

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Утверждаю:
Декан ФЭСУ А.В. Бурковский

2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Математические методы обработки результатов экспериментов»

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах
код и наименование направления

Профиль: Управление и информатика в технических системах
наименование направления/профиля

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Срок освоения образовательной программы 4 года

Год начала подготовки: 2017

Автор программы:

Т.Л.Сазонова

Заведующий кафедрой
Электропривода, автоматике
и управления в технических
системах

В.Л. Бурковский

Руководитель ОПОП

К.Ю. Гусев

Воронеж – 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины –

овладение студентами концепцией системного подхода к анализу и синтезу сложных технических, производственно-хозяйственных и организационных объектов управления;

овладение математическими методами для оценки результатов экспериментальных исследований;

приобретение студентами опыта индивидуальной и совместной деятельности при решении поставленных задач.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Курс «Математические методы обработки результатов эксперимента» относится к циклу общепрофессиональных дисциплин.

К задаче освоения дисциплины относятся:

изучение сущности системного подхода к анализу и синтезу сложных систем и его основных положений;;

овладение математическим аппаратом анализа детерминированных систем;

овладение математическим аппаратом анализа стохастических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математические методы обработки результатов эксперимента» относится к дисциплинам базовой части блока Б1 и направлена на изучение математических методов для анализа результатов эксперимента.

Изучение курса основывается на знаниях таких предметов как «Общая физика», «Высшая математика», «Статистика и теория вероятности».

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Математические методы обработки результатов эксперимента» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат,

ОПК-5 - способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных,

ПК -1 - способностью выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств.

ПК -2 - способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств, с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	Знать современное состояние техники реализации эталонов и достигаемая при этом точность, тенденции развития. Закономерности проявления физических эффектов, взаимодействие между объектами материального мира.
	Уметь описывать, объяснять, анализировать и проводить экспертные оценки качества проводимых измерений
	Владеть навыками применения измерительной техники; обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений привлекая соответствующий физико-математический аппарат.
ОПК-5	Знать описание наиболее употребительных физических эффектов, их конструктивное воплощение в измерительной технике, а также математические методы обработки результатов эксперимента.
	Уметь применять полученные знания при выборе и проектировании средств измерений и их математических моделей.
	Владеть навыками работы с измерительными приборами и измерительными преобразователями
ПК -1	Знать основные характеристики измерительных приборов, методов проектирования, схем управления, основы моделирования, владение современной техникой измерений.
	Уметь применять полученные знания при выборе и проектировании средств измерений и их математических моделей. умения проводить расчет , использовать современные средства,
	Владеть навыками по повышению эффективности поиска и решения инженерных задач; методикой выявления новых технических решений.
ПК-2	Знать основные характеристики измерительных приборов, методов проектирования, схем управления, основы моделирования, владение современной техникой измерений.
	Уметь применять полученные знания при выборе и проектировании средств измерений и их математических моделей. умения проводить расчет , использовать современные средства,
	Владеть навыками по повышению эффективности поиска и решения инженерных задач; методикой

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физические основы измерительной техники» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	90	90
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа	90	90
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий
очная форма обучения

Раздел дисциплины (модуля)	Курс	Вид учебных занятий, включая самостоятельную работу обучения				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего, час
1. Введение	1	1			2	3
2. Физические величины. Единицы измерения		2		2	4	8
Классификация измерений						
3. Погрешности результатов измерений		2		2	6	10
4. Правила обработки результатов измерений.		3		2	6	11
5. Получение математических зависимостей.		4			6	10
6. Правила построения графиков.		2		2	4	8

7.Основы обеспечения единства измерений	2			4	6
8.Неопределенность результата измерений	2		2	6	10
9. Приближенные числа, погрешности	2		2	6	10
10.Интерполяция и приближение функций	4	-		6	10
11.Поиск корней нелинейных уравнений.	2		2	7	11
12.Решение систем уравнений	2			6	8
13.Численное дифференцирование. Численное интегрирование	2		2	8	12
14.Задача Коши для обыкновенных дифференциальных	2		2	6	10
15.Вычислительные методы решения краевых задач	2			7	9
16.Задачи оптимизации.	2			6	8
Всего, академ. час	36	—	18	90	144

