

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»  
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)

УТВЕРЖДАЮ



Первый  
проректор-проректор  
по учебной работе  
Н.Н.Сухих  
\_\_\_\_\_ 2017 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Моделирование систем и процессов**

Направление подготовки

**25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей**

Направленность программы (профиль)

**Техническое обслуживание летательных аппаратов и авиационных  
двигателей**

Квалификация выпускника  
**бакалавр**

Форма обучения  
**заочная**

Санкт-Петербург  
2017

## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Моделирование систем и процессов» являются формирование у студентов знаний методических основ разработки моделей процессов и систем : формирование навыков обработки экспериментальных данных при проведении тестовых испытаний авиационной техники и при натурных испытаниях на основе результатов телеметрии, овладение способами интерпретации результатов моделирования с использованием известных результатов из теории корреляционного аппарата, методов построения трендов процессов, теорий динамических систем и процессов управления элементами авиадвигателей и ВС как системы, овладение основными понятиями и законами ньютоновской механики, методами параметрической оптимизации систем и принципами математического описания систем технического обслуживания и ремонт воздушных судов и двигателей в классе СМО с целью применения этих моделей в области авиационной техники, необходимых для технической эксплуатации летательных аппаратов и двигателей.

Задачами освоения дисциплины являются:

- овладение знаниями основ физической сущности понятий и процессов типа регулирование, планирование, руководство, управление экономикой, оптимизация, целевое управление и т.п., отражающих запросы практики в связи с углублённым изучением в гражданской авиации сложных явлений техногенного и технико-экономического характера;

- овладение умениями построения моделей и принципами действия технических элементов этих моделей, методами обеспечения их построения и эффективного применения для изучения принципов функционирования;

- формирование навыков применения средств и инструментов обеспечения изучения явлений производится с позиции анализа изучаемых объектов в виде совокупности или множества взаимосвязанных и взаимодействующих элементов по схеме от верхнего уровня определения явления и до нижнего уровня по мере развёртывания цепочек взаимосвязей. Взаимосвязь элементов в теории МСП характеризуется структурой, сложностью и особенностями развития процессов функционирования систем во времени, т.е. в форме динамических процессов, как и в реальности.

- формирование основ классической теории управления и структуризации систем и методов, в которой достаточно четко разграничены различные понятия общей теории систем и конкретных авиационных объектов. Используемые в классической теории определения исключают многозначность толкований и позволяют распределять вопросы «управления» по разделам и «рубрикам» задач и теоретических методов анализа и синтеза управляемых систем на основе методов декомпозиции и композиции при построении моделей сложных систем и процессов, особенно в сфере гражданской авиации (на воздушном транспорте);

- освоение знаний о достижениях в сфере безопасности систем, о подходах и моделях рисков возникновения негативных явлений в теории систем и процессов,

включая авиационное страхование на транспорте и в космической сфере, сфере безопасности полетов и авиационной безопасности.

-формирования умений и навыков самоорганизации и непрерывного самообразования в профессиональной деятельности.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности.

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Моделирование систем и процессов» представляет собой дисциплину, относящуюся к блоку дисциплин (Блок 1) «Профессионального цикла» вариативной части.

Дисциплина «Моделирование систем и процессов» базируется на результатах обучения, полученных при изучении следующих дисциплин: «Высшая математика» (1 курс), «Физика» (1 курс), «Информатика и информационные технологии», «Правоведение».

Дисциплина «Моделирование систем и процессов» является обеспечивающей для следующих дисциплин: «Конструкция и техническое обслуживание воздушных судов», «Конструкция и прочность авиационных двигателей», «Техническое обслуживание и ремонт воздушных судов».

Дисциплина «Моделирование систем и процессов» изучается на 3 курсе.

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс освоения дисциплины «Моделирование систем и процессов» направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1 Способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-5)	Знать: - основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики, способы построения математических моделей простейших систем и процессов в естествознании и технике с общих позиций и в области эксплуатации гражданской авиации, включая модели автоматов; - основные понятия теории моделирования, типы моделей процессов и систем, основные требования, предъявляемые к разработке математических моделей по обеспечению точности и адекватности описания изучаемых систем и процессов; - обобщенные (формализованные) математические модели процессов и систем на основе процедур отображения

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	<p>множества элементов «оригинала» в множество элементов «образа» наблюдаемого явления;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию моделей процессов и систем по признакам свойств функциональности, по назначению типовых систем обслуживания и ремонта и стендовых испытаний;</li> <li>- принципы построения алгоритмов моделирования процессов по критерию адекватности моделей и оригиналов.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить конкретные расчеты показателей качества и эффективности систем на основе методов математического анализа и других разделов высшей математики;</li> <li>- составлять алгоритмы решения прикладных задач и осуществлять их реализацию на персональном компьютере с применением показателей адекватности или качества на основе принципов факторного анализа;</li> <li>- оценивать состояние прочности конструкций и отдельных ее деталей под воздействием известной силовой нагрузки при решении типовых профессиональных задач, таких, как перегрузки на ВС при посадке, разрушение компрессора ТРВД при попадании во входное сопло внешних предметов (птиц, пыли, камней, вулканического пепла и т.п.);</li> <li>- определять и назначать класс моделей (математических или полунатурных) на основе доминантных признаков классификаторов в виде «функциональных моделей», типа «геометрических», кинематических, термодинамических, с признаками отказов - критических и типовых в соответствии с техническим описанием;</li> <li>- составлять дифференциальные (линейные) уравнения динамических процессов при эксплуатации конкретных технических (авиационных систем) и их модулей и узлов (уравнения колебаний, вибраций в узлах редукторов, в камерах сгорания и т.п.).</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными приемами обработки экспериментальных данных при проведении тестовых испытаний авиационной техники и при натурных испытаниях на основе результатов телеметрии;</li> <li>- способами интерпретации результатов моделирования с использованием известных результатов из теории</li> </ul>

