ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

РОСТОВСКИЙ ФИЛИАЛ МГТУ ГА

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:
13DE759CC81E7DCE9F325D44F50492B6
Владелец: Бобушев Сергей Алексеевич
Действителен: с 11.12.2023 до 05.03.2025

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по НиМР
_____ И.А. Сизько
«26» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б1.ОД.27 Моделирование систем и процессов**
(*шифр и название дисциплины*)

Направление подготовки	25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей		
Квалификация (степень)	Бакалавр		
Профиль подготовки	Поддержание летной годности		
Кафедра	Воздушных судов и авиационных двигателей		
Курс обучения	4		
Форма обучения	очная		
Общий объём учебных часов на дисциплину	108	*часов*	3 *з.е.*
Семестр	7		
Объём аудиторной нагрузки	44	*часа*	
Лекции	28	*часов*	
Практические занятия	4	*часа*	
Лабораторные работы	12	*часов*	
Курсовой проект			
Зачёт	7	*семестр*	
Дифференцированный зачёт			
Экзамен			
Объём самостоятельной работы студента	64	*часа*	

Ростов-на-Дону, 2022 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов знаний методических основ разработки и применения моделей процессов и систем в гражданской авиации.

Задачи изучения дисциплины: знать, уметь и владеть методами моделирования систем и процессов для математически строгого, обоснованного и адекватного решения производственных вопросов.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, наименование индикатора достижения, результаты обучения

универсальные:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

результаты обучения:

знать: УК-1.1.2 актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности;

уметь: УК-1.2.2 осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников;

общепрофессиональные:

ОПК-1 Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов;

ИД-1$_{ОПК-1}$ применять основные законы, положения и методы высшей математики для формализации прикладных задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

результаты обучения:

знать: ОПК-1.1.3 основные понятия теории моделирования;
ОПК-1.1.4 основные типы моделей процессов и систем;
ОПК-1.1.5 основные требования, предъявляемые к разработке математических моделей;
ОПК-1.1.6 способы построения математических моделей простейших систем и процессов в естествознании и технике;
ОПК-1.1.7 основные математические методы, применяемые в моделировании;
ОПК-1.1.8 постановку задач идентификации и оптимизации;

уметь: ОПК-1.2.3 составлять математическое описание математических моделей;
ОПК-1.2.4 проводить вычислительный эксперимент на детерминированной математической модели;
ОПК-1.2.5 проводить вычислительный эксперимент на математической модели случайного процесса.

владеть: ОПК-1.3.2 методикой разработки моделей в научных и инженерных исследованиях;
ОПК-1.3.3 методикой применения моделей в научных и инженерных исследованиях;
ОПК-1.3.4 методами оценки адекватности моделей поведению изучаемого объекта;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Моделирование систем и процессов относится к обязательной части учебного плана образовательной программы направления подготовки 25.03.01 – Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, квалификация (степень) – бакалавр.

Для успешного освоения данной дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными по дисциплинам Б1.ОД.3 Философия, Б1.ОД.10 Высшая математика, Б1.ОД.11 Информатика и информационные технологии, Б1.ОД.12 Физика, Б1.ОД.18 Экология транспорта, Б1.ОД.28 Аэродинамика, Б1.ОД.29 Динамика полета, Б1. ВД.М.1.8 Управление проектами, Б1. ВД.М.2.8 Управление проектами, в частности:

знать:

- категориальный аппарат, терминологию философии, структуру философского знания, основные разделы и направления философии, функции философии, УК-5.1.5,
- основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни; УК-6.1.2
- основные понятия, законы и методы высшей математики, их теоретические основания и практическое применение в профессиональной деятельности, ОПК-1.1.1,
- основные уравнения газовой динамики. ОПК-1.1.9,
- основные законы, положения и методы высшей математики для формализации прикладных задач движения ВС, возникающих в ходе профессиональной деятельности, ОПК-1.1.10,
- фундаментальные физические законы, описывающие процессы и явления в природе, ОПК-1.1.22,
- принятые в естественных науках методы познания и эксперимента, ОПК-1.1.23,
- законы физики, единицы измерения величин для оценки значений параметров движения ВС в ходе профессиональной деятельности, ОПК-1.1.38,

уметь:

- использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения; УК-6.2.2,
- применять методы высшей математики в рамках дисциплины и при решении профессиональных задач, ОПК-1.2.1,
- применять основные законы, положения и методы высшей математики для формализации прикладных задач движения ВС, возникающих в ходе профессиональной деятельности, ОПК-1.2.7.