5.2 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
	2 семестр	36	
23	Введение. Основные положения дисциплины. Основные требования к измерениям	2	
24-25	Классификации физических величин. Международная система единиц СИ. Правила написания единиц измерения. Основное уравнение измерений. Классификация измерений: прямые, косвенные, совокупные и совместные; однократные и многократные; метрологические и рутинные.	4	
26	Причины возникновения погрешностей. Классификация измерений. Систематические погрешности. Классы точности средств измерений. Случайные погрешности. Законы распределения случайных величин. Грубые погрешности. Методы выявления грубых погрешностей.	2	
27	Правила обработки результатов прямых измерений. Правила обработки результатов при косвенных измерениях.	2	
28-29	Правила построения графиков. Метод наименьших квадратов. Примеры использования компьютерных программ для построения графиков	4	

30	Основы обеспечения единства измерений в Российской Федерации. Требования к средствам измерения. Эталоны основных физических величин.	2	
31	Неопределенность результата измерений. Неопределенность типа А и В. Расширенная неопределенность. Коэффициент охвата	2	
32	Приближенные числа, погрешности. Вычисление значений простейших функций.	2	
33-34	Интерполяционные полиномы Лагранжа, первая интерполяционная формула Ньютона, вторая интерполяционная формула Ньютона. Сплайн интерполяция. Кубическая сплайн-функция. Эмпирические формулы. Метод наименьших квадратов.	4	
35	Поиск корней нелинейных уравнений. Отделение корней. Бисекция. Методы Ньютона. Метод касательных, метод хорд. Комбинированный метод хорд и касательных. <u>Самостоятельное изучение.</u> Итерационные методы. Сравнение методов по скорости сходимости итерационного процесса.	2	
36	Решение систем уравнений. Метод Гаусса. Метод простой итерации, метод итераций Зейделя.	2	
37	Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Методы левых, правых, средних прямоугольников. <u>Самостоятельное изучение.</u> Метод трапеций. Метод Симпсона. Методы Чебышева, Котеса, Гаусса. Погрешность численного интегрирования.	2	
38	Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера, модификации метода Эйлера-метод серединных точек, метод Эйлера-Коши. <u>Самостоятельное изучение.</u> Метод Рунге-Кутты. Погрешности методов. Вычислительные методы решения краевых задач математической физики. Разностные схемы. <u>Самостоятельное изучение.</u> Теоретические и эмпирические распределения.	2	
39	Одномерная и многомерная оптимизация. Метод покоординатного спуска, метод градиентного спуска. <u>Самостоятельное изучение.</u> метод квадратичной интерполяции-экстраполяции.		

5.3 Практические занятия

Не- деля семе- стра	Тема и содержание практического занятия	Объ- ем часов	В том числе, в инте- ратив- ной форме	Виды кон- троля
	2 семестр	18		
24	Точность и погрешности вычислений, способы	2		

26	Оценка погрешностей вычислительного процесса	2		
28	Математическая модель объекта исследования	2		Решение
30	Построение графиков	2		
32	Обработки результатов прямых и косвенных измерений.	2		Решение
34	Метод наименьших квадратов.	2		Решение
36	учет неопределенности	2		Решение
38	методы решения краевых задач математической физики.	2		
40	Методы левых, правых, средних прямоугольников.	2		
Итого часов		18		

5.4 Перечень лабораторных работ очная форма обучения

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-2	знать основные физические явления лежащие в основе работы датчиков устройство и принципы их работы	Своевременное выполнение лабораторных работ. Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь, анализировать и проводить экспертные	Анализировать правильность выбора	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок,

