксперимента – совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов. Планирование эксперимента как совокупность действий, направленных на разработку стратегии экспериментирования от начальных до заключительных этапов изучения объекта исследования (от получения априорной информации до создания работоспособной математической модели или определения оптимальных условий).</p> <p>Тема 3 Корреляционный и регрессионный анализ</p> <p>Вероятностная взаимосвязь между различными переменными. Выборочный коэффициент корреляции. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Расчет коэффициентов уравнения регрессии (параметров математической модели объекта исследования). Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии. Проверка адекватности математической модели объекта исследования. Метод множественной корреляции. Простейшие случаи нелинейной корреляции. Метод линеаризации. Уравнение регрессии и его коэффициенты.</p> <p>Тема 4 Разработка плана эксперимента</p> <p>Основные принципы планирования эксперимента, обеспечивающие получение максимума информации при минимуме опытов. Отказ от полного перебора возможных входных состояний. Выбор числа уровней варьирования по каждому фактору на основании вида аппроксимации функции отклика. Принцип последовательного</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
планирования, предусматривающий получение простейшей математической модели на основании небольшого числа опытов и, если полученная модель не удовлетворяет исследователя, постепенное усложнение математической модели на основе проведения новых (дополнительных) опытов до тех пор, пока не будет получена модель, которую исследователь признает достаточно хорошей.				
ИТОГО по 1-му семестру	16	18	27	81
ИТОГО по дисциплине	16	18	27	81