Дисциплины, для которых содержание данной учебной дисциплины выступает опорой:

– Б1.ОД.17 Безопасность полетов;
– Б1.ОД.36 Исследование операций и системный анализ;
– Б1.ВД.М.1.2 Гидромеханические системы самолетов;
– Б1.ВД.М.2.2 Гидромеханические системы вертолетов;
– Б1.ВД.М.1.9 Основы поддержания летной годности ВС;
– Б1.ВД.М.2.9 Основы поддержания летной годности ВС;
– Б2.ВП.П.2.М.1 Производственная 3. Преддипломная практика (модуль 1);
– Б2.ВП.П.2.М.2 Производственная 3. Преддипломная практика (модуль 2).

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля
			Л	Пр	Лаб	СРС	
1.	**Раздел 1. Общая теория моделирования**	**7**	**14**	**4**	**4**	**32**	
2	Тема 1.1. Введение		2			4	
3	Тема 1.2. Понятие моделирования		2			4	
4	Тема 1.3. Математические модели и их виды		2			4	
5	Тема 1.4. Подобная детерминированная модель		2			6	
6	Тема 1.5. Адекватность математических моделей		2			5	
7	Тема 1.6. Алгоритм оценки адекватности модели		2		4	5	Защита отчета по ЛР№ 1
8	Тема 1.7. Понятие об обратных задачах. Алгоритм научных исследований с помощью моделирования		2	4		4	
9.	**Раздел 2. Методы разработки моделей**	**7**	**6**	**–**	**-**	**12**	
10	Тема 2.1. Подобие и анализ размерностей		2			4	
11	Тема 2.2. Методы экспертных оценок и теории графов		2			4	
12	Тема 2.3. Понятие о стохастических моделях		2			4	
13	**Раздел 3. Математические методы в моделях**	**7**	**8**	**–**	**8**	**20**	
14	Тема 3.1. Понятие о вычислительных методах алгебры		2		4	5	Защита отчета по ЛР № 2
15	Тема 3.2. Понятие о вычислительных методах решения дифференциальных уравнений		2			5	
16	Тема 3.3. Математические методы оптимизации		2		4	5	Защита отчета по ЛР № 3
17	Тема 3.4. Приемы упрощения и контроля моделей		2			5	
18	**Форма промежуточной аттестации - *зачет***	**7**	–	–	–	–	
	ИТОГО:		28	4	12	64	

Матрица соотнесения тем / разделов учебной дисциплины и формируемых в них универсальных и общепрофессиональных компетенций

№ п/п	Разделы дисциплины, темы (наименования)	Коли-чество часов	Компетенции (знания, умения, навыки)														Σ общее количество компетенций
			УК-1.1.2	УК-1.2.2	ОПК-1.1.3	ОПК-1.1.4	ОПК-1.1.5	ОПК-1.1.6	ОПК-1.1.7	ОПК-1.1.8	ОПК-1.2.3	ОПК-1.2.4	ОПК-1.2.5	ОПК-1.3.2	ОПК-1.3.3	ОПК-1.3.4	
1.	**Раздел 1. Общая теория моделирования**	54															
2	Тема 1.1. Введение	6	+	+													1
3	Тема 1.2. Понятие моделирования	6	+	+	+	+					+	+	+	+	+	+	2
4	Тема 1.3. Математические модели и их виды	6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2
5	Тема 1.4. Подобная детерминированная модель	8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	2
6	Тема 1.5. Адекватность математических моделей	7	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	2
7	Тема 1.6. Алгоритм оценки адекватности модели	11	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	2
8	Тема 1.7. Понятие об обратных задачах. Алгоритм научных исследований с помощью	10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2