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	<p>корреляционного аппарата, методов построения трендов процессов, теорий динамических систем и процессов управления элементами авиадвигателей и ВС как системы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными понятиями и законами ньютоновской механики, методами параметрической оптимизации систем;</li> <li>- принципами математического описания систем технического обслуживания и ремонт воздушных судов и двигателей в классе СМО.</li> </ul>
<p>2 Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-3)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знать и применять методы физико-математического анализа и корреляционных взаимосвязей процессов и элементов при различных оригиналах (табличные, технические описания и пр.);</li> <li>- основные понятия и задачи моделирования процессов и систем с учетом основных теоретических и методологических проблем полунатурного и математического моделирования;</li> <li>- организацию и методологию моделирования сложных технических систем с учетом особенностей структуры и функциональных свойств систем при инженерном подходе к их изучению;</li> <li>- методику разработки и применения моделей в научных и инженерных исследованиях на основе теории оптимизации систем;</li> <li>- методы оценки адекватности моделей поведению изучаемого объекта;</li> <li>- математические методы, применяемые при моделировании, включая численное (цифровое) моделирование;</li> <li>- составлять динамические уравнения движения воздушных судов при решении типовых профессиональных задач с учетом случайных возмущений типа турбулентности, вибраций в редукторах и возникновения отказов (по методам теории надежности) т.п.;</li> <li>- модели расчетов на прочность деталей конструкций при статических и динамических (и переменных) нагрузках при решении типовых профессиональных задач по оценке запасов прочности.</li> </ul> <p>Уметь:</p>

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить с помощью статических и динамических моделей расчеты на прочность деталей конструкций при статических и динамических (и переменных) нагрузках при решении типовых профессиональных задач в области ЭВС ГА;</li> <li>- применять градиентные методы оптимизации при параметрическом синтезе систем на множествах с размерностью более 3-х;</li> <li>- составлять алгоритм цифрового моделирования систем на основе дифференциальных уравнений и задавать алгоритм работы компьютерной программы.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основами анализа физической природы сил и их систем, действующих на «оригиналы» типа механических объектов, воздушных судов, систем жизнеобеспечения, безопасности полетов, знать классификацию типов моделей систем и процессов и адекватный оригиналу математический аппарат;</li> <li>- возможностями практического применения условий построения моделей при решении профессиональных задач с неопределенностью исходных данных;</li> <li>- принципами построения аналитических моделей движения механических объектов, включая различные авиационные системы и подвижные объекты;</li> <li>- методами системного анализа элементов оригиналов конструкций на основе моделей систем и процессов при решении профессиональных задач;</li> <li>- правилами проведения вычислительного эксперимента на простейшей математической модели и модели случайного процесса с использованием понятий корреляционной функции, спектральной плотности и белого шума с применением функций ф.р.в., ф.п.р.в.;</li> <li>- опытом составления математического описания для простейших математических моделей объектов авиационной и космической техники в режимах взлета и посадки на штатной траектории и при баллистическом движении, для процессов колебаний маятников, включая процессы колебаний ВС по углу тангажа;</li> <li>- опытом составления плана проведения вычислительного эксперимента на простейшей математической модели случайного процесса с заданной корреляционной функцией или спектральной плотностью.</li> </ul>

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
3 Способность разрабатывать инструкции по эксплуатации технического оборудования и авиационной техники (ПК-24)	<p>Знать: основы построения функциональных моделей авиационных систем в виде процедур смены дискретных состояний.</p> <p>Уметь: составлять инструкции по выполнению правил действий и технических ограничений на применение авиационной техники.</p> <p>Владеть: основами чтения чертежей, деталей и конструкций авиационных систем, знаниями сущности процессов в множестве технических моделей, умением оценивать последствия (вредные) от неправомерных действий операторов, владеть набором управляющих воздействий, владеть знанием технических стандартов и ГОСТов.</p>

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной нагрузки

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 академических часа.

Наименование	Всего часов	Курс
		3
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Контактная работа	10	10
лекции	2	2
практические занятия	4	4
лабораторные работы	-	-
курсовая работа	4	4
Самостоятельная работа студента	58	58
Промежуточная аттестация	4	4
самостоятельная работа по подготовке к зачету, КУР		

#### 5 Содержание дисциплины

##### 5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции			Образовательн. технологии	Оценочные средства
		ОК - 5	ОПК - 3	ПК-24		
Тема 1. Характеристика системного подхода и системного моделирования	10	+	+	-	ВК, СРС	УО
Тема 2. Применение моделей процессов и систем для решения задач авиационной и ракетно-космической техники. Решение задачи оптимизации систем на основе моделей оптимальности качества	12	+	+	+	ПЗ, СРС	УО
Тема 3. Модели оригиналов систем и процессов, заданных в табличной форме	10	+	+	-	Л, СРС	УО

неопределенностью информации наблюдаемых объектов						
Тема 4. Модели процессов технического обслуживания и ремонта авиационной техники в виде систем массового обслуживания	14	+	+	+	СРС, КР	УО
Тема 5. Общие динамические и колебательные модели аналитического и алгоритмического типа	12	+	+	+	ПЗ СРС	УО
Тема 6. Автоматные модели систем и процессов	10	+	+	+	СРС	УО
Промежуточная аттестация	4					
Итого по дисциплине	72					

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, КР - курсовая работа, ВК – входной контроль, УО – устный опрос.

