



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

Политехнический институт (Школа)

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

Т.Ю. Шкарина

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента электроники,
телекоммуникации и приборостроения

Л.Г. Стаценко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование технических объектов управления

Направление подготовки 27.04.05 Инноватика

программа магистратуры «Инженерное предпринимательство»

Форма подготовки очная

курс 1 семестр 2

лекции 18 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы 18 час.

в том числе с использованием МАО лек. 4 / пр. 8 / лаб. 8 час.

всего часов аудиторной нагрузки 72 час.

в том числе с использованием МАО 20 час.

самостоятельная работа 72 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа не предусмотрена

зачет не предусмотрен

экзамен 2 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 27.04.05 Инноватика, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 04.08.2020 г. №875.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения от 29 декабря, протокол № 4.

Директор Департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения: д.ф.-м.н., профессор
Л.Г. Стаценко

Составитель: к.ф.-м.н. П.Л. Титов

Владивосток
2022

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

1. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: формирование у студентов представления о математическом моделировании различных технических систем, разновидностях применяемых моделей, способах составления, представления и оптимизации моделей; формирование навыков моделирования различных технических объектов.

Задачи:

- изучение базовых понятий, применяемых в математическом моделировании;
- знакомство с основными классами математических моделей и способами их представления;
- изучение основ системного подхода и классификации систем по различным признакам;
- освоение методологии составления математических моделей;
- знакомство с основами и дифференциальным принципом теоретической механики;
- изучение основ построения математических моделей на микро- и макроуровнях;
- знакомство с основами моделирования и анализа статических состояний технических систем;
- изучение основ моделирования переходных процессов технических систем;
- получение навыков математического моделирования различных технических систем.

Для успешного изучения дисциплины «Математическое моделирование технических объектов управления» студенты должны изучить курс «Высшей математики». В частности, необходимы навыки работы с системами линейных уравнений, матрицами, простейшими графами, а также с дифференциальными уравнениями, что позволит понимать структуру и свойства многих математических моделей. Необходимо также пройти курсы «Информатики» и/или «Информационных технологий», что сформирует навыки работы с наиболее простыми программными продуктами, которые могут использоваться при моделировании технических систем. Данный курс является базовым для остальных курсов технической направленности, в которых используются понятия «теория систем», «теория моделирования», «математическая модель» и другие подобные определения.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции/элементы компетенций:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Обоснование решений	ОПК-7 Способен аргументировано выбирать и обосновывать структурные, алгоритмические, технологические и программные решения для управления инновационными процессами и проектами, реализовывать их на практике применительно к инновационным системам предприятия, отраслевым и региональным инновационным системам	ОПК-7.1 Выбирает структурные, алгоритмические, технологические и программные решения для управления инновационными процессами и проектами
		ОПК-7.2 Реализует структурные, алгоритмические, технологические и программные решения для управления на практике применительно к инновационным системам предприятия, отраслевым и региональным инновационным системам
		ОПК-7.3 Аргументирует выбор структурных, алгоритмических, технологических и программных решений для управления инновационными системами предприятия, отраслевыми и региональными инновационными системами
Решение профессиональных задач	ОПК-10 Способен разрабатывать, комбинировать и адаптировать алгоритмы и программные приложения, пригодные для решения практических задач цифровизации в области профессиональной деятельности	ОПК-10.1 Разрабатывает, комбинирует и адаптирует алгоритмы и программные приложения, пригодные для решения практических задач цифровизации в области профессиональной деятельности
		ОПК-10.2 Комбинирует алгоритмы и программные приложения, пригодные для решения практических задач цифровизации в области профессиональной деятельности
		ОПК-10.3 Адаптирует алгоритмы и программные приложения, пригодные для решения практических задач цифровизации в области профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-7.1 Выбирает структурные,	Знает основные методики составления математических

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<p>алгоритмические, технологические и программные решения для управления инновационными процессами и проектами</p>	<p>моделей применительно к конкретным объектам и системам управления; знает способы выбора математических моделей из числа известных существующих и способы их доработки; знает правила представления математических моделей для описания конкретного выбранного технического объекта и/или процесса, в том числе производственного</p>
	<p>Умеет пользоваться методиками составления математических моделей в соответствии с видом технического объекта и/или системы управления; умеет выбирать адекватные математические модели из числа известных существующих и способы их доработки; Умеет представлять математические модели в удобном виде для описания конкретного технического объекта и/или процесса</p>
	<p>Владеет навыками составления математических моделей применительно к конкретным объектам и системам управления; владеет навыками выбора математических моделей из числа известных существующих и способы их доработки; владеет способами представления математических моделей для описания различных технических объектов, процессов, систем</p>
<p>ОПК-7.2 Реализует структурные, алгоритмические, технологические и программные решения для управления на практике применительно к инновационным системам предприятия, отраслевым и региональным инновационным системам</p>	<p>Знает основные типы структуры математических моделей технических систем; знает основные математические объекты, используемые для представления моделей; знает правила и приемы составления математических моделей на микро- и макроуровне, в том числе на уровне предприятия</p>
	<p>Умеет использовать основные структуры математических моделей технических систем с целью составления адекватных моделей; умеет применять при необходимости основные математические объекты, используемые для представления моделей; умеет применять правила и приемы составления математических моделей на микро- и макроуровне, в том числе на уровне предприятия</p>
	<p>Владеет навыками составления структуры математических моделей технических объектов и систем; владеет приемами работы с основными математическими объектами, используемыми для представления моделей; знает базовые правила и приемы составления математических моделей на различных уровнях, в том числе на уровне предприятия</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-7.3 Аргументирует выбор структурных, алгоритмических, технологических и программных решений для управления инновационными системами предприятия, отраслевыми и региональными инновационными системами	Знает основные программные средства, при помощи которых можно осуществлять математическое моделирование; знает, как аргументировано выбирать программное средство для моделирования конкретного технического явления и/или процесса
	Умеет использовать базовые программные средства, предназначенные для математического моделирования; умеет аргументированно выбирать программное средство для моделирования конкретного технического явления и/или процесса
	Владеет начальными навыками использования программных средств математического моделирования; владеет навыками аргументированного выбора программных средств для моделирования конкретного технического явления и/или процесса
ОПК-10.1 Разрабатывает, комбинирует и адаптирует алгоритмы и программные приложения, пригодные для решения практических задач цифровизации в области профессиональной деятельности	Знает основы автоматизированного проектирования технических объектов; знает структуру и параметры объектов автоматизированного проектирования; знает особенности технологии автоматизированного проектирования; знает классификацию математических моделей; знает, как составить и записать алгоритм для моделирования выбранного технического объекта
	Умеет пользоваться основными понятиями и терминами автоматизированного проектирования технических объектов; умеет определять структуру и выделять необходимые параметры объектов автоматизированного проектирования; умеет использовать особенности технологии автоматизированного проектирования; умеет составлять и записывать алгоритмы для моделирования выбранного технического объекта
	Владеет основами автоматизированного проектирования технических объектов; владеет правилами определения структуры и параметров объектов автоматизированного проектирования; владеет навыками составления и записи алгоритмов для моделирования выбранного технического объекта
ОПК-10.2 Комбинирует алгоритмы и программные приложения, пригодные для решения практических задач цифровизации в области профессиональной деятельности	Знает способы описания и методики анализа переходных процессов в технических объектах и системах; знает основы теории вероятностей, моделирования и анализа вероятностных систем; знает программные средства, позволяющие проводить анализ переходных процессов и вероятностных систем
	Умеет описывать и анализировать переходные процессы в технических объектах и системах; умеет пользоваться