	моделирования															
9.	**Раздел 2. Методы разработки моделей**	18														
10	Тема 2.1. Подобие и анализ размерностей	6	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+	2
11	Тема 2.2. Методы экспертных оценок и теории графов	6	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+	2
12	Тема 2.3. Понятие о стохастических моделях	6	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	2
13	**Раздел 3. Математические методы в моделях**	36															
14	Тема 3.1. Понятие о вычислительных методах алгебры	11	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	2
15	Тема 3.2. Понятие о вычислительных методах решения дифференциальных уравнений	7	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	2
16	Тема 3.3. Математические методы оптимизации	11	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2
17	Тема 3.4. Приемы упрощения и контроля моделей	7	+	+	+			+	+	+	+		+	+	+	+	2
	ИТОГО:	108															

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ (54 ЧАСА)

Лекция 1. Введение (2 часа).

Тема 1.1. Введение

Реальность, познанное, абстракции, модель. Множественность моделей. "Хорошо" и "плохо" организованные системы. Законы и закономерности. Особенность сложных систем и процессов. Сходство объектов. Понятия оригинала и модели. Примеры моделей.

Литература: [1, Введение].

Самостоятельная работа студентов. Введение (4 часа).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: "Хорошо" и "плохо" организованные системы. Законы и закономерности. Особенность сложных систем и процессов.

Литература: [1, Введение].

Лекция 2. Понятие моделирования (2 часа).

Тема 1.2. Понятие моделирования

Понятие моделирования. Процесс моделирования и необходимая последовательность этапов этого процесса. Причины, вынуждающие применять моделирование.

Два аспекта отношения модели к оригиналу. Классификация моделей по особенностям выражения свойств оригинала и особенности функционирования модели. Классификация моделей по основаниям для преобразования свойств модели в свойства оригинала. Пример: маятник.

Литература: [1, § 1.1, § 1.2].

Самостоятельная работа студентов. Понятие моделирования (4 часа).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Классификация моделей.

Литература: [1, § 1.1, § 1.2].

Лекция 3. Математические модели и их виды (2 часа).

Тема 1.3. Математические модели и их виды

Математическое описание. Виды математического описания. Полнота математического описания. Отличие ММ от ее математического описания. Виды ММ. Понятие "имитационная модель" – стохастическая ММ. Состав математического описания имитационных моделей и их особенности. Основа разработки стохастических ММ – дисперсионные и регрессионные модели.

Литература: [1, § 2.1].

Самостоятельная работа студентов. Математические модели и их виды (4 часа).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Математическое описание. Виды ММ.

Литература: [1, § 2.1].

Лекция 4. Составление подобной детерминированной модели (2 часа).

Тема 1.4. Подобная детерминированная модель

Пример: математическая модель разбега самолета Ан-2 при взлете.

Литература: [1, § 2.1].

Самостоятельная работа студентов. Составление подобной детерминированной модели (6 часов).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Математическое описание.

Подготовка к выполнению задачи № 1.

Литература: [1, § 2.1].

Лекция 5. Адекватность математических моделей (2 часа).

Тема 1.5. Адекватность математических моделей

Вычислительный эксперимент. Достоверность результата. Пример. Понятие об адекватности ММ. Понятие адекватности ММ для механических систем и процессов. Точность и непротиворечивость. Виды характеристик точности и непротиворечивости. Статистическая основа проверки адекватности. Необходимые данные для проверки адекватности. Факторы, которые необходимо учитывать при проверке адекватности. Примеры. Точность и погрешность. Абсолютная и приведенная погрешности. Понятие грубой, случайной и систематической погрешности. Причины возникновения погрешности при математическом моделировании. Оценка погрешности. Правила оценки погрешности арифметических операций.

Литература: [1, § 2.2].

Самостоятельная работа студентов. Адекватность математических моделей (5 часов).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Понятие адекватности ММ для механических систем и процессов. Точность и непротиворечивость.

Литература: [1, § 2.2].

Лекция 6. Алгоритм оценки адекватности модели (2 часа).