	оценки качества проводимых измерений применяя соответствующий физико-математический аппарат и типовые методики анализа	необходимых измерительных устройств.	предусмотренный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками проведения измерений, навыками проведения экспериментальных исследований и анализ полученных результатов, расчетов по типовым методикам оформления расчетных и экспериментальных данных	Выполнение поставленной задачи , выполнение тестов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК5	Знать описание наиболее употребительных физических эффектов, их конструктивное воплощение в измерительной технике.	Выполнение тестов активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять полученные знания при выборе и проектировании средств измерений и их математических моделей.	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками работы с измерительными приборами и измерительными преобразователями	решение поставленной задачи, выполнение тестов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК2	Знать основные характеристики измерительных приборов, методов проектирования, схем управления, основы моделирования, владение современной техникой измерений.	Активная работа на практических занятиях. Выполнение тестов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять полученные знания при выборе и проектировании средств измерений и их математических моделей. умения проводить расчет , использовать современные средства,	Активная работа на практических занятиях. Умение правильного оформления отчета.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками по повышению эффективности поиска и решения инженерных задач; методикой выявления новых технических решений.	Решение поставленной задачи	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК1	Знать основные методы проведения эксперимента и методик обработки полученных результатов.	Правильный выбор метода проведения эксперимента	Владение навыками и приемами на высоком уровне, способность дать собственную оценку изучаемого материала	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение базовыми навыками и приемами.
	Уметь выделять	Выполнение работ и	Владение навыками и	В целом успешное, но

оптимальные методики проведения опытов и обработки результатов экспериментов.	заданий в соответствии с установленными требованиями	приемами на высоком уровне, способность дать собственную оценку изучаемого материала	содержащее отдельные пробелы владение базовыми навыками и приемами.
Владеть навыками применения измерительной техники и обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-2	знать основные физические явления лежащие в основе работы датчиков устройство и принципы их работы	Устный опрос	Владение навыками и приемами на высоком уровне, способность дать собственную оценку изучаемого материала	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение базовыми навыками и приемами.	. Частичное, фрагментарное владение навыками и приемами работы без грубых ошибок.	Демонстрирует низкий уровень владения материалом, допуская грубые
	уметь, анализировать и проводить экспертные оценки качества проводимых измерений применяя соответствующий физико-математический аппарат и типовые методики анализа	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками проведения измерений, навыками проведения экспериментальных исследований и анализ полученных результатов, расчетов по типовым методикам оформления расчетных и экспериментальных данных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ОПК5	Знать описание наиболее употребительных физических эффектов, их математическое описание	Устный опрос	Владение навыками и приемами на высоком уровне, способность дать собственную оценку изучаемого материала	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение базовыми навыками и приемами.	. Частичное, фрагментарное владение навыками и приемами работы без грубых ошибок.	Демонстрирует низкий уровень владения материалом, допуская грубые
	Уметь применять полученные знания при описании математических моделей.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками обработки результатов измерений	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК1	Знать основные методы проведения эксперимента и методик обработки полученных результатов.	Правильный выбор метода проведения эксперимента отчета	Владение навыками и приемами на высоком уровне, способность дать собственную оценку изучаемого материала	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение базовыми навыками и приемами.	. Частичное, фрагментарное владение навыками и приемами работы без грубых ошибок.	Демонстрирует низкий уровень владения материалом, допуская грубые
	Уметь выделять оптимальные методики проведения опытов и обработки результатов экспериментов.	Выполнение работ и заданий в соответствии с установленными требованиями	Владение навыками и приемами на высоком уровне, способность дать собственную оценку изучаемого материала	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение базовыми навыками и приемами.	. Частичное, фрагментарное владение навыками и приемами работы без грубых ошибок.	Демонстрирует низкий уровень владения материалом, допуская грубые
	Владеть навыками применения измерительной техники и обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК2	Знать основные	Тест. Устный	Выполнение	Выполнение	Выполнение	В тесте менее

	характеристики измерительных приборов, методов проектирования, схем управления, основы моделирования, владение современной техникой измерений.	опрос	теста или ответ на вопросы на 90- 100%	теста или ответ на вопросы 80- 90%	теста или ответ на вопросы 70- 80%	70% правильных ответов
	Уметь применять полученные знания при выборе и проектировании средств измерений и их математических моделей. умения проводить эксперименты, использовать современные средства,	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками по повышению эффективности поиска и решения инженерных задач; методикой выявления новых технических решений.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