## 5.2 Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 1. Характеристика системного подхода и системного моделирования	-	-	-	10	-	10
Тема 2. Применение моделей процессов и систем для решения задач авиационной и ракетно-космической техники.	-	2	-	10	-	12
Тема 3. Модели оригиналов систем и процессов, заданных в табличной форме с неопределенностью информации наблюдаемых объектов	2	-	-	8	-	10
Тема 4. Модели процессов технического обслуживания и ремонта авиационной техники в виде систем массового обслуживания	-	-	-	10	4	14
Тема 5. Общие динамические и колебательные модели аналитического и алгоритмического типа	-	2	-	10	-	12

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 6 . Автоматные модели систем и процессов	-	-	-	10	-	10
Промежуточная аттестация						4
Итого за курс	2	4		58	4	72
Итого по дисциплине:	2	24		58	4	72

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ЛР - лабораторная работа,

### 5.3 Содержание дисциплины

#### **Тема 1. Характеристика системного подхода и системного моделирования**

Понятия оригинала и модели. Примеры моделей типовых процессов в авиационных и общетехнических комплексах. Этапы моделирования. Классификация моделей. Задачи этапов моделирования. Элементы математической модели. Вычислительный эксперимент. Понятие об адекватности математической модели по поведению реального объекта (оригинала). Основные понятия и задачи моделирование систем и процессов. Задача идентификации оригинала при построении математической модели. Алгоритм построения модели и ее идентификации. Принципы построения моделей процессов и систем в авиации. Организация и методология моделирования сложных технических систем с учетом особенностей структуры и функциональных задач. Классы задач в общей теории систем (ОТС). Изоморфные и гомоморфные модели. Симулякры.

#### **Тема 2. Применение моделей процессов и систем для решения задач авиационной и ракетно-космической техники. Решение задачи оптимизации систем на основе моделей оптимальности качества**

Принципы построения в теории ОТС процедур отображения системы (оригинала) в модели (в образы). Схемы взаимного поэлементного отображения систем. Общая трактовка модели как четкого преобразователя «входа» в «выходы».

#### **Тема 3. Модели оригиналов систем и процессов, заданных в табличной форме с неопределенностью информации о наблюдаемых объектах (оригиналах)**

Постановка задачи и принципы построения модели системы с учетом неопределенности информации о свойствах «оригинала». Процедуры обработки многомерных таблиц с информацией об «оригиналах». Принципы моделирования систем с ограниченной по объему и достоверности информацией об «оригиналах». Корреляционные модели процессов (оригиналов) при неопределенности информации входных и выходных данных систем. Определение

корреляционной модели для выявления зависимости переменных в «табличном оригинале». Общая схема определения корреляционной зависимости парных значений наблюдаемых процессов. Физический смысл правила проверки корреляционной зависимости величин, характеризующих табличный оригинал.

#### **Тема 4. Модели процессов технического обслуживания и ремонта авиационной техники в виде систем массового обслуживания**

Задача построения модели процессов и систем ремонта и обслуживания авиационной техники. Выбор типа модели для описания свойств оригинала. Способ описания СМО типа «системы обслуживания автомобиля» на основе понятий дискретных состояний. Общая характеристика СМО. Пример модели системы СМО для оригинала типа сервисного центра для ремонта вертолетов. Построение диаграмм входящих и выходящих потоков событий в модели СМО для СЦ в зависимости от времени ремонта вертолетов.

#### **Тема 5. Общие динамические и колебательные модели аналитического и алгоритмического типа**

Общее определение динамических процессов. Линейные и нелинейные динамические модели систем в форме дифференциальных уравнений. Однорежимные неагрегатные модели. Динамическая агрегатная модель. Линейная динамическая модель. Определение природы и параметров колебательных процессов и систем. Виды колебательных процессов (графиков). Задачи построения динамических моделей для колебательных процессов. Проблемы определения природы и форм колебаний в технических системах (задачи 1 и 2). Ньютоновская форма записи линейных уравнений для модели колебаний.

#### **Тема 6. Автоматные модели систем и процессов**

Коды в двоичной системе счисления. Определение кодов для слов алфавитов. Физическое моделирование процессов формирования кодов – слов из алфавитов.

### **5.4 Практические занятия**

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
Тема 2	Практическое занятие №1. Определение корреляционной модели для выявления зависимости переменных в «табличном оригинале»	2

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
Тема 5	Практическое занятие №2. Определение параметров колебательных процессов и систем. Разработка модели динамического процесса для оригинала в виде процесса колебания лопатки ГТД.	2
Итого за курс		4
Итого по дисциплине		4

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом по дисциплине не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям). Изучение теоретического материала: оригинал и модель. Классификация моделей. Задачи моделирования. Конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 3, 4-12]. Подготовка к устному опросу.	10
2	Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям). Изучение теоретического материала: принципы построения в теории ОТС процедур отображения системы в модели. Задача оптимизации систем на основе моделей оптимальности качества Конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2, 4-12]. Подготовка к устному опросу.	12
3	Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям). Изучение теоретического материала: принципы построения моделей. Корреляционные модели. Конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2, 4-12]. Подготовка к устному опросу.	10