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	<p>теорией вероятностей для моделирования и анализа вероятностных систем; умеет комбинировать различные программные средства, позволяющие проводить анализ переходных процессов, вероятностных схем, а также других характеристик и показателей, описывающих технические объекты и системы</p> <p>Владеет навыками анализа переходных процессов в технических объектах и системах; владеет навыками моделирования и анализа вероятностных систем; владеет комбинацией программных средств, которые позволяют проводить анализ переходных процессов, а также других характеристик и показателей, описывающих технические объекты и системы</p>
ОПК-10.3 Адаптирует алгоритмы и программные приложения, пригодные для решения практических задач цифровизации в области профессиональной деятельности	<p>Знает принципы локальной оптимизации в общей методологии автоматизированного проектирования; знает правила определения экстремума целевой функции; знает способы формирования целевой функции в многокритериальной задаче оптимизации; знает способы оптимизации параметров технических систем, в том числе для задач цифровизации, с учетом целевой функции со сложной структурой</p>
	<p>Умеет пользоваться принципами локальной оптимизации при автоматизированном проектировании; умеет составлять целевую функцию в многокритериальных задачах оптимизации; умеет применять различные способы оптимизации параметров технических систем, в том числе пригодных для задач цифровизации, с учетом сложной целевой функции</p>
	<p>Владеет навыками, позволяющими проводить локальную оптимизацию в рамках автоматизированного проектирования; владеет навыками составления и компоновки целевой функции в многокритериальной задаче оптимизации; владеет различными способами оптимизации параметров технических систем, в том числе используемых для задач цифровизации, с учетом целевой функции со сложной структурой минимумов/максимумов</p>

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы (144 академических часа); 1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам.

Учебным планом предусмотрены лекции (18 час., из них в активной/интерактивной форме 4 час.), лабораторные работы (18 час., из них в активной/интерактивной форме 8 час.), практические занятия (36 час., из них в активной/интерактивной форме 8 час.), самостоятельная работа студента (72 час., в том числе 36 час. на подготовку к экзамену). Дисциплина «Математическое моделирование технических объектов управления» входит в обязательную часть блока 1, реализуется на 1-м курсе, во 2-м семестре. Форма

промежуточного контроля – экзамен.

Для успешного освоения указанных компетенций (элементов компетенций) дисциплины «Математическое моделирование технических объектов управления» используются следующие методы активного/интерактивного обучения: проблемное занятие, дискуссия.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (18 час.)

Тема 1. Основы теории и применение моделирования (2 час.)

Моделирование как средство анализа, исследования, прогноза. Понятие и определение модели. Свойства и классификация математических моделей. Общие требования, правила и рекомендации по математическому моделированию. Этапы построения и применения математических моделей. Математическое моделирование систем управления. Операторы преобразования переменных, классы моделей, способы построения и особенности структурных моделей систем управления.

Тема 2. Системный подход. Математические модели на микро- и макроуровне (2 час)

Понятие системы. Принципы системного подхода. Критерий сложности системы. Классификация систем. Объекты проектирования и основы построения математических моделей на микроуровне. Модели тепловых, гидравлических, механических систем на микроуровне. Приближенные математические модели технических объектов на микроуровне. Объекты проектирования и модели технических объектов на макроуровне. Компонентные и топологические уравнения механических, электрических и других систем. Принцип аналогии динамических систем. Параметры динамических систем технических объектов на макроуровне.

Тема 3. Построение и представление математических моделей на макроуровне. Основные принципы теоретической механики (2 час)

Способы построения теоретических моделей. Графические формы представления математических моделей. Матричная форма представления математической модели. Структурно-матричный метод формирования математических моделей. Моделирование теплопередачи в твердых телах, Моделирование электромеханических систем. Узловой метод формирования математической модели. Метод функционально законченных элементов. Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Действительные и возможные перемещения, число степеней свободы, идеальные связи. Общие теоремы динамики системы. Несвободные системы. Принцип виртуальных перемещений. Принцип Даламбера-Лагранжа. Общее уравнение динамики.

Уравнения Лагранжа в независимых координатах. Уравнения Лагранжа второго рода.

Тема 4. Переходные процессы в технических системах (2 час)

Виды задач анализа переходных процессов технических систем. Численные методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. Погрешности и устойчивость численных методов интегрирования. Одношаговые и многошаговые методы интегрирования. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка. Методы прогноза и коррекции, задача интерполяции, задача экстраполяции. Алгоритмы неявных методов интегрирования. Характерные величины и показатели переходных процессов.

Тема 5. Моделирование и анализ статических состояний технических систем (1 час)

Задачи анализа статических состояний технических систем. Численные методы решения систем алгебраических уравнений: метод простой итерации, Зейделя, релаксации, Ньютона. Точные методы решения систем линейных алгебраических уравнений: метод Гаусса, LU-разложения. Решение систем уравнений с ленточными матрицами. Анализ статических состояний технических систем.

Тема 6. Экспериментальные факторные математические модели (2 час)

Особенности экспериментальных факторных моделей. Регрессионный анализ, оценка параметров регрессионной модели. Планы экспериментов и их свойства. Планы однофакторного, полного факторного, дробного факторного экспериментов. Статистический анализ результатов активного эксперимента. Определение коэффициентов регрессионной модели и проверка их значимости. Проверка статистических гипотез. Проверка адекватности и работоспособности регрессионной модели. Регрессионный анализ результатов вычислительного эксперимента. Получение математической модели на основе пассивного эксперимента.

Тема 7. Описание технических систем на основе вероятностного принципа (2 час)

Основные понятия теории вероятностей. Плотность распределения и интегральная кривая распределения. Наиболее распространенные теоретические распределения вероятностей. Нормальное распределение, центральная предельная теорема. Правило «трех сигм». Моделирование случайных величин, подчиняющихся различным распределениям. Метод четырех моментов. Определение и основные свойства случайных процессов. Свойство эргодичности. Моделирование и оценки вероятностных характеристик реализаций случайных процессов. Определение статистических

оценок различных характеристик случайных процессов. Проверка статистических гипотез.