- Информация, содержащая в себе результаты предыдущих исследований
 - рандомизированная;
 - априорная;
 - регрессионная.
- Коэффициенты линейной модели при независимых переменных указывают на силу влияния факторов. Чем больше численная величина коэффициента
 - тем большее влияние оказывает фактор;
 - тем меньшее влияние оказывает фактор;
 - роли не играет.
- Коэффициенты линейной модели при независимых переменных указывают на силу влияния факторов. Если коэффициент имеет знак минус, то с увеличением значения фактора параметр оптимизации
 - уменьшается;
 - увеличивается;

в) не изменяется.

4. Непрерывность поверхности отклика, ее гладкость и наличие единственного оптимума

а) постулаты, позволяющие представить функцию отклика в виде аналитической функции;

б) постулаты, позволяющие представить функцию отклика в виде статистической функции;

в) постулаты, позволяющие представить функцию отклика в виде геометрической функции.

4. В некоторой экспериментальной подобласти предсказанное с помощью модели значение отклика не должно отличаться от фактического больше, чем на некоторую заранее заданную величину

а) детерминистская модель;

б) стохастическая модель;

в) адекватная модель.

5. Направление наискорейшего улучшения параметра оптимизации

а) направление вектора;

б) направление градиента;

в) направление адекватности.

6. Пространство, в котором строится поверхность отклика

а) оптимальное пространство;

б) факторное пространство;

в) пространство параметра оптимизации.

7. Предсказание результатов опытов в точках, которые лежат вне подобласти

а) корреляция;

б) интерполяция;

в) экстраполяция.

8. Выбор основного уровня фактора: известна подобласть, в которой процесс протекает достаточно хорошо

а) выбирается случайная точка подобласти;

б) ставится несколько планов для нескольких точек подобласти;

в) выбирается центр подобласти.

10. Принятие решения об интервале варьирования при точности фиксирования фактора, неизвестной кривизне поверхности и узком диапазоне изменения параметра оптимизации

а) широкий;

б) средний;

в) узкий.

11. Геометрическая интерпретация полного факторного эксперимента 2^2

а) квадрат;

б) куб;

в) гиперкуб.

12. Алгебраическая сумма элементов вектор-столбца каждого фактора в матрице планирования эксперимента равна нулю

$$\sum_{i=1}^N x_{\mu} = 0, j = 1 \dots k$$

- а) симметричность относительно центра эксперимента;
- б) условие нормировки;
- в) ортогональность матрицы планирования.

13. Точки в матрице планирования эксперимента подбираются так, что точность предсказания значений параметра оптимизации одинакова на равных расстояниях от центра эксперимента и не зависит от направления

- а) симметричность относительно центра эксперимента;
- б) ротатабельность;
- в) ортогональность матрицы планирования.

14. Сумма всех отдельных результатов опытов, деленная на количество параллельных опытов

- а) среднее квадратическое отклонение;
- б) среднее арифметическое;
- в) дисперсия.

15. Синонимом термина дисперсия является:

- а) средняя арифметическая;
- б) средняя ошибка средней арифметической;
- с) средний квадрат отклонений вариант от средней арифметической;
- д) средняя геометрическая.

16. Множество отдельных отличающихся друг от друга и в то же время сходных в некоторых отношениях объектов называется:

- а) вариацией;
- б) дисперсией;
- с) совокупностью;
- д) медианой.

17. Объемом совокупности называют:

- а) различия в совокупности;
- б) вариацию совокупности;
- с) число единиц в совокупности;
- д) дисперсию совокупности.

18. Теоретически бесконечно большую или приближающуюся к бесконечности совокупность называют:

- а) выборочной;
- б) постоянной;
- с) генеральной;
- д) варьирующей.

19. Выборочные совокупности по своим размерам являются:

- а) теоретически бесконечными;
- б) сравнительно небольшими;
- с) включающими одну единицу;
- д) приближающимися к бесконечности.