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
4	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям).</p> <p>Изучение теоретического материала: выбор типа модели для описания свойств оригинала. Общая характеристика модели ТОиР в классе СМО.</p> <p>Конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 4-12].</p> <p>Подготовка к устному опросу.</p>	14
5	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям).</p> <p>Изучение теоретического материала: динамические модели. Линейные и нелинейные модели. Колебательные процессы и системы.</p> <p>Конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2, 4-12].</p> <p>Подготовка к устному опросу.</p>	12
6	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям).</p> <p>Изучение теоретического материала: автоматные модели систем и процессов. Коды в двоичной системе счисления.</p> <p>Конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 4-12].</p> <p>Подготовка к устному опросу.</p>	10
Итого за курс		58
Итого по дисциплине:		58

### 5.7 Курсовые работы

Наименование этапа выполнения курсовой работы	Трудоемкость (часы)
<p>Этап 1. Выдача задания на курсовую работу «Построение модуля линейных колебаний лопатки компрессора ТВД заданного типа на основе результатов интегрирования линейных обыкновенных дифференциальных уравнений при учете реальной формы лопатки и узлов крепления на диске компрессора.»</p>	2

Наименование этапа выполнения курсовой работы	Трудоемкость (часы)
<i>Указание:</i> получить осциллограммы переходных процессов с помощью программируемого пакета MAPLE (на каф. механики).	
Этап 2. Выполнение расчета по оценке реакций узла крепления консоли крыла с фюзеляжем.	10
Этап 3. Оформление курсовой работы	2
Защита курсовой работы	2
Итого по курсовой работе	16
самостоятельная работа студента, отведенная на выполнение курсовой работы	12
согласно учебному плану	4

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1 Куклев Е.А., **Моделирование систем и процессов**, Куклев Е.А., Смуров М.Ю., Байрамов А.Б., Учебное пособие. СПбГУ ГА. 2015. - с 167. – ISBN отсутствует. Количество экземпляров – 200.

2 Васильев В.И., **Моделирование систем гражданской авиации**, Васильев В.И., Свириденко А.И., Иванюк В.А., М.: КНОРУС, 2010.- с 608. ISBN отсутствует. Количество экземпляров -75.

3 Кубланов М. С., **Планирование экспериментов и обработка результатов**. Учебно-методическое пособие. – М.:МГТУ ГА, 2006. – с 25. Режим доступа: URL: <http://storage.mstuca.ru/bitstream/123456789/5109/1/00700014950022010003184.pdf>, свободный (дата обращения 11.01.2017)

4 Куклев Е. А., **Моделирование систем и процессов: Методические указания по выполнению контрольных работ**, Куклев Е. А., Байрамов А. Б., СПб ГУГА. СПб, 2011. – с 35. ISBN отсутствует. Количество экземпляров – 200.

б) дополнительная литература:

5 Коваленко Г.В., **Летная эксплуатация: Учебное пособие для вузов** ГА. М.: Машиностроение, 2007. – с 440. ISBN отсутствует. Количество экземпляров -359.

6 Ефимов М.Г., **Основы аэродинамики и летно-технические характеристики воздушных судов.**: Ефимов М.Г., Ципенко В.Г. Учебное пособие. Ч. 1./МГТУ ГА. М.: 2009. – с 140. . Режим доступа: URL: <http://storage.mstuca.ru/bitstream/123456789/1613/1>, свободный (дата обращения 11.01.2016)

7 Куклев Е.А. **Методы автоматического моделирования систем** : Тексты лекций / Е. А. Куклев. - СПб. : АГА, 1998. - 116с. ISBN отсутствует. Количество экземпляров – 70.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

8 **Административно-управленческий портал** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.aup.ru/>, свободный (дата обращения 11.01.2017).

9 **ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий.** Принят и введен в действие Приказом Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/42307.html>, свободный (дата обращения 11.01.2017).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

10 **Консультант Плюс.** Официальный сайт компании [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> свободный (дата обращения 11.01.2017).

11 **Научная Электронная библиотека «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения 11.01.2017).

12 **Электронно-библиотечная система «Лань»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный (дата обращения 11.05.2017).

## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Макеты авиационных устройств (Модулей), двигатель внутреннего сгорания (в разрезе и с набором отдельных функциональных систем-как образец «тепловой машины»)

## **8 Образовательные и информационные технологии**

В рамках изучения дисциплины предполагается использовать следующие образовательные технологии:

Входной контроль предназначен для выявления уровня усвоения компетенций обучающимися, необходимых для изучения дисциплины. Входной контроль осуществляется по вопросам, на которых базируется читаемая дисциплина.

Традиционная лекция - традиционные информационно-развивающие технологии в сочетании с мультимедийным интерактивным сопровождением лекции, направленным на формирование системы знаний у студентов по заданной дисциплине.

Практические занятия - изучение нового материала на основе примеров практических задач по профилю дисциплины с целью углубления и закрепления у студентов знаний, полученных на лекциях, формирование системы умений,

обеспечивающих возможность качественного выполнения профессиональной деятельности.

Курсовая работа предназначена для закрепления знаний, умений и навыков по материалу дисциплины.

Самостоятельная работа - самостоятельное изучение теоретического материала с использованием учебной литературы, Internet – ресурсов.

Зачет - заключительный контроль, оценивающий уровень итогового освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

## **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Текущий контроль успеваемости обучающихся включает устные опросы.

Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся. Контроль выполнения задания, выдаваемого на самостоятельную работу, преследует собой цель своевременного выявления плохо усвоенного материала дисциплины для последующей корректировки.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится с целью проверки исполнения задания.

Итоговая аттестация позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

Зачет предполагает ответ на теоретические вопросы из перечня вопросов. К моменту сдачи зачета студентом должны быть пройдены предыдущие формы контроля.

Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность студентов на занятиях, посещаемость занятий, оценки за практические работы.

### **9.1 Балльно - рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов**

Для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации балльно - рейтинговая система (БРС) не используется.