Тема 8. Моделирование и проектирование технических систем (1 час)

Технический объект, его жизненный цикл Техническая система, отличительные признаки. Взаимосвязь техники, технологии, уровня технологического развития. Методология проектирования технических систем. Анализ техники и технических объектов с позиций системного подхода. Особенности, структура и параметры объектов проектирования. Постановка задач проектирования. Основные этапы и особенности процесса проектирования. Особенности технологии автоматизированного проектирования технического объекта

Тема 9. Упрощение и оптимизация параметров технических объектов и их моделей (2 час)

Задачи качественного анализа математических моделей. Оценка свойств математической модели. Собственные значения матрицы Якоби математической модели. Оценка физических свойств технической системы по спектру матрицы Якоби. Упрощение динамических моделей механических систем. Основные понятия и определения параметрической оптимизации. Определение экстремума аналитической целевой функции. Способы задания целевой функции в многокритериальной задаче оптимизации с учетом различных ограничений. Определение вида и числа оптимизируемые параметров. Методы поиска экстремума целевой функции. Методы безусловной оптимизации. Оптимизация в условиях сложного рельефа поверхности целевой функции. Методы псевдослучайной оптимизации, метод Монте-Карло. Методы оптимизации, заимствованные у неживой природы: метод имитации отжига. Методы оптимизации, заимствованные у живой природы: генетический метод, метод пчелиного роя.

Тема 10. Моделирование систем с хаотической динамикой (2 час)

Определение детерминированного (динамического) хаоса. Задача трех тел. Особенности хаотической динамики, «эффект бабочки». Задание хаотических систем: потоковая схема, каскадная схема. Отображение траектории поведения хаотической системы. Понятия фазового пространства, аттрактора. Классические и странные аттракторы. Понятие фрактальности. Связь понятий фрактальности и хаоса. Проявление хаотических и фрактальных объектов в реальном мире. Примеры моделей хаотической динамики. Сценарий Фейгенбаума, система Лоренца, система Икеды, система Эно, схема Чуа. Построение траектории в фазовом пространстве на примере сценария Фейгенбаума. Процедура Кёнигса-Ламерея. Управляющие параметры. Бифуркационная диаграмма. Карты динамических режимов хаотических систем.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Лабораторные работы (18 час.)

Лабораторная работа №1. Моделирование движения одно- и двусоставного математического маятника (4 час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.
2. Постановка задач, определение порядка проведения лабораторной работы, выполнение заданий практической части лабораторной работы.
3. Обработка результатов эксперимента, построение графиков.
4. Формулировка описательной части, формулировка выводов, составление отчета.
5. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы, объяснение экспериментальных результатов, их возможного расхождения с теорией.

Лабораторная работа №2. Моделирование и анализ статических состояний технических систем на примере системы дифференциальных уравнений Эрланга (5 час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.
2. Постановка задач, определение порядка проведения лабораторной работы, выполнение заданий практической части лабораторной работы.
3. Обработка результатов эксперимента, построение графиков.
4. Формулировка описательной части, формулировка выводов, составление отчета.
5. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы, объяснение экспериментальных результатов, их возможного расхождения с теорией.

Лабораторная работа №3. Моделирование и анализ работы простых электрических схем с транзистором и операционным усилителем в роли активного элемента (5 час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.
2. Постановка задач, определение порядка проведения лабораторной работы, выполнение заданий практической части лабораторной работы.
3. Обработка результатов эксперимента, построение графиков.
4. Формулировка описательной части, формулировка выводов, составление отчета.

5. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы, объяснение экспериментальных результатов, их возможного расхождения с теорией.

Лабораторная работа №4. Моделирование поведения системы с хаотической динамикой на примере сценария Фейгенбаума (4 час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.

2. Постановка задач, определение порядка проведения лабораторной работы, выполнение заданий практической части лабораторной работы.

3. Обработка результатов эксперимента, построение графиков.

4. Формулировка описательной части, формулировка выводов, составление отчета.

5. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы, объяснение экспериментальных результатов, их возможного расхождения с теорией.

Практические занятия (36 час.)

Практическое занятие №1. Графические формы представления математических моделей (4 час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме практического занятия.

2. Постановка задач, определение порядка проведения практического занятия, выполнение заданий.

3. Обработка результатов экспериментов, вычислений, построение графиков.

4. Формулировка описательной части и выводов по теме занятия.

Практическое занятие №2. Матричная форма представления математической модели. Узловой метод формирования математической модели (4 час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме практического занятия.

2. Постановка задач, определение порядка проведения практического занятия, выполнение заданий.

3. Обработка результатов экспериментов, вычислений, построение графиков.

4. Формулировка описательной части и выводов по теме занятия.

Практическое занятие №3. Переходные процессы в технических системах. Моделирование переходных процессов на примере электрических цепей (4 час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме практического занятия.
2. Постановка задач, определение порядка проведения практического занятия, выполнение заданий.
3. Обработка результатов экспериментов, вычислений, построение графиков.
4. Формулировка описательной части и выводов по теме занятия.

Практическое занятие №4. Моделирование и анализ статических состояний технических систем (4 час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме практического занятия.
2. Постановка задач, определение порядка проведения практического занятия, выполнение заданий.
3. Обработка результатов экспериментов, вычислений, построение графиков.
4. Формулировка описательной части и выводов по теме занятия.

Практическое занятие №5. Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Общие теоремы динамики системы. Общее уравнение динамики. Уравнения Лагранжа в независимых координатах (4 час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме практического занятия.
1. Постановка задач, определение порядка проведения практического занятия, выполнение заданий.
2. Обработка результатов экспериментов, вычислений, построение графиков.
3. Формулировка описательной части и выводов по теме занятия.

Практическое занятие №6. Экспериментальные факторные математические модели. Регрессионный анализ, оценка параметров регрессионной модели (4 час.)

2. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме практического занятия.
3. Постановка задач, определение порядка проведения практического занятия, выполнение заданий.
4. Обработка результатов экспериментов, вычислений, построение графиков.
5. Формулировка описательной части и выводов по теме занятия.

Практическое занятие №7. Описание технических систем на основе вероятностного принципа. Моделирование случайных величин, подчиняющихся различным распределениям (4 час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме практического занятия.
2. Постановка задач, определение порядка проведения практического занятия, выполнение заданий.
3. Обработка результатов экспериментов, вычислений, построение графиков.
4. Формулировка описательной части и выводов по теме занятия.