20. Совокупность животных характеризуется по масти. Такую вариацию

называют:

- a) количественной;
- b) сходящей;
- c) качественной;
- d) постоянной.

21. Какую из функций нельзя построить по 20 точкам?

- a) интерполяционный кубический сплайн;
- многочлен пятой степени, дающий наилучшее приближение по методу наименьших квадратов;
- алгебраический полином степени не выше 19;
- единственный интерполяционный многочлен степени 20.

При замене краевой задачи сеточной используются формулы:

- а) интерполирования многочленами;
- b) численного интегрирования;
- c) численного дифференцирования;
- d) приближения по методу наименьших квадратов.

22. Какое из утверждений о методе Эйлера решения задачи Коши не является верным:

- a) метод Эйлера имеет второй порядок точности;
- b) метод Эйлера является частным случаем метода Рунге-Кутты;;
- c) метод Эйлера является частным случаем метода разложения решения в ряд Тейлора;
- d) в вычислениях значений приближённого решения при переходе к следующей точке допускается менять шаг

Какой из методов решения задачи Коши: $y(x_0) = y_0$ является многошаговым?

- a) метод Адамса;
- b) метод разложения по формуле Тейлора;
- c) метод Рунге-Кутты;
- d) метод Эйлера.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Пусть X — случайная величина с нормальным законом распределения, но параметры μ и σ^2 — неизвестны. Оценить их по методу моментов.

2. Случайная величина X имеет закон распределения Пуассона с параметром λ .

3. На контрольных испытаниях случайно выбранных из партии 15 осветительных ламп были определены средняя продолжительность работы лампы $\bar{x} = 3000$ ч и среднеквадратическое отклонение $s = 20$ ч. Найти с вероятностью $g = 0,99$ доверительный интервал для средней продолжительности работы лампы в целом для партии.

4. Имеется выборка, содержащая 30 числовых значений некоторого признака случайной величины X :

19	25	22	16	22	14	17	19	18	20
22	26	24	18	16	19	22	14	18	14
25	17	18	14	20	18	24	25	16	18

Построить:

- 1) статистическое распределение выборки;
 - 2) полигон частот;
 - 3) эмпирическую функцию распределения;
 - 4) интервальный ряд;
 - 5) гистограмму частот;
- вычислить: 6) выборочную среднюю;
- 7) выборочную дисперсию;
 - 8) выборочное среднее квадратическое отклонение;
 - 9) моду;
 - 10) медиану.

5. По данной выборке вычислить «методом произведений» X_B , D_B (выборочная дисперсия):

x_i	12	14	16	18	20	22
n_i	5	15	50	16	10	4

6. Можно ли определить измеряемую величину, зная, с какой абсолютной и относительной погрешностями она измерена?

7. Построить квадратичную математическую модель методом наименьших квадратов по базе данных

X	0	2	3	5	6	6	7
Y	5	4	2.5	2.5	2	1	1.3

8. Установить функциональную связь в критериальной форме между скоростью резания (V) и амплитудой колебания (H) при работе на станках с высотой центров - b и частотой колебания - f .

9. Установить критериальную связь степени износа стали со степенью предварительного наклепа точением при ширине инструмента - b и пределе прочности σ_b .

10. При импульсной штамповке листовой заготовки энергозатраты на формообразование пропорциональны приращению площади и тем самым квадрату стрелки прогиба. Исходные параметры задачи: E_0 , y , d , h , σ_s . Установить критериальную связь между параметрами.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Пусть в n независимых испытаниях успех наступил x раз. Найти доверительный интервал для вероятности p успеха в одном испытании по доверительной вероятности γ

2. В результате 5%-ного собственно-случайного бесповторного обследования в исправительной колонии получены следующие данные о распределении осужденных по срокам лишения свободы.