### **9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Устный опрос предназначен для проверки студентов на предмет освоения материала предыдущей лекции.

По итогам освоения дисциплины «Моделирование систем и процессов» проводится промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета и предполагает устный ответ студента по билетам на вопросы из перечня.

Зачет является заключительным этапом изучения дисциплины «Моделирование систем и процессов» и имеет целью проверить и оценить учебную работу студентов, уровень полученных ими знаний, умение применять их к решению практических задач, овладение практическими навыками в объеме требований образовательной программы на промежуточном этапе формирования компетенций ОК-5; ОПК-3, ПК-24.

В итоге проведенного зачета студенту выставляется оценка. Экзаменатор несет личную ответственность за правильность выставленной оценки и оформления зачетной ведомости и зачетную книжки.

Шкала оценивания

Проведение устного опроса

В билете 3 вопроса, ответы на каждый вопрос оцениваются следующим образом:

- «отлично» - ответ на вопрос полный, без дополнительных (наводящих вопросов). студент показывает систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, самостоятельно и творчески решает сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы, а также демонстрирует знания по проблемам, выходящим за ее пределы.
- «хорошо» - ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы, студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
- «удовлетворительно» - ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- «неудовлетворительно» - нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала или отказ от ответа.

### 9.3 Темы курсовых работ по дисциплине

Перечень и темы КУР по дисциплине «Моделирование систем и процессов»

*а) Динамические модели*

1 Построение модуля линейных колебаний лопатки компрессора ТВД заданного типа на основе результатов интегрирования линейных обыкновенных дифференциальных уравнений при учете реальной формы лопатки и узлов крепления на диске компрессора.

*Указание:* получить осциллограммы переходных процессов с помощью программируемого пакета MAPLE (на каф. механики).

2 Идентификация параметров аварийных движений ВС типа «АЭРБАС» и «БОИНГ» в продольной плоскости в известных катастрофических событиях, в период 2005 – 2-15 г.г. на основе методов обработки таблиц ИКАО.

*Указание:* Информацию о происшествиях рекомендуется находить в интернете на официальных сайтах с указанием первоисточников, использовать алгоритмы обработки моделирования и динамической интерпретации процессов.

3 Определение функций трендов, характеризующих тенденции влияния состояния надежности ВС на показатели безопасности полетов в заданных регионах авиационной деятельности.

4 Разработка алгоритма определения параметров колебаний в заданных табличных оригиналах на примерах воздействия характеристик внешней среды на динамику полета ВС в зоне принятия решений КВС (метеоусловия, готовность ВПП, к совершению посадки, состояния технических систем ВС и т.д.

*Указание:* Использовать рекомендации из главы 5 учебного пособия ГУГА по МСТС; воспользоваться рекомендациями выпускающей кафедры ГУГА при подборе исходных данных.

*б) Модели оптимизации систем и процессов.*

5 Модель ТО и Р на основе теории СМО. Оптимизация тарифов на воздушные перевозки при заданных законах падения спроса на воздушные перевозки с учетом региональных условий.

Вариант №1 (4.1.1.) Аналитическая аппроксимация «закона спроса» по формуле «Косинуса» (Из пособия МСП – СПб ГУГА, 2015 г.)

Вариант № 2 (4.1.2.) Принимается закон спроса по ИКАО (из Интернет-ресурсов)

6 Модель ТО и Р на основе теории СМО. Разработка «Инструкции» для модели ТО и Р.

#### **9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам**

Вопросы для проведения входного контроля по «Высшая математике»:

1. Основные понятия теории вероятностей
2. Математическая статистика. Корреляция значений парных процессов
3. Понятие о законе нормального распределения разбросов случайных величин
4. Регрессия
5. Тренды
6. Решение дифференциальных уравнений 1-го и 2-го порядков:
  - а) колебательные системы. Амплитуда колебаний. Частота колебаний
  - б) динамика. Законы Ньютона.
  - в) дифференциальные уравнение движения
  - г) обработка экспериментальных данных

Вопросы для проведения входного контроля по «Физике»:

- 1 теория размерностей процессов (в природе и технике);
- 2 закон термодинамики и эквивалентного пересчета механической энергии в тепловую и обратно;
- 3 законы Ома

*«Информатика и информационные технологии»*

- 1 Информатизация общества и место информатики в современном мире.
- 2 Особенности современных компьютеров и их развитие.
- 3 Прикладное программное обеспечение как инструмент решения функциональных задач.

Вопросы по дисциплине «Правоведение»:

- 1 Норма права, их структура, виды и способы изложения. (Дайте определение и раскройте структуру нормы права. Укажите виды и способы изложения.)
- 2 Нормативно-правовые акты, их виды и требования, предъявляемые к ним. (Что такое нормативно-правовой акт и каков механизм его действия?)
- 3 Действие нормативно-правовых актов во времени и в пространстве. (Перечислите случаи действия нормативных актов во времени и в пространстве.)