Практическое занятие №8. оптимизация параметров технических объектов. Способы задания целевой функции в многокритериальной задаче оптимизации с учетом различных ограничений (4 час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме практического занятия.
2. Постановка задач, определение порядка проведения практического занятия, выполнение заданий.
3. Обработка результатов экспериментов, вычислений, построение графиков.
4. Формулировка описательной части и выводов по теме занятия.

Практическое занятие №9. Моделирование систем с хаотической динамикой. Построение траектории в фазовом пространстве на примере сценария Фейгенбаума (4 час.)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме практического занятия.
2. Постановка задач, определение порядка проведения практического занятия, выполнение заданий.
3. Обработка результатов экспериментов, вычислений, построение графиков.
4. Формулировка описательной части и выводов по теме занятия.

Задания для самостоятельной работы

Перед выполнением каждой лабораторной работы обучающемуся необходимо изучить соответствующий теоретический материал, повторить лекции, при необходимости обратиться к списку основной и дополнительной литературы.

Самостоятельная работа №1. Определение статистических и корреляционных характеристик временных рядов

Необходимо выбрать указанный вариант сигнала и произвести для него расчет ряда показателей. Среда реализации может быть любой. Предпочтительны стандартные математические пакеты (MATLAB, MathCAD или аналоги).

Вариант задания выбирается в соответствии с последней цифрой номера зачетной книжки.

Вариант №1 (последняя цифра 0, 1)

Тип сигнала – розовый шум.

Вариант №2 (последняя цифра 2, 3)

Тип сигнала – коричневый шум.

Вариант №3 (последняя цифра 4, 5)

Тип сигнала – черный шум.

Вариант №4 (последняя цифра 6, 7)

Тип сигнала – синий шум.

Вариант №5 (последняя цифра 8, 9)

Тип сигнала – фиолетовый шум.

Необходимо сгенерировать временную реализацию данного типа шума достаточной длины (несколько тысяч значений). Рассчитать для нее текущее и накопленное математическое ожидание, текущую и накопленную дисперсию (для текущих оценок величину окна выбрать самостоятельно), показатель Херста. Сравнить с теоретическим значением. Провести аналогичные расчеты для белого шума. Сделать выводы.

Требования:

1. Знать, какой спектральной плотностью обладают различные цветные шумы.

2. Знать, как рассчитываются базовые статистические характеристики временных рядов, такие как математическое ожидание, дисперсия, показатель Херста, автокорреляционная функция. Уметь проводить расчет данных характеристик в одном из пакетов матмоделирования.

Самостоятельная работа №2. Анализ бифуркационной диаграммы

Студентам необходимо проанализировать особенности бифуркационной диаграммы и/или рассчитать некоторые ее характеристики.

Вариант задания выбирается в соответствии с последней цифрой номера зачетной книжки:

Вариант №1 (последняя цифра 0, 1)

Определить расстояние (по управляющему параметру) между m -й и n -й (считая от нуля) точками бифуркаций с точностью 0,01.

В процессе решения необходимо с заданной точностью определить значение управляющего параметра, при котором происходит резкое изменение поведения системы (это и есть точка бифуркации).

Вариант №2 (последняя цифра 2, 3)

Определить расстояние по ординате от m -й позиции бифуркации до каждой из двух следующих из нее точек в $(m+1)$ -й позиции (считая от нуля).

Вариант №3 (последняя цифра 4, 5)

Определить расстояние по ординате от m -й точки бифуркации до $(m+1)$ -й и от $(m+1)$ -й до $(m+2)$ -й (считая от нуля), если двигаться по верхним ветвям бифуркационной диаграммы.

Вариант №4 (последняя цифра 6, 7)

Определить, при каких значениях управляющего параметра может наблюдаться цикл с кратностью 8.

Вариант №5 (последняя цифра 8, 9)

Исследуя предел отношения расстояний по управляющему параметру между точками m и $(m+1)$, при $m \rightarrow \infty$, определить одно из универсальных чисел Фейгенбаума.

Требования:

1. Знать, что такое бифуркационная диаграмма, точки бифуркации.
2. Уметь строить бифуркационные диаграммы и определять их характеристики.

Самостоятельная работа №3. Анализ статического режима (стационарного состояния) работы технической системы

Для заданной схемы необходимо составить уравнения в аналитической форме, описывающие режим работы схемы на постоянном токе. Определить токи электродов транзистора и межэлектродные напряжения. Числовые данные выбираются в зависимости от последней цифры номера зачетной книжки по таблице, расположенной ниже.

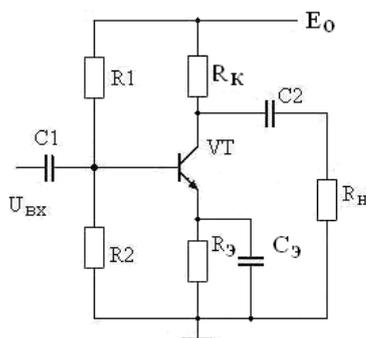


Рис.1. Схема усилительного каскада на транзисторе по схеме с общим эмиттером

Вариант	Параметры элементов схемы					
	$E_0, В$	$R_1, кОм$	$R_2, кОм$	$R_k, кОм$	$R_3, кОм$	$H_{21э}$
1	9	22	2	1,0	0,2	30
2	9	24	3	1,5	0,5	50
3	10	22	3	1,0	0,3	90
4	10	27	3	1,0	0,2	80
5	12	15	3	1,0	0,5	40
6	12	22	2	1,0	0,2	30
7	15	27	3	1,0	0,3	60
8	15	13	2	1,5	0,5	100
9	18	16	2	1,5	0,5	50
0	18	33	3	1,5	0,3	70

Требования:

1. Знать, что такое статический режим работы электрической схемы (и любой другой технической системы).
2. Знать, что такое правила Кирхгофа и как их правильно применять.
3. Уметь составлять уравнения по правилам Кирхгофа для количественного описания токов и напряжений в электрических цепях.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-4 недели	Подготовка отчета по лабораторной работе №1	9 час.	(ПР-6), защита отчета
2	5-9 недели	Подготовка отчета по лабораторной	9 час.	(ПР-6),

		работе №2		защита отчета
3	10-13 недели	Подготовка отчета по лабораторной работе №3	9 час.	(ПР-б), защита отчета
4	14-17 недели	Подготовка отчета по лабораторной работе №4	9 час.	(ПР-б), защита отчета
5	18 неделя	Выполнение курсовой работы; Подготовка к экзамену	36 час.	
Итого			72 час.	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

В процессе освоения дисциплины необходимо регулярное повторение теоретического материала и своевременное закрепление его на практических занятиях и лабораторных работах. Именно всестороннее изучение предмета или явления как с теоретической, так и с практической точек зрения обеспечивает формирование общей картины на ассоциативном уровне, которая будет дольше сохраняться в памяти.