Сроки лишения свободы, лет	До 2	2-4	4-6	6-8	Более 8
----------------------------	------	-----	-----	-----	---------

Число осужден-ных, чел.	19	17	11	8	5
-------------------------	----	----	----	---	---

Найти:

- а) с вероятностью 0,95 границы для среднего срока лишения свободы по колонии в целом;
- б) доверительную вероятность того, что средний срок лишения свободы по колонии в целом отличается от среднего в выборке не более чем на 0,5 года;
- в) границы, в которых с вероятностью 0,95 заключена доля осужденных со сроком лишения свободы более 6 лет;
- г) минимальный объем выборки, гарантирующий с вероятностью 0,97 предельную ошибку выборки 0,3 года.

3. На ткацкой фабрике из 1000 ткачих произведена собственно-случайная бесповторная выборка 100 человек. В результате получены следующие данные о распределении ткачих по уровню дневной выработки.

Уровень дневной выработки, м	0–40	0–40	0–40	0–40
Число ткачих, чел.	0	3	4	3

Вычислить:

- а) с вероятностью 0,954 границы для средней дневной выработки одной ткачихи по фабрике в целом;
- б) границы, в которых с вероятностью 0,997 заключена доля ткачих с дневной выработкой более 60 м;
- в) минимальный объем выборки, гарантирующий с вероятностью 0,98 предельную ошибку выборки 2 м.

4. Имеются следующие данные выборки о распределении рабочих завода по стажу работы (применялся собственно-случайный бесповторный 5%-ный отбор).

Стаж работы, лет	–5	–10	0–15	5–20	0–25	5–30
Число рабочих, чел.	0	0	0	0	0	0

Найти:

- а) с вероятностью 0,95 границы для среднего стажа работы по заводу в целом;
- б) доверительную вероятность того, что средний срок стажа по заводу в целом отличается от среднего в выборке не более чем на 0,6 года;
- в) границы, в которых с вероятностью 0,95 заключена доля рабочих со стажем работы более 20 лет

5. В результате наблюдения за уровнем преступности в некотором

регионе были получены следующие данные:

Год, x	2004	2005	2006	007	2008	2009	2010	2011	012	013
Количество преступлений, y	150	155	130	140	140	125	100	100	0	0

Найти уравнение линейной регрессии.

6. Имеется выборка, содержащая 30 числовых значений некоторого признака случайной величины X:

19	25	22	16	22	14	17	19	18	20
22	26	24	18	16	19	22	14	18	14
25	17	18	14	20	18	24	25	16	18

Построить: 1) статистическое распределение выборки; 2) полигон частот; 3) эмпирическую функцию распределения; 4) интервальный ряд; 5) гистограмму частот;

вычислить: 6) выборочную среднюю; 7) выборочную дисперсию; 8) выборочное среднее квадратическое отклонение; 9) моду; 10) медиану.

7. Реологическая зависимость скорости деформирования мерзлого грунта при

сжатии от прочности грунта - σ_r ; при времени испытания - T, глубине деформирования - H, усилия - F , скорости - V , изменении плотности - $\Delta\rho$

8. При импульсной штамповке листовой заготовки энергозатраты на формообразование пропорциональны приращению площади и тем самым квадрату стрелки прогиба. Исходные параметры задачи : E_0 , y , d , h , σ_s . Установить критериальную связь между параметрами.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Основные понятия и классификация задач анализа данных.
2. Методы и подходы к обработке неопределенных данных.
3. Основные вопросы методологии моделирования. Построение моделей.
4. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Схема вычислительного эксперимента.
5. Принципы, этапы и методы построения моделей.
6. Этапы решения прикладной задачи и классификация ошибок. Абсолютная и относительная погрешности. Оценка погрешностей значения функции.
7. Способы приближенных вычислений по заданной формуле. Приближенные вычисления по формулам с использованием инструментальных пакетов.
8. Задачи интерполяции и аппроксимации. Методы аппроксимации функций.
9. Математическая обработка результатов эксперимента: таблицы и разности.
10. Формулы численной аппроксимации производных. Проблемы численного дифференцирования и интегрирования.
11. Графический способ обработки экспериментальных данных. Аппроксимация

полученных зависимостей методом подбора формул.