Тема 1.6. Алгоритм оценки адекватности модели

Оценка адекватности математической модели как задача математической статистики. Случайность и закономерность рассогласования. Систематическая погрешность. Оценка рассогласования. Построение статистического закона распределения и определение статистических оценок его параметров. Проверка критерия значимости гипотезы о равенстве нулю математического ожидания рассогласования. Проверка критерия согласия между наблюдаемым и нормальным законами распределения рассогласования. Доверительные интервалы для оценки точности.

Литература: [1, § 5.7].

Самостоятельная работа студентов. Алгоритм оценки адекватности модели (5 часов).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Оценка рассогласования. Нормальный закон распределения для оценки непротиворечивости. Доверительные интервалы для оценки точности.

Подготовка к лабораторной работе № 1.

Лабораторная работа № 1 Оценка погрешности результатов эксперимента. Оценка степени адекватности результатов эксперимента. (4 часа)

Литература: [1, § 5.7].

Лекция 7. Понятие об обратных задачах: задачи идентификации и оптимизации. Алгоритм научных исследований с помощью моделирования. (2 часа).

Тема 1.7. Понятие об обратных задачах. Алгоритм научных исследований с помощью моделирования

Задача идентификации при построении математической модели. Пример идентификации математической модели разбега самолета Ан-2 при взлете. Методы решения задач идентификации. Понятие об обратных задачах. Задача оптимизации.

Строгость процесса моделирования. Алгоритм научных исследований с помощью моделирования. Процессы построения модели и ее идентификации. Примеры. Основные принципы моделирования механических систем и процессов.

Литература: [1, § 2.3], [1, §§ 2.4, 2.5].

Самостоятельная работа студентов. Понятие об обратных задачах: задачи идентификации и оптимизации. Алгоритм научных исследований с помощью моделирования. (4 часа).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Понятие об обратных задачах. Алгоритм научных исследований с помощью моделирования.

Подготовка к лабораторной работе № 2.

Практическое занятие (4 часа). Ознакомление с Системой математического моделирования динамики полета летательных аппаратов (СММ ДП ЛА) и Системой интерактивного анимационного моделирования (СИАМ).

Литература: [1, § 2.3], [1, §§ 2.4, 2.5].

РАЗДЕЛ 2. МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ (18 ЧАСОВ)

Лекция 8. Проблемы построения моделей. Подобие и анализ размерностей. (2 часа).

Тема 2.1. Подобие и анализ размерностей

Сложные и простые модели. Построение модели как компромисс между простотой и адекватностью. Проблемы построения моделей. "Многокритериальность", "проклятие размерности". Проблема адекватности. Методы математического моделирования. Ранжирование, агрегирование. Методы экспертных оценок. Теория катастроф. Методы последовательных приближений, проб и ошибок, перебора. Многомерный статистический анализ.

Подобие. Анализ размерностей как метод математического моделирования. Степенной комплекс. Понятие о П-теореме. Критерий подобия.

Литература: [1, § 3.1], [1, § 3.2].

Самостоятельная работа студентов. Проблемы построения моделей. Подобие и анализ размерностей. (4 часа).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Проблемы построения моделей. Анализ размерностей как метод математического моделирования.

Литература: [1, § 3.1], [1, § 3.2].

Лекция 9. Примеры. Методы экспертных оценок. Понятие о теории графов. (2 часа).

Тема 2.2. Методы экспертных оценок и теории графов

Примеры решения задач с помощью П-теоремы.

Понятие о методах экспертных оценок. Понятие о теории графов.

Литература: [1, § 3.2], [1, § 8.2], [1, § 3.3].

Самостоятельная работа студентов. Примеры решения задач с помощью П-теоремы. (4 часа).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Примеры решения задач с помощью П-теоремы.

Подготовка к выполнению задачи № 2.

Литература: [1, § 3.2], [1, § 8.2], [1, § 3.3].

Лекция 10. Понятие о теории массового обслуживания. Понятие о методе Монте-Карло. (2 часа)

Тема 2.3. Понятие о стохастических моделях

Понятие о теории массового обслуживания. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло) как прием для имитации работы системы. Единичный жребий и процедуры его реализации. Пример построения имитационной математической модели работы аэродрома. Возможность выявления новых свойств объекта при имитационном моделировании.