Как правило, твердое знание теоретического лекционного материала может обеспечить сдачу экзамена как минимум на оценку «4». Для того, чтобы претендовать на оценку «5», необходимо привлечение дополнительных источников информации, среди которых могут быть как учебные пособия и методические указания, составленные ведущим преподавателем, так и классические учебники по соответствующей области знаний.

В связи с этим можно выделить, по крайней мере, два уровня освоения дисциплины и овладения соответствующими навыками. Первый (базовый) уровень можно соотнести с чисто механическим запоминанием информации, заучиванием некоторых формул с тем, чтобы впоследствии это обеспечило положительную оценку. Данный уровень характеризуется фрагментарным, но при этом достаточно полным знанием лекционного материала, а также умением решать простые типовые задачи из ряда тех, которые решались на практических занятиях.

Второй (более глубокий) уровень достигим, когда появляется интерес к предмету, заинтересованность в дальнейшем совершенствовании в данной области, желание получать дополнительные знания. В данном случае после усвоения лекционного материала в полном объеме можно обратиться к базовой литературе по дисциплине. Желательно использовать несколько источников одновременно, т.к. разные авторы могут заострять внимание на различных аспектах рассматриваемого явления. Чтение нескольких учебников

способствует формированию более полной, разносторонней, «многомерной» картины, усвоению различных тонкостей. При этом теоретические знания просто необходимо переносить на практику, иначе они так и останутся теорией. В ряде случаев это может означать привлечение дополнительных источников информации. Например, в случае схемотехники можно отметить, что существует масса различных видеуроков по ремонту всевозможных устройств на портале YouTube, десятки специализированных форумов, на которых специалисты обмениваются знаниями. Из них можно почерпнуть то недостающее звено, которое обеспечит переход от теории к практике. При этом, разумеется, необходимо собственноручно брать схемы реальных устройств, анализировать их, разбирать принцип работы того или иного узла схемотехнического узла. При достижении достаточно высокого уровня понимания предмета в целом, некоторую специализированную информацию можно почерпнуть из периодических изданий (научных и научно-популярных журналов).

К дисциплине «Математическое моделирование технических объектов управления» подготовлены методические указания для выполнения лабораторных работ. Данные методические указания в электронном виде и печатном виде берутся у ведущего преподавателя.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы отражаются в письменных работах (отчетах по лабораторным работам).

К представлению и оформлению отчетов по лабораторным работам предъявляются следующие требования.

Структура отчета по лабораторной работе

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и (или) расчеты, сопровождая необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- Титульный лист– обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);
- Исходные данные к выполнению заданий– обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);
- Основная часть– материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать, исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- Выводы– обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);
- Список литературы– обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии);
- Приложения– необязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит дополнительные материалы к основной части отчета.

Оформление отчета по лабораторной работе

Лабораторная работа относится к категории «письменная работа», оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – TimesNewRoman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы -левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

Рекомендации по оформлению графического материала, полученного с экранов в виде «скриншотов»

Графические копии экрана («скриншоты»), отражающие графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т. п. должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала, как по размерам графических объектов, так и разрешающей способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения настроить «экран» на параметры масштабирования и размещения снимаемых для иллюстрации объектов. При этом необходимо убрать «лишние» окна, команды, выделения объектов и т. п.

В перенесенных в отчет «скриншотах» рекомендуется «срезать» ненужные области, путем редактирования «изображений», а при необходимости отмасштабировать их для заполнения страницы отчета «по ширине».

«Скриншоты» в отчете оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков, а в тексте должны быть ссылки на указанные рисунки.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Оценивание лабораторных работ проводится по критериям:

- полнота и качество выполненных заданий;
- владение методами и приемами компьютерного моделирования в исследуемых вопросах, применение специализированных программных средств;
- качество оформления отчета, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов;
- использование данных отечественной и зарубежной литературы, источников сети Интернет, информации нормативно-правового характера и передовой практики;
- отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы.

Самостоятельная работа №1.

Требования:

1. Знать, какой спектральной плотностью обладают различные цветные шумы.
2. Знать, как рассчитываются базовые статистические характеристики временных рядов, такие как матожидание, дисперсия, показатель Херста, автокорреляционная функция. Уметь проводить расчет данных характеристик в одном из пакетов матмоделирования.

Самостоятельная работа №2.

Требования:

1. Знать, что такое бифуркационная диаграмма, точки бифуркации.
2. Уметь строить бифуркационные диаграммы и определять их характеристики.

Самостоятельная работа №3.

Требования:

1. Знать, что такое статический режим работы электрической схемы (и любой другой технической системы).
2. Знать, что такое правила Кирхгофа и как их правильно применять.
3. Уметь составлять уравнения по правилам Кирхгофа для

количественного описания токов и напряжений в электрических цепях.

Самостоятельные работы представлены в виде заданий реконструктивного уровня (ПР-11). Данные задания позволяют оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Критерии оценки самостоятельных работ.

Оценка проводится по двухбалльной шкале «зачтено/не зачтено».

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент хорошо ориентируется в учебном материале, знает все необходимые определения и формулы, при необходимости может оперативно найти недостающую информацию по теме задания. Само задание выполнено полностью, все требуемые характеристики найдены и сделаны соответствующие выводы. Студент умеет рассуждать логически связно, в рассуждениях опирается на фактические числовые результаты, полученные в ходе выполнения заданий.
«не зачтено»	Студент демонстрирует отрывочные знания учебного материала, которые не позволяют провести последовательное решение даже в рамках одного задания. Не определены требуемые характеристики или определена лишь малая их часть. При ответах на вопросы по выполненному заданию делает ошибки и не может аргументировать свою точку зрения.

Методические указания по подготовке к экзамену

К концу семестра обучающийся должен отчитаться по всем лабораторным работам, т.е. предоставить отчеты, получить вопросы по каждой лабораторной в соответствии с темой и ответить на них. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не затронутые на практических занятиях и в лабораторных работах, разбираются обучающимися во время самостоятельной работы.

При подготовке к экзамену необходимо повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу, при необходимости посетить консультации. Обучающийся допускается к экзамену в случае посещения не менее 80% занятий, защиты отчетов по всем лабораторным работам. Также для допуска к экзамену необходимо представить Портфолио.