12.Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов.

Нахождение приближающих функций в виде линейных функций и квадратного трехчлена.

13.Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов.

Нахождение приближающих функций в виде других элементарных функций.

14. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов.

Приближение функций с помощью инструментальных средств.

15.Теория подобия и размерности и физические модели. П-теорема. Примеры применения анализа размерностей.

16.Параметр оптимизации. Обобщенный параметр оптимизации.

17.Понятие фактора эксперимента. Однофакторный эксперимент и анализ результатов.

18.Планирование многофакторного эксперимента. Двухфакторный анализ. Матрица

планирования.

19.Однофакторный линейный регрессионный анализ. Независимость признаков.

Критерии согласия.

20.Фактор. Полный факторный эксперимент.

21.Фактор. Дробный факторный эксперимент.

22.Проведение эксперимента. Требования к оборудованию, планированию, экспериментатору, безопасности.

23.Обработка результатов эксперимента. Представление результатов эксперимента

с помощью прикладных программ.

24.Выборка и выборочный метод. Статистическая обработка выборочных данных.

25.Анализ одной и двух нормальных выборок.

26.Планирование физического эксперимента. Общие принципы планирования эксперимента. Таблица желательности.

27. Квадратурная формула Чебышева.

28. Квадратурная формула Гаусса.

29. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

Метод Эйлера. Погрешность метода Эйлера.

30. Метод Эйлера-Коши. Погрешность метода.

31. Метод серединных точек. Погрешность метода.

32. Метод Рунге-Кутты четвертого порядка.

33. Метод градиентного спуска.

34. Вычисление определителя с помощью прямого хода метода Гаусса_

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10

вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Объекты измерений	ОПК-2	Тест, практические занятия,
2	Понятие об измерениях	ОПК-2, ОПК-5	Тест. Устный опрос
3	Точность и погрешности вычислений, способы их оценки и уменьшения погрешностей	ОПК-2, ОПК-5,	тест, практические занятия, контрольная работа
4	Математическая модель объекта исследования в виде алгебраического степенного полинома	ОПК-2, ОПК-5, ПК-2	Тест, решение задачи на практическом занятии
5	Обработки результатов прямых и косвенных измерений	ОПК-2	Тест, решение задач
6	Приближенные числа, погрешности. Вычисление значений простейших функций.	ОПК-2, ОПК-5, ПК-1	Тест, практические занятия
7	Интерполяционные полиномы Лагранжа, первая интерполяционная формула Ньютона, вторая интерполяционная формула Ньютона.	ОПК-2	Тест, практические занятия
8	Поиск корней нелинейных уравнений. Отделение корней. Бисекция. Методы Ньютона. Метод касательных, метод хорд. Комбинированный метод хорд и касательных.	ОПК-2, ОПК-5,	Тест, решение задач
9	Решение систем уравнений. Метод Гаусса. Метод простой итерации, метод итераций Зейделя. .	ПК-1, ПК-2	Тест, решение задач
10	Сплайн интерполяция. Кубическая сплайн-функция. Эмпирические формулы. Метод	ОПК-2, ОПК-5,	тест, контрольная работа

	наименьших квадратов.		
11	Итерационные методы. Сравнение методов по скорости сходимости итерационного процесса.	ОПК-2, ОПК-5, ПК1	Тест, решение задач
12	Обработка результатов эксперимента. Представление результатов эксперимента с помощью прикладных программ.	ОПК-2, ОПК-5, ПК-1	Тест, решение задач
13	учет неопределенности	ОПК-2, ОПК-5	Тест, защита лабораторных работ
14	Планирование физического эксперимента. Общие принципы планирования эксперимента. Таблица желательности	ОПК-2, ОПК-5, ПК-2	Опрос . решение задач
15	Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Схема вычислительного эксперимента	ОПК-5,ПК-2	тест, контрольная работа

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Голубева Н.В Математическое моделирование систем и процессов. – СПб.: Лань, 2013. – 192 с. Электронный ресурс «Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>.