Литература: [1, § 3.4], [1, § 3.5]

Самостоятельная работа студентов. Понятие о теории массового обслуживания. Понятие о методе Монте-Карло. (4 часа).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Примеры решения задач с помощью П-теоремы.

Подготовка к выполнению задачи № 3.

Литература: [1, § 3.4], [1, § 3.5]

РАЗДЕЛ 3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В МОДЕЛЯХ (36 ЧАСОВ)

Лекция 11. Понятие о вычислительных методах алгебры. (2 часа)

Тема 3.1. Понятие о вычислительных методах алгебры

Обзор методов численного интегрирования дифференциальных уравнений – разностные схемы, решение задачи Коши, решение краевых задач, решение дифференциальных уравнений с частными производными.

Литература: [1, § 4.1], [1, § 4.2].

Самостоятельная работа студентов. Понятие о вычислительных методах алгебры. (5 часов)

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Обзор вычислительных методов алгебры.

Подготовка к лабораторной работе № 2.

Лабораторная работа № 2 Идентификация математической модели. (4 часа).

Литература: [1, § 4.1], [1, § 4.2].

Лекция 12. Понятие о вычислительных методах решения дифференциальных уравнений. (2 часа)

Тема 3.2. Понятие о вычислительных методах решения дифференциальных уравнений

Обзор методов численного интегрирования дифференциальных уравнений – разностные схемы, решение задачи Коши, решение краевых задач, решение дифференциальных уравнений с частными производными.

Литература: [1, § 4.2].

Самостоятельная работа студентов. Понятие о вычислительных методах алгебры. Понятие о вычислительных методах решения дифференциальных уравнений. (5 часов)

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Обзор методов численного интегрирования дифференциальных уравнений.

Литература: [1, § 4.2].

Лекция 13. Математические методы оптимизации. (2 часа)

Тема 3.3. Математические методы оптимизации

Общая формулировка задач оптимизации. Уравнения связей, фазовые координаты, управления, критерий оптимальности (целевая функция). Пример. Типы задач оптимизации.

Литература: [1, § 4.5]

Самостоятельная работа студентов. Математические методы оптимизации. (5 часов).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Общая формулировка задач оптимизации. Типы задач оптимизации.

Подготовка к лабораторной работе № 3.

Лабораторная работа № 3 Защита задач КДЗ. (4 часа).

Литература: [1, § 4.5]

Лекция 14. Приемы упрощения и контроля моделей. (2 часа)

Тема 3.4. Приемы упрощения и контроля моделей

Упрощение уравнений. Прием линеаризации. Метод малого параметра. Приемы контроля моделей.

Литература: [1, §§ 4.3, 4.6].

Самостоятельная работа студентов. Математические методы оптимизации. (5 часов).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Приемы контроля моделей.

Литература: [1, §§ 4.3, 4.6].

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов по дисциплине Моделирование систем и процессов обеспечивает усвоение изучаемого курса, формирует навыки исследовательской работы, ориентирует студента на умение применять полученные теоретические знания на практике и проводится в следующих видах:

- проработка лекционного материала;
- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ;
- подготовка к зачету.

Для самостоятельной работы студенту рекомендуется следующая литература:

1. Кубланов М.С. Математическое моделирование. Методология и методы разработки математических моделей механических систем и процессов. Часть I. Часть II. Издание четвертое: учебное пособие. – М.: МГТУ ГА, 2013.

2. Кубланов М.С. Моделирование систем и процессов: пособие по изучению дисциплины, выполнению лабораторных работ и домашних заданий. – М.: МГТУ ГА, 2013.

3. Советов Б.Я., Яковлев С.Я. Моделирование систем: Учебник для вузов. – М.: "Высшая школа", 1998.

4. Лебедев А.Н. Моделирование в научно-технических исследованиях. – М.: Радио и связь, 1989.

5. Ибрагимов И.А. и др. Моделирование систем: Учебное пособие. – Баку: Азинефтехим, 1989.