Структура Портфолио:

1. Конспект лекций;
2. Отчеты по лабораторным работам;
3. Выполненные задания на самостоятельную работу.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование		
				текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Темы 1-5	ОПК-7.1 Выбирает структурные, алгоритмические, технологические и программные решения для управления инновационными процессами и проектами	Знает основные методики составления математических моделей применительно к конкретным объектам и системам управления; знает способы выбора математических моделей из числа известных существующих и способы их доработки; знает правила представления математических моделей для описания конкретного выбранного технического объекта и/или процесса, в том числе производственного	УО-4 дискуссия	вопросы к экзамену 1-22	
			Умеет пользоваться методиками составления математических моделей в соответствии с видом технического объекта и/или системы управления; умеет выбирать адекватные математические модели из числа известных существующих и способы их доработки; Умеет представлять математические модели в удобном виде для описания конкретного технического объекта и/или процесса			ПР-6 лабораторная работа
			Владеет навыками составления математических моделей применительно к конкретным объектам и системам управления; владеет навыками выбора математических моделей из числа известных существующих и способы их доработки; владеет способами представления математических моделей для описания различных технических объектов, процессов, систем			ПР-6 лабораторная работа

		ОПК-7.2 Реализует структурные, алгоритмические, технологические и программные решения для управления на практике применительно к инновационным системам предприятия, отраслевым и региональным инновационным системам	Знает основные типы структуры математических моделей технических систем; знает основные математические объекты, используемые для представления моделей; знает правила и приемы составления математических моделей на микро- и макроуровне, в том числе на уровне предприятия	УО-4 дискуссия	вопросы к экзамену 1-22	
			Умеет использовать основные структуры математических моделей технических систем с целью составления адекватных моделей; умеет применять при необходимости основные математические объекты, используемые для представления моделей; умеет применять правила и приемы составления математических моделей на микро- и макроуровне, в том числе на уровне предприятия	ПП-6 лабораторная работа		
			Владеет навыками составления структуры математических моделей технических объектов и систем; владеет приемами работы с основными математическими объектами, используемыми для представления моделей; знает базовые правила и приемы составления математических моделей на различных уровнях, в том числе на уровне предприятия	ПП-6 лабораторная работа		
		ОПК-7.3 Аргументирует выбор структурных, алгоритмических, технологических и программных решений для управления инновационными системами предприятия, отраслевыми и региональными инновационными системами	Знает основные программные средства, при помощи которых можно осуществлять математическое моделирование; знает, как аргументировано выбирать программное средство для моделирования конкретного технического явления и/или процесса	УО-4 дискуссия		вопросы к экзамену 1-22
			Умеет использовать базовые программные средства, предназначенные для математического моделирования; умеет аргументированно выбирать	ПП-6 лабораторная работа		

			программное средство для моделирования конкретного технического явления и/или процесса		
			Владеет начальными навыками использования программных средств математического моделирования; владеет навыками аргументированного выбора программных средств для моделирования конкретного технического явления и/или процесса	ПР-6 лабораторная работа	
2	Темы 6-10	ОПК-10.1 Разрабатывает, комбинирует и адаптирует алгоритмы и программные приложения, пригодные для решения практических задач цифровизации в области профессиональной деятельности	Знает основы автоматизированного проектирования технических объектов; знает структуру и параметры объектов автоматизированного проектирования; знает особенности технологии автоматизированного проектирования; знает классификацию математических моделей; знает, как составить и записать алгоритм для моделирования выбранного технического объекта	УО-4 дискуссия	
			Умеет пользоваться основными понятиями и терминами автоматизированного проектирования технических объектов; умеет определять структуру и выделять необходимые параметры объектов автоматизированного проектирования; умеет использовать особенности технологии автоматизированного проектирования; умеет составлять и записывать алгоритмы для моделирования выбранного технического объекта	ПР-6 лабораторная работа	вопросы к экзамену 23-45
			Владеет основами автоматизированного проектирования технических объектов; владеет правилами определения структуры и параметров объектов автоматизированного проектирования; владеет навыками составления и записи алгоритмов для моделирования выбранного технического объекта	ПР-6 лабораторная работа	

		<p>ОПК-10.2 Комбинирует алгоритмы и программные приложения, пригодные для решения практических задач цифровизации в области профессиональной деятельности</p>	<p>Знает способы описания и методики анализа переходных процессов в технических объектах и системах; знает основы теории вероятностей, моделирования и анализа вероятностных систем; знает программные средства, позволяющие проводить анализ переходных процессов и вероятностных систем</p>	УО-4 дискуссия	<p>вопросы к экзамену 23-45</p>
	<p>Умеет описывать и анализировать переходные процессы в технических объектах и системах; умеет пользоваться теорией вероятностей для моделирования и анализа вероятностных систем; умеет комбинировать различные программные средства, позволяющие проводить анализ переходных процессов, вероятностных схем, а также других характеристик и показателей, описывающих технические объекты и системы</p>		<p>ПР-6 лабораторная работа</p>		
	<p>Владеет навыками анализа переходных процессов в технических объектах и системах; владеет навыками моделирования и анализа вероятностных систем; владеет комбинацией программных средств, которые позволяют проводить анализ переходных процессов, а также других характеристик и показателей, описывающих технические объекты и системы</p>		<p>ПР-6 лабораторная работа</p>		
		<p>ОПК-10.3 Адаптирует алгоритмы и программные приложения, пригодные для решения практических задач цифровизации в области профессиональной деятельности</p>	<p>Знает принципы локальной оптимизации в общей методологии автоматизированного проектирования; знает правила определения экстремума целевой функции; знает способы формирования целевой функции в многокритериальной задаче оптимизации; знает способы оптимизации параметров технических систем, в том числе для задач цифровизации, с учетом целевой функции со сложной структурой</p>	УО-4 дискуссия	<p>вопросы к экзамену 23-45</p>
	<p>Умеет пользоваться принципами локальной оптимизации при автоматизированном проектировании; умеет</p>		<p>ПР-6 лабораторная работа</p>		

			составлять целевую функцию в многокритериальных задачах оптимизации; умеет применять различные способы оптимизации параметров технических систем, в том числе пригодных для задач цифровизации, с учетом сложной целевой функции		
			Владеет навыками, позволяющими проводить локальную оптимизацию в рамках автоматизированного проектирования; владеет навыками составления и компоновки целевой функции в многокритериальной задаче оптимизации; владеет различными способами оптимизации параметров технических систем, в том числе используемых для задач цифровизации, с учетом целевой функции со сложной структурой минимумов/максимумов	ПР-6 лабораторная работа	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII («Фонд оценочных средств»).