2. ГОСТ Р 8.736-2011 ГСИ. Методы обработки прямых многократных

измерений. М.: Стандартинформ,

3. Математические методы системного анализа: Учеб. пособие. Реком. УМО / -Воронеж : Научная книга, 2011. - 184 с.

4. Райхель Н. Л. Элементы дискретной математики : Учеб. пособие. Реком. УМО. - Воронеж; Невинномысск НИЭУП, 2006. - 151 с.

5. Волкова В.Н. Системный анализ и принятие решений. Уч. пособие для вузов. М.:Высш. шк., 2004. – 616 с.

6. Певзнер Л.Д. Практикум по математическим основам теории систем. – СПб.: Лань, 2013. – 400 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10254.

7. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах. Уч. пособие. М.:Высш. шк., 2002. 544 с.

8. Советов Б.Я. Моделирование систем. М.:Высш. шк., 2005.- 343 с.

9. Васильев Е.М. Теория систем и системный анализ. Уч. пособие. Воронеж: Научная книга, 2007. – 180 с

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:
Лицензионное программное обеспечение

–Microsoft Office Word 2007

–Microsoft Office Excel 2007

–Microsoft Office Power Point 2007

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

–«Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»»

– Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет «Антиплагиат-интернет»»

–Модуль обеспечения поиска текстовых заимствований по коллекции диссертаций и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ)

–Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

–<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационная справочная система

–<http://window.edu.ru>

–<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

– Электронная библиотека Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE) и его партнеров в сфере издательской деятельности.

Адрес ресурса: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

- Сайт, посвященный SQL, программированию, базам данных, разработке информационных систем

Адрес ресурса: <https://www.sql.ru/>

- Netelectro. Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления.

Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>

–Электроцентр. Адрес ресурса: <http://electrocentr.info/>

– Единый портал инноваций и уникальных изобретений

Адрес ресурса: <http://innovationportal.ru/>

–Инновации в России Адрес ресурса: <http://innovation.gov.ru/>

–Росстандарт. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Адрес ресурса: <https://www.gost.ru/portal/gost/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оборудованная для лекционных занятий

Учебные лаборатории:

«Дисплейный класс»

Натурные лекционные демонстрации:

– датчики

– измерительные приборы

Укажите материально-техническую базу

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Математические методы обработки результатов экспериментов» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета цепей и основных характеристик электротехнических устройств. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки,

	обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2018	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	

Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Математические методы обработки результатов эксперимента» относится к дисциплинам базовой части блока Б1 и направлена на изучение математических методов для анализа результатов эксперимента, и является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению 27.03.04 Управление в технических системах. Дисциплина реализуется на базе кафедры «Электропривода, автоматики и управления в технических системах». Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием представлений о будущей профессиональной деятельности выпускника по направлению «Управление и информатика в технических системах» в области фундаментальных понятий метрологии, единства измерений, системы воспроизведения единиц физических величин и математических методов обработки экспериментальных данных.

Цели дисциплины – овладение студентами концепцией системного подхода к анализу и синтезу сложных технических, производственно-хозяйственных и организационных объектов управления; овладение математическими методами для оценки результатов экспериментальных исследований; приобретение студентами опыта индивидуальной и совместной деятельности при решении поставленных задач.

К задаче освоения дисциплины относятся: изучение сущности системного подхода к анализу и синтезу сложных систем и его основных положений; овладение математическим аппаратом анализа детерминированных систем; овладение математическим аппаратом анализа стохастических систем.

Процесс изучения дисциплины «Математические методы обработки результатов эксперимента» направлен на формирование следующих компетенций: ОПК-2, ОПК-5, ПК -1 , ПК-2.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия и самостоятельная работа студента. Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости в виде защиты отчетов по лабораторным работам и посещаемости занятий студентами.
- промежуточный контроль в виде контрольных работ по разделам текущего модуля;
- рубежный контроль в виде зачета с оценкой.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 часов за семестр обучения. Программой дисциплины предусмотрено 36 часов лекций, 18 часов практических занятий, а также самостоятельная работа 90 часов.