6. Дыхненко Л.М. и др. Основы моделирования сложных систем: Учебное пособие для втузов. – Киев: Вища школа. 1981.

7. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике (для научных работников и инженеров). – М.: Наука, 1973.

8. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 1980.

9. Годунов С.К., Рябенький В.С. Разностные схемы (введение в теорию). – М.: Наука, 1973.

10. Добров Г.М. и др. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. – Киев: Наукова Думка, 1974.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль является формой системы контроля результатов усвоения обучаемыми дисциплины Моделирование систем и процессов на основании промежуточных форм отчетности.

Целью текущего контроля успеваемости является качественное освоение дисциплины в течение учебного семестра, повышение уровня текущей успеваемости и активизация самостоятельной деятельности студентов.

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования.

Форма текущего контроля	Типовые контрольные вопросы	Критерии оценивания
Защита отчета по ЛР №1. Оценка погрешности результатов эксперимента. Оценка степени адекватности результатов эксперимента.	1.1. Почему необходимо проверять адекватность математических моделей? 1.2. Из чего состоит проверка адекватности математических моделей технических систем? 1.3. Какой измеримый параметр характеризует точность математических моделей технических систем? 1.4. Какой смысл в непротиворечивости математических моделей технических систем? 1.5. Можно ли проверять точность математических моделей технических систем до проверки их непротиворечивости, и почему? 1.6. Что такое доверительный интервал? 1.7. Что показывает проверка критерия согласия Пирсона? 1.8. На основе каких статистических выводов можно сделать заключение об адекватности математических моделей технических систем?	Защита отчета по лабораторной работе принимается при выполнении следующих условий: - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению лабораторных работ; - даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы; - показано овладение основной и дополнительной литературой; - ответы отличаются четкостью и логической последовательностью.
Защита отчета по ЛР №2. Идентификация математической модели.	2.1. Для какой цели необходимо решать задачу идентификации? 2.2. В чем состоит решение задачи идентификации? 2.3. К какому классу математических задач относится задача идентификации? 2.4. Почему для решения задачи идентификации требуются строгие математические методы? 2.5. Для какого класса зависимостей выходного параметра от входного можно решить задачу идентификации? 2.6. При каких условиях можно пользоваться методом деления отрезка пополам? 2.7. При каких условиях можно пользоваться методом секущих? 2.8. В чем состоит процедура отделения корней? 2.9. Для чего служит процедура отделения корней?	
Защита отчета по ЛР №3. Защита задач КДЗ	К задаче № 1. Составление математического описания 1.1. Для чего необходим такой элемент математического описания модели, как числовые и функциональные данные	Защита отчета по практическому занятию принимается при выполнении следующих условий:

	модели? 1.2. Для чего необходим такой элемент математического описания модели, как основные функциональные соотношения, на которых базируется модель? 1.3. Для чего необходим такой элемент математического описания модели, как методы вычисления требуемых параметров? 1.4. Для чего необходим перечень основных предположений и допущений модели? 1.5. Для чего необходим алгоритм перевода данных с оригинала на модель и обратно? 1.6. Есть ли тождество между математическим описанием модели и моделью? 1.7. Как проверить полноту такого элемента математического описания модели, как числовые данные модели? 1.8. Как проверить полноту такого элемента математического описания модели, как основные функциональные соотношения модели? 1.9. Как проверить полноту такого элемента математического описания модели, как методы вычисления требуемых параметров? 1.10. Какие специалисты работают над реализацией методов вычисления требуемых параметров?	- отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению практических занятий; - отчет выполнен аккуратно и без ошибок в расчетах; - даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы; - показано овладение основной и дополнительной литературой; - ответы отличаются четкостью и в логической последовательности.
	К задаче № 2. Составление элементов математического описания с помощью П-теоремы 2.1. В чем разница между величинами размерными и безразмерными? 2.2. Что такое системы единиц измерений? 2.3. Какому свойству удовлетворяют основные единицы в системе единиц измерений? 2.4. Что такое степенной комплекс? 2.5. Какому свойству удовлетворяет степенной комплекс, отражающий закон природы? 2.6. Каков основной вывод П-теоремы? 2.7. В процессе какой процедуры при разработке математической модели можно определить безразмерный числовой коэффициент в критерии подобия?	