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Дьяконов В.П. MATLAB. Полный самоучитель [Электронный ресурс]/ Дьяконов В.П.– Электрон. текстовые данные.– Саратов: Профобразование, 2017.– 768 с.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=63590
2. Поршнева С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB: учебное пособие. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 726 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/650/#1>
3. Основы компьютерного моделирование [Электронный ресурс] : учебно-методический комплекс / . – Электрон. текстовые данные. – Алматы: Нур-Принт, 2015. – 175 с. – 9965-756-09-0. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=67115

Дополнительная литература

1. Тупик Н.В. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Тупик. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Вузовское образование, 2014. – 230 с. – 2227-8397. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=13016
2. Склярова Е.А. Компьютерное моделирование физических явлений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.А. Склярова, В.М. Малютин. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 152 с. – 978-5-4387-0119-4. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=34668
3. Пеньков В.Б. Компьютерное моделирование основных задач классической механики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Пеньков, Л.В. Саталкина, Д.А. Иванычев. – Электрон. текстовые данные. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. – 84 с. – 978-5-88247-594-8. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=55101

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.cyberforum.ru/mathematical-soft/>
2. <http://matlab.exponenta.ru/>
3. <https://www.mathworks.com/help/matlab/>
4. <https://www.mathworks.com/matlabcentral/answers/>
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
7. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства (www.fepo.ru)
8. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
9. www.biblioclub.ru – Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».
10. www.iqlib.ru – Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия

11. www.affp.mics.msu.su
12. Научная библиотека ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/>
13. «eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека
<http://elibrary.ru/defaultx.asp>
14. «ИНТУИТ» Национальный открытый университет
<http://www.intuit.ru/studies/courses/3688/930/lecture/16466>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Пакет программного обеспечения Microsoft Office (Word, Outlook, Power Point, Excel)

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая
<http://oversea.cnki.net/>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе обучения студент должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы обычно составляет по времени до 25-30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которыми каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины или на кафедре.

Главное в период обучения своей специальности – это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо

распределять работу на следующий день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием как успешной учебы, так и последующей работы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Конспектирование лекционного материала должно производиться кратко, схематично, последовательно. Фиксируются основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечаются важные мысли, выделяются ключевые слова, термины. Термины, понятия проверяются с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Необходимо обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Только если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.

Материал лекций необходимо закреплять самостоятельно. В первую очередь, на следующий день необходимо еще раз проработать материал лекции. Практика показывает, что если не сделать этого в течение двух-трех дней, то большая часть материала забудется. В дальнейшем процесс забывания идет по экспоненте. При изучении материала обязательно использование учебников и других материалов по дисциплине. Необходимо найти контрольные вопросы по соответствующей теме, ответить на них. В случае если по теме есть задачи, то их необходимо решить и сверить с правильными вариантами ответов (при наличии). В случае затруднений необходимо проконсультироваться у преподавателя.

Во всех различных ситуациях, приводящих к ошибочным действиям, некорректным выводам и/или ответам необходимо проанализировать причины, приведшие к ошибкам. Работа над ошибками является одним из условий процесса совершенствования знаний и навыков, а следовательно, успешной учебы и работы.

Примерное распределение времени самостоятельной работы, которое студент должен отводить на тот или иной вид занятий: закрепление лекционного материала – 15%, подготовка к практическим занятиям – 30%, подготовка к лабораторным работам – 30%, подготовка к экзамену – 25%. Тем не менее, учитывая особенности каждого студента, указанные часы могут варьироваться.

Дисциплину рекомендуется изучать по плану занятий. Обучающийся

должен своевременно выполнять текущие лабораторные работы и защищать их во время занятий или на консультации.

При подготовке к лекциям обучающийся изучает план лекционного материала, рекомендованную и дополнительную литературу.

Выполнение лабораторных работ опирается на лекционный материал. Лабораторные работы являются достаточно объемными и рассчитаны на несколько аудиторных занятий. Распределение работ по рейтинговым блокам следующее: в первом и втором рейтинговых блоках студент должен подготовить по 2 лабораторные работы. Таким образом, студент должен сдать и защитить отчеты, соответственно, по:

- к концу 1-го рейтингового блока – по 1 и 2 лабораторным работам;
- к концу 2-го рейтингового блока – по 3 и 4 лабораторным работам.

Для подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам требуется изучение лекционного материала, уверенное знание ответов на контрольные вопросы для закрепления материала.

К экзамену обучающийся должен отчитаться по всем лабораторным работам. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не отраженные в лабораторных работах, закрепляются обучающимся во время самостоятельной работы.

При подготовке к экзамену необходимо повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу, при необходимости посещать консультации. Экзамен может быть принят как в форме ответов на экзаменационные вопросы, так и в форме теста, а также может засчитываться по результатам рейтинга.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование предмета, дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием номера помещения)
1	2	3	4

1.	Математическое моделирование технических объектов управления	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, лабораторных работ</p> <p>Мультимедийное оборудование: Экран проекционный Projecta Elpro Large Electron, 300x173 см, размер рабочей области 290x163 Документ-камера Avervision CP 355 AF Мультимедийный проектор, Mitsubishi FD630U, 4000 ANSI Lumen, 1920x1080 Сетевая видеочамера Multipix MP-HD718 Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 11 шт.</p>	690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, Корпус Е, ауд. Е727
----	--	--	---

Для оформления отчетов по лабораторным работам может использоваться стандартное программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows XP, Windows 7, MicrosoftOffice и др.).

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Математическое моделирование технических объектов управления» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Дискуссия (УО-4)

Письменные работы:

1. Лабораторная работа (ПР-6)

2. Задания на самостоятельную работу (ПР-11)

3. Портфолио (ПР-8)

Устный опрос

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Дискуссия (УО-4) – оценочное средство, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.

Письменные работы

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Лабораторная работа (ПР-6) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

Самостоятельные работы представлены в виде заданий реконструктивного уровня (ПР-11). Данные задания позволяют оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Математическое моделирование технических объектов управления» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен (2-й, весенний семестр). Экзамен по дисциплине проводится в виде письменного ответа на три теоретических вопроса. Перечень тем для подготовки представлен ниже. Вопросы составлены таким образом, чтобы по возможности полно охватить содержание различных разделов дисциплины. В билет входят как вопросы теоретического характера, так и простые расчетные задания, примеры которых рассматриваются на практических занятиях. Для получения положительной оценки на экзамене, кроме ответов на вопросы, необходимо предоставить свое Портфолио, которое состоит из конспекта лекций, принятых и защищенных отчетов по лабораторным работам.

Методические указания по сдаче экзамена

Экзамен принимается ведущим преподавателем. Форма проведения экзамена – письменный ответ на вопросы. Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, калькуляторами. С разрешения преподавателя, проводящего экзамен, возможно использование справочной литературы, учебников, методических указаний, а в некоторых случаях и собственного конспекта лекций.

Студенты получают варианты билетов одновременно в начале экзамена. На подготовку ответов выделяется 60 минут. Письменные ответы также сдаются студентами одновременно по истечении времени, отведенного на подготовку и написание ответа. Далее преподаватель проверяет работы студентов и объявляет оценки. При спорной оценке преподавателем могут быть заданы дополнительные вопросы в рамках изучаемой дисциплины. Дополнительные вопросы могут быть заданы в письменной форме, в устной форме, а также в форме практического задания.

Итоговые оценки вносятся в электронную экзаменационную ведомость.

Перечень тем, выносимых на экзамен

1. Общие понятия, относящиеся к математическому моделированию. Моделирование как средство анализа, исследования, прогноза.
2. Понятие и определение модели. Свойства и классификация математических моделей.
3. Общие требования, правила и рекомендации по математическому моделированию. Этапы построения и применения математических моделей.
4. Понятие системы. Принципы системного подхода. Критерии сложности системы. Классификация систем.
5. Приближенные математические модели технических объектов на микроуровне.
6. Объекты проектирования и модели технических объектов на макроуровне.
7. Принцип аналогии динамических систем (электрические, механические и другие системы).
8. Графические формы представления математических моделей.
9. Матричная форма представления математической модели.
10. Структурно-матричный метод формирования математических моделей.
11. Моделирование электромеханических систем.
12. Узловой метод формирования математической модели.
13. Метод функционально законченных элементов.

14. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
15. Общее уравнение динамики. Уравнения Лагранжа в независимых координатах. Уравнения Лагранжа второго рода.
16. Численные методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений.
17. Методы прогноза и коррекции, задача интерполяции, задача экстраполяции.
18. Численные методы решения систем алгебраических уравнений
19. Точные методы решения систем линейных алгебраических уравнений
20. Особенности экспериментальных факторных моделей. Регрессионный анализ, оценка параметров регрессионной модели.
21. Планы экспериментов и их свойства. Планы однофакторного, полного факторного, дробного факторного экспериментов.
22. Определение коэффициентов регрессионной модели и проверка их значимости. Проверка статистических гипотез.
23. Получение математической модели на основе пассивного эксперимента.
24. Основные понятия теории вероятностей. Плотность распределения и интегральная кривая распределения.
25. Наиболее распространенные теоретические распределения вероятностей, которые могут встречаться на практике.
26. Нормальное распределение, центральная предельная теорема, правило «трех сигм».
27. Моделирование случайных величин, подчиняющихся различным распределениям.
28. Статистические моменты случайных величин. Формулы, смысл. Метод четырех моментов.
29. Определение и основные свойства случайных процессов. Свойство эргодичности.

30. Определение статистических оценок различных характеристик случайных процессов. Проверка статистических гипотез.
31. Технический объект, его жизненный цикл Техническая система, отличительные признаки. Взаимосвязь техники, технологии, уровня технологического развития.
32. Анализ техники и технических объектов с позиций системного подхода.
33. Особенности, структура и параметры объектов проектирования. Постановка задач проектирования. Основные этапы и особенности процесса проектирования.
34. Оценка свойств математической модели. Собственные значения матрицы Якоби математической модели.
35. Оценка физических свойств технической системы по спектру матрицы Якоби.
36. Способы задания целевой функции в многокритериальной задаче оптимизации с учетом различных ограничений.
37. Оптимизация в условиях сложного рельефа поверхности целевой функции. Методы псевдослучайной оптимизации
38. Методы оптимизации, заимствованные у неживой природы: метод имитации отжига.
39. Методы оптимизации, заимствованные у живой природы: генетический метод, метод пчелиного роя.
40. Определение детерминированного (динамического) хаоса. Задача трех тел. Особенности хаотической динамики, «эффект бабочки».
41. Задание хаотических систем: потоковая схема, каскадная схема.
42. Отображение траектории поведения хаотической системы. Понятия фазового пространства, аттрактора. Классические и странные аттракторы.
43. Понятие фрактальности. Связь понятий фрактальности и хаоса. Проявление хаотических и фрактальных объектов в реальном мире.

44. Построение траектории в фазовом пространстве на примере сценария Фейгенбаума.

45. Управляющие параметры. Бифуркационная диаграмма. Карты динамических режимов хаотических систем.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

К экзамену допускаются обучающиеся, посетившие не менее 80% всех занятий, а также предоставившие Портфолио (т.е. отчитавшиеся по самостоятельным и лабораторным работам).

Баллы(рейтинговой оценки)	Оценка(стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно»

		«неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (дискуссии (УО-4), лабораторных работ (ПР-6), самостоятельных работ (ПР-11)) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина(активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Вопросы для дискуссии

1. Моделирование как средство анализа, исследования, прогноза.
2. Понятие системы. Принципы системного подхода. Критерий сложности системы.
3. Принцип аналогии динамических систем.
4. Графические формы представления математических моделей.
5. Узловой метод формирования математической модели.
6. Переходные процессы в технических системах.
7. Погрешности и устойчивость численных методов интегрирования.
8. Методы прогноза и коррекции, задача интерполяции, задача экстраполяции.
9. Численные методы решения систем алгебраических уравнений.
10. Точные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.

11. Регрессионный анализ, оценка параметров регрессионной модели.
12. Нормальное распределение, центральная предельная теорема.
13. Свойство эргодичности.
14. Методология проектирования технических систем. Анализ техники и технических объектов с позиций системного подхода.
15. Оптимизация в условиях сложного рельефа поверхности целевой функции. Методы псевдослучайной оптимизации.
16. Особенности хаотической динамики, «эффект бабочки».
17. Понятия фазового пространства, аттрактора. Классические и странные аттракторы.
18. Управляющие параметры. Бифуркационная диаграмма.

Критерии оценивания

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.

Темы лабораторных работ

1. Моделирование движения одно- и двусоставного математического маятника.
2. Моделирование и анализ статических состояний технических систем на примере системы дифференциальных уравнений Эрланга.
3. Моделирование и анализ работы простых электрических схем с транзистором и операционным усилителем в роли активного элемента.
4. Моделирование поведения системы с хаотической динамикой на примере сценария Фейгенбаума.

Критерии оценки лабораторных работ

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент выполняет лабораторную работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения измерений, правильно самостоятельно определяет цель работы; самостоятельно, рационально выбирает необходимое оборудование для получения наиболее точных результатов проводимой работы. Грамотно и логично описывает ход работы, правильно формулирует выводы, точно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и т.п., умеет обобщать фактический материал. Допускается два/три недочёта или одна негрубая ошибка и

	один недочёт. Работа соответствует требованиям и выполнена в срок.
«не зачтено»	Студент выполнил работу не полностью, объём выполненной части не позволяет сделать правильные выводы; не определяет самостоятельно цель работы; в ходе работы допускает одну и более грубые ошибки, которые не может исправить, или неверно производит наблюдения, измерения, вычисления и т.п.; не умеет обобщать фактический материал. Лабораторная работа не выполнена.