	К задаче № 3. Построение имитационной математической модели с помощью метода Монте-Карло 3.1. Что такое единичный жребий? 3.2. Из каких процедур состоит метод Монте-Карло? 3.3. Нужно ли проверять на адекватность результаты вычислительного эксперимента на имитационной математической модели? 3.4. С помощью каких математических методов строится имитационной математическая модель? 3.5. К какому элементу математического описания имитационной модели относятся заданные таблицы функций? 3.6. К какому элементу математического описания имитационной модели относится набор случайных чисел? 3.7. Что является результатом вычислительного эксперимента на имитационной математической модели – таблица реализаций или обобщенные выводы?	

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в форме защиты отчета по выполненной лабораторной работе. Лабораторные работы выполняются в компьютерных классах. Процедуры оценивания знаний, умений и навыков при текущем контроле успеваемости осуществляются последовательно по мере прохождения лекционного курса в соответствии с матрицей соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них профессиональных компетенций.

Отчет о выполненных задачах осуществляется, как правило, в конце лабораторных занятий.

Если студент не отчитался на занятии, то защита лабораторных работ и задач осуществляется в дни и часы СРС по согласованию с ведущим преподавателем. Результаты текущего контроля учитываются преподавателем в журнале учета занятий (или личном журнале преподавателя).

В Пособии по изучению дисциплины указываются наименования разделов, объем в часах, ссылки на соответствующие разделы рекомендуемой литературы, контрольные вопросы к разделам, содержание всех видов аудиторных занятий, методические указания по подготовке и выполнению аудиторных работ и домашних заданий – это полностью обеспечивает самостоятельную работу студентов.

6.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация – оценка качества освоения студентом учебной дисциплины в целом, в том числе степени сформированности обеих компетенций, знаний, умений и навыков, проводимая на зачете. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде зачета в форме тестового контроля знаний.

Форма промежуточной аттестации – зачет в форме компьютерного тестирования по закрытому типу

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций по дисциплине

Типовые контрольные вопросы	Критерии оценивания
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. 1. Модель и оригинал. 2. Что такое модель? 3. По каким аспектам классифицируются модели? 4. Что такое логические модели и как они подразделяются? 5. Какие бывают виды математического описания? 6. Что входит в математическое описание? 7. Почему применение математического моделирования требует выполнения определенных этапов? 8. В чем состоит цель этапа изучения оригинала? 9. Что понимается под многокритериальностью? 10. Понятие подобия объектов. 11. Для построения каких моделей применяется метод статистических испытаний? 12. Какова суть метода статистических испытаний? ОПК-1 Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов 1. Что такое вычислительный эксперимент? 2. Может ли вычислительный эксперимент включать в себя неоднократные расчеты? 3. Что такое обратные задачи? 4. Что такое задача идентификации? 5. Для чего служат принципы математического моделирования? 6. Принцип адекватности математической модели. 7. Какой компромисс необходим при построении математической модели? 8. Какова особенность математических описаний подобных объектов? 9. Может ли математическая модель считаться адекватной поведению оригинала, если рассогласование соответствующих параметров неслучайно? 10. Какой вывод о рассогласовании	При проведении компьютерного тестирования по 21 заданию формируются следующие оценки, определяемые количеством правильных ответов: – зачет – при 12 или более правильных ответах; – неудовлетворительно – при 11 или менее правильных ответах.

	соответствующих параметров модели и оригинала можно сделать с помощью проверки статистической гипотезы о нормальном распределении рассогласования?	

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих формирование компетенций

На основании вопросов для подготовки к зачету формируется база контрольных тестовых заданий для компьютерного тестирования по закрытому типу.

Для тестового контроля сформированности всех (2) компетенций, формируемых данной дисциплиной, программа тестирования компонует комплект из 21 контрольного задания, на которые необходимо ответить за время 820 секунд. Такие условия обеспечивают достаточно объективную оценку для выставления зачета за правильный ответ на 12 или более тестовых заданий. В случае правильного ответа на 11 или менее тестовых заданий выставляется общая оценка за промежуточную аттестацию "незачет", что отражает уровень подготовки студента, как несформировавшего ни одну компетенцию, формируемую данной дисциплиной.

Порядок подготовки и проведения промежуточной аттестации

Подготовка к промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с утвержденной рабочей программой по дисциплине, содержащей перечень вопросов, выносимых на зачет

Зачет для студентов проводится в форме компьютерного тестового контроля. Для ответа на 21 тестовое задание выделяется время 820 секунд.

Неявка студента без уважительной причины на зачет в день его проведения по расписанию приравнивается к академической задолженности.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Кубланов М.С. Математическое моделирование. Методология и методы разработки математических моделей механических систем и процессов. Часть I. Часть II. Издание четвертое: учебное пособие. – М.: МГТУ ГА, 2013.

б) дополнительная литература:

2. Кубланов М.С. Моделирование систем и процессов: пособие по изучению дисциплины, выполнению лабораторных работ и домашних заданий. – М.: МГТУ ГА, 2013.

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ" (ДАЛЕЕ - СЕТЬ "ИНТЕРНЕТ"), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. специальное программное обеспечение лабораторного практикума;
2. программа тестового контроля знаний;
3. информационно-справочная база учебно-методического материала МГТУ ГА www.mstuca.ru;
4. сайт akpla.ucoz.com;

5. E-mail: akpla-study@yandex.ru

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе преподавания дисциплины Моделирование систем и процессов используются классические формы и методы обучения (лекции, практические занятия и лабораторные работы).

1. Подготовка к лекциям.
2. Лекции проводятся в соответствии с расписанием. Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета.
3. Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать собственное ее понимание. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.
4. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.
5. Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.
6. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом. В этой работе существенным подспорьем может стать фонд презентаций лекционного материала, который можно получить с сайта akpla@ucoz.com.
7. Подготовка к лабораторным работам.
8. Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ, обращая внимание на логическую взаимосвязь и последовательность предстоящих действий. Подготовка осуществляется в соответствии с планом СРС. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.
9. В процессе подготовки к занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно

активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Рекомендации по работе с литературой.

10. Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

11. Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме.

В результате изучения дисциплины Моделирование систем и процессов обучаемый должен приобрести элементарные навыки и умения, которые будут способствовать становлению и развитию профессиональной компетентности, необходимые современному специалисту, обучающемуся по направлению подготовки 25.03.01 *Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей.* Кроме того, обучаемому крайне важно помнить, что качество полученного образования в основном зависит от активной роли самого студента в учебном процессе.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

При чтении лекций по всем темам дисциплины активно используется компьютерная техника для демонстрации слайдов с помощью программного приложения Microsoft Power Point (например, специализированные аудитории второго этажа).

При этом перечень информационных технологий включает:

- сбор, хранение, систематизация и выдача учебной и научной информации;
- обработка текстовой, графической и эмпирической информации;
- самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала, с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных энциклопедий и баз данных;
- использование электронной почты преподавателей и обучающихся для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем.
- лаборатория персональных ЭВМ,
- программное обеспечение проведения лабораторных занятий;
- программное обеспечение проведения тестового контроля знаний.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для проведения лекций используется аудитория, оснащенная мультимедийной аппаратурой.

Для проведения лабораторных работ используется специализированная лаборатория кафедры АКПЛА, оснащенная оборудованием для проведения всех видов занятий и лабораторных работ (интерактивная проекционная система). Для выполнения лабораторных

работ используется программное обеспечение проведения лабораторных занятий, разработанное на кафедре АКПЛА.

Для проведения зачета используется программное обеспечение проведения тестового контроля знаний, разработанное на кафедре АКПЛА.

В процессе обучения используется библиотечный фонд, качественный и количественный состав которого соответствует нормативным требованиям и включает учебники, учебные и учебно-методические пособия, справочные издания, периодические издания в электронной и бумажной формах.