**9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

**Защита курсовой работы**

Наименование этапа выполнения курсовой работы	Шкала оценивания
Этап 1. Выдача задания на курсовую работу «Построение модуля линейных колебаний лопатки компрессора ТВД заданного типа на основе результатов интегрирования линейных обыкновенных дифференциальных уравнений при учете реальной формы лопатки и узлов крепления на диске компрессора.» <i>Указание:</i> получить осциллограммы переходных процессов с помощью программируемого пакета MAPLE (на каф. механики).	Без оценивания
Этап 2. Выполнение расчета по оценке реакций	Оценка за выполнение КУР и представление результатов:

Наименование этапа выполнения курсовой работы	Шкала оценивания
узла крепления консоли крыла с фюзеляжем	а) «Отлично»- полное завершение б) «Хорошо»- выполнение КУР без инструкции
Этап 3. Оформление курсовой работы. Составление инструкции для ТО и Р на основе новой модели из КУР.	в) «Удовлетворительно»-при представлении КУР с нарушением сроков представления г) «Неудовлетворительно»- описание модели очень краткое и схематичное, является повтором (совпадением) исходной инструкции, не соответствует этапам процедур в новой модели ТО и Р
Своевременность выполнения курсовой работы, представление инструкции	а) «Отлично» б) «Хорошо» в) «Удовлетворительно» в) «Неудовлетворительно» оценивается по шкале оценки результатов этапа 3
Защита курсовой работы	«Отлично»- правильно выполнена расчетная часть , диаграммы и графы смены дискретных состояний, сформулированы выводы и заключения. «Хорошо»- сделаны правильные и полные выводы; ответы на вопросы четкие, ясные и полные, правильное оформление курсовой работы. «Удовлетворительно» - при представлении КУР с нарушением сроков представления. «Неудовлетворительно» - неполное выполнение задания, полностью неправильные ответы на вопросы членов комиссии.

Оценивается на «отлично», если студент демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные задания, глубоко усвоивший основную и дополнительную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических занятиях, разбирающийся в основных научных

концепциях по дисциплине, проявивший творческие способности и научный подход в понимании и изложении учебного программного материала, ответ отличается богатством и точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.

Оценивается на «хорошо», если студент демонстрирует достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускает в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению.

Оценивается на «удовлетворительно», если студент демонстрирует знание основного учебно-программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении, но обладающий необходимыми знаниями для их самостоятельного устранения, либо устранения допущенных погрешностей под руководством преподавателя.

Оценивается на «неудовлетворительно», если задание выполнено неполностью, даны неправильные ответы на вопросы членов комиссии.

Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций	Описание шкалы оценивания
<p>1 Способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-5):</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и методы математического анализа, линейной аналитической геометрии, теории вероятностей и алгебры, теории статистики, способы построения математических моделей простейших систем и процессов в естественной и технике с общих позиций и в области эксплуатации гражданской авиации, включая модели автоматов;</li> <li>- основные понятия теории моделирования, типы моделей процессов и систем, основные требования, предъявляемые к разработке математических моделей по обеспечению точности и адекватности описания изучаемых систем и процессов;</li> <li>- обобщенные (формализованные) математические модели процессов и систем на основе процедур отображения множества элементов</li> <li>«оригинала» в множество элементов</li> <li>«образа» наблюдаемого явления;</li> <li>- классификацию моделей процессов и</li> </ul>	<p>Понимает, описывает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и методы мат. анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики, способы построения математических моделей простейших систем и процессов в естественной и технике с общих позиций и в области эксплуатации гражданской авиации, включая модели автоматов,</li> <li>- основные понятия теории моделирования, типы моделей процессов и систем, основные требования, предъявляемые к разработке математических моделей по обеспечению точности и адекватности описания изучаемых систем и процессов,</li> <li>- обобщенные математические модели процессов и систем,</li> <li>- классификацию моделей процессов и систем по признакам свойств функциональности, по назначению типовых систем обслуживания и ремонта и стендовых испытаний,</li> <li>- принципы построения алгоритмов моделирования процессов.</li> </ul>	<p>В билете 3 вопроса, ответы на каждый вопрос оцениваются следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- «отлично» - ответ на вопрос полный, без дополнительных (наводящих вопросов). студент показывает систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, самостоятельно и творчески решает сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы, а также демонстрирует знания по проблемам, выходящим за ее пределы.</li> <li>- «хорошо» - ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы, студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;</li> <li>- «удовлетворительно» - ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;</li> </ul>

Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций	Описание шкалы оценивания
<p>систем по признакам свойств функциональности, по назначению типовых систем обслуживания и ремонта и стендовых испытаний;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы построения алгоритмов моделирования процессов по критерию адекватности моделей и оригиналов;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить конкретные расчеты показателей качества и эффективности систем на основе методов математического анализа и других разделов высшей математики;</li> <li>- составлять алгоритмы решения прикладных задач и осуществлять их реализацию на персональном компьютере с применением показателей адекватности или качества на основе принципов факторного анализа;</li> <li>- оценивать состояние прочности конструкций и отдельных ее деталей под воздействием известной силовой нагрузки при решении типовых профессиональных задач, таких, как перегрузки на ВС при посадке, разрушение компрессора ТРВД при попадании во входное сопло внешних предметов (птиц, пыли, камней, вулканического пепла и т.п.);</li> <li>- определять и назначать класс моделей</li> </ul>	<p>Применяет, демонстрирует знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- при проведении расчетов показателей качества и эффективности систем на основе методов математического анализа и других разделов высшей математики;</li> <li>-при составлении алгоритмов решения прикладных задач и их реализации на персональном компьютере с применением показателей адекватности или качества на основе принципов факторного анализа;</li> <li>- при оценивании состояния прочности конструкции;</li> <li>- при определении и назначении класса моделей на основе доминантных признаков классификаторов;</li> <li>-при составлении дифференциальных уравнения динамических процессов при эксплуатации конкретных технических систем и их модулей и узлов.</li> </ul>	<p>«неудовлетворительно» - нет  удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала или отказ от ответа.</p>

Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций	Описание шкалы оценивания
<p>(математических или полунатурных) на основе доминантных признаков классификаторов в виде «функциональных моделей», типа «геометрических», кинематических, термодинамических, с признаками отказов - критических и типовых в соответствии с техническим описанием;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять дифференциальные (линейные) уравнения динамических процессов при эксплуатации конкретных технических (авиационных систем) и их модулей и узлов (уравнения колебаний, вибраций в узлах редукторов, в камерах сгорания и т.п.).</li> </ul>		
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными приемами обработки экспериментальных данных при проведении тестовых испытаний авиационной техники и при натурных испытаниях на основе результатов телеметрии;</li> <li>- способами интерпретации результатов моделирования с использованием известных результатов из теории корреляционного аппарата, методов построения трендов процессов, теорий динамических систем и процессов управления элементами авиадвигателей</li> </ul>	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными приемами обработки экспериментальных данных при проведении тестовых испытаний авиационной техники,</li> <li>- способами интерпретации результатов моделирования с использованием известных результатов из теории корреляционного аппарата,</li> <li>- владение принципами математического описания систем технического обслуживания и ремонт воздушных судов и двигателей в классе СМО.</li> </ul>	

Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций	Описание шкалы оценивания
<p>и ВС как системы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными понятиями и законами ньютоновой механики, методами параметрической оптимизации систем;</li> <li>- принципами математического описания систем технического обслуживания и ремонт воздушных судов и двигателей в классе СМО.</li> </ul>		
<p>2 Способность выявлять естественную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-3).</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы физико-математического анализа и корреляционных взаимосвязей процессов и элементов при различных оригиналах (табличные, технические описания и пр.);</li> <li>- основные понятия и задачи моделирования процессов и систем с учетом основных теоретических и методологических проблем полунатурного и математического моделирования;</li> <li>- организацию и методологию моделирования сложных технических</li> </ul>	<p>Понимает, описывает и оценивает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы физико-математического анализа и корреляционных взаимосвязей процессов и элементов при различных оригиналах,</li> <li>- задачи моделирования процессов и систем с учетом основных теоретических и методологических проблем полунатурного и математического моделирования,</li> <li>- организацию и методологию моделирования,</li> <li>- методы оценки адекватности моделей поведения изучаемого объекта,</li> <li>- модели расчетов на прочность деталей конструкций при статических и динамических нагрузках.</li> </ul>	

Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций	Описание шкалы оценивания
<p>систем с учетом особенностей структуры и функциональных свойств систем при инженерном подходе к их изучению;</p> <p>- методику разработки и применения моделей в научных и инженерных исследованиях на основе теории оптимизации систем;</p> <p>- методы оценки адекватности моделей поведению изучаемого объекта;</p> <p>- математические методы, применяемые при моделировании, включая численное (цифровое) моделирование;</p> <p>- составлять динамические уравнения движения воздушных судов при решении типовых профессиональных задач с учетом случайных возмущений типа турбулентности, вибраций в редукторах и возникновении отказов (по методам теории надежности) т.п.;</p> <p>- модели расчетов на прочность деталей конструкций при статических и динамических (и переменных) нагрузках при решении типовых профессиональных задач по оценке запасов прочности.</p>		
<p>Уметь:</p> <p>- проводить с помощью статических и динамических моделей расчеты на прочность деталей конструкций при</p>	<p>Демонстрирует:</p> <p>- умение проводить с помощью статических и динамических моделей расчёты на прочность деталей</p>	

Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций	Описание шкалы оценивания
<p>статических и динамических (и переменных) нагрузках при решении типовых профессиональных задач в области ЭВС ГА;</p> <p>- применять градиентные методы оптимизации при параметрическом синтезе систем на множествах с размерностью более 3-х;</p> <p>- составлять алгоритм цифрового моделирования систем на основе дифференциальных уравнений и задавать алгоритм работы компьютерной программы;</p>	<p>конструкций при статических и динамических нагрузках при решении типовых профессиональных задач в области ЭВС ГА,</p> <p>- умение применять градиентные методы оптимизации,</p> <p>-умение составлять алгоритм цифрового моделирования систем.</p>	
<p>Владеть:</p> <p>- основами анализа физической природы сил и их систем, действующих на «оригиналы» типа механических объектов, воздушных судов, систем жизнеобеспечения, безопасности полетов, знать классификацию типов моделей систем и процессов и адекватный оригиналу математический аппарат;</p> <p>- возможностями практического применения условий построения моделей при решении профессиональных задач с неопределенностью исходных данных;</p> <p>- принципами построения аналитических моделей движения</p>	<p>Владеет:</p> <p>- основами анализа физической природы сил и систем сил,</p> <p>-владение возможностями практического применения условий построения моделей при решении профессиональных задач с неопределенностью исходных данных,</p> <p>-методами системного анализа элементов оригиналов конструкций;</p> <p>-правилами проведения эксперимента на вычислительного математической модели и модели случайного процесса.</p>	

Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций	Описание шкалы оценивания
<p>механических объектов, включая различные авиационные системы и подвижные объекты;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами системного анализа элементов оригиналов конструкций на основе моделей систем и процессов при решении профессиональных задач;</li> <li>- правилами проведения вычислительного эксперимента на простейшей математической модели и модели случайного процесса с использованием понятий корреляционной функции, спектральной плотности и белого шума с применением функций ф.р.в., ф.п.р.в.;</li> <li>- опытом составления математического описания для простейших математических моделей объектов авиационной и космической техники в режимах взлета и посадки на штатной траектории и при баллистическом движении, для процессов колебаний маятников, включая процессы колебаний ВС по углу тангажа;</li> <li>- опытом составления плана проведения вычислительного эксперимента на простейшей математической модели случайного процесса с заданной корреляционной функцией или спектральной плотностью.</li> </ul>		

Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций	Описание шкалы оценивания
<p>3 Способность разрабатывать инструкции по эксплуатации технического оборудования и авиационной техники (ПК-24).</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы построения функциональных моделей авиационных систем в виде процедур смены дискретных состояний.</li> </ul>	<p>Демонстрирует знание правил оформления документов по ЕСКД.</p>	
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять инструкции по выполнению правил действий и технических ограничений на применение авиационной техники.</li> </ul>	<p>Применяет знания при работе на ПК в редакторе WORD для печати таблиц и графиков.</p>	
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основами чтения чертежей, деталей и конструкций авиационных систем, знать сущность процессов в множестве технических моделей, оценивать последствия (вредные) от неправильных действий операторов, владеть набором управляющих воздействий, владеть знанием технических стандартов и ОСТов.</li> </ul>	<p>Владет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-основными приемами обработки экспериментальных данных при проведении тестовых испытаний авиационной техники;</li> <li>- способами интерпретации результатов моделирования с использованием известных результатов из теории корреляционного аппарата;</li> <li>- принципами математического описания систем технического обслуживания и ремонт воздушных судов и двигателей в классе СМО.</li> </ul>	

## **9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **9.6.1 Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля в форме устного опроса**

- 1 Различия модели и симулякра.
- 2 Понятие (Определение) «оригинала» и «образа».
- 3 Общая формула «схема» отображения функциональных элементов системы «оригинала» в образа (в модель).
- 4 Определения системы. Основные понятия и задачи моделирования систем и процессов.
- 5 Определение и методология моделирования сложных технических систем с учетом особенности структуры и функциональных задач. Классы задач в общей теории систем (ОТС).
- 6 Типы моделей процессов. Типы систем. Классификация моделей. Структурные модели и их классификация.
- 7 Алгоритмы моделирования процессов. Определение видов и способов моделирования систем и процессов.
- 8 Изоморфные и гомоморфные модели.
- 9 Алгоритм оптимизации систем и схема решения задачи поиска оптимальных параметров. Общие положения.
- 10 Условия корректной постановки задачи оптимизации.
- 11 Алгоритмы и расчетные процедуры оптимизации Вариационное исчисление. Параметрическая оптимизация. Пример оптимизации авиационных перевозок по критерию максимума прибыли в зависимости от цены билета.
- 12 Оптимизация в транспортной задаче с показателем наполняемости кресел, зависящего от тарифа с падением по закону косинуса.
- 13 Корреляционные модели парных процессов для табличных оригиналов.
- 14 Общая схема определения корреляционной зависимости значений наблюдаемых процессов.
- 19 Определение модели колебательности динамического процесса.
- 20 Формулы для устойчивых колебательных процессов. Зависимость частоты, периода, гармоничных колебаний в системах управления процессом.

### **9.6.2 Перечень вопросов к зачету**

- 1 Что такое система (определение), элемент системы и подсистема.
- 2 Что такое системный подход.
- 3 Дать определение модели системы. Что такое модель.

- 4 По каким аспектам и признакам классифицируются модели.
- 5 Что такое аналитические и имитационные модели. В чем состоит сущность и различие аналитических и имитационных моделей.
- 6 На какие условия следует обратить внимание при выборе модели.
- 7 Что такое моделирование: а) почему необходимо использовать моделирование систем; б) какие методы используются при моделировании систем технической эксплуатации и ремонта авиационной техники.
- 8 Изоморфные и гомоморфные модели.
- 9 Алгоритм оптимизации систем и схема решения задачи поиска оптимальных параметров. Общие положения.
- 10 Условия корректной постановки задачи оптимизации.
- 11 Алгоритмы и расчетные процедуры оптимизации Вариационное исчисление. Параметрическая оптимизация. Пример оптимизации авиационных перевозок по критерию максимума прибыли в зависимости от цены билета.
- 12 Оптимизация в транспортной задаче с показателем наполняемости кресел, зависящего от тарифа с падением по закону косинуса.
- 13 Корреляционные модели парных процессов для табличных оригиналов.
- 14 Общая схема определения корреляционной зависимости значений наблюдаемых процессов.
- 15 Динамический колебательный процесс в форме линейного дифференциального уравнения.
- 16 Физические основы и динамические модули процесса упрощенного колебания лопасти компрессора двигателя ТРВД.
- 17 Общая постановка задачи идентификации систем.
- 18 Расшифровка определения СМО, ТМО.
- 19 Модель СМО для ремонта автомобиля.
- 20 Модель СМО в центрах типа «СПАРК».

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Изучение дисциплины «Моделирование систем и процессов» обучающимися организуется в следующих формах: лекции, практические занятия под руководством преподавателя и самостоятельная работа студентов.

Изучение каждого раздела рекомендуется начинать с анализа общей его структуры и круга рассматриваемых вопросов, затем перейти к изучению материала по темам.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплине «Моделирование систем и процессов». Лекция имеет целью дать

систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки и экономики, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах.

В процессе изучения дисциплины «Моделирование систем и процессов» важно постоянно пополнять и расширять свои знания. Изучение рекомендованной литературы и других источников информации является важной составной частью восприятия и усвоения новых знаний. Кроме того, необходимо отметить, что, в определенном смысле, качественный уровень всей самостоятельной работы обучающегося определяется уровнем самоконтроля.

При изучении дисциплины предусматриваются: лекционное изложение теоретической части курса, практические занятия, доклады, консультации по курсу, а также самостоятельная работа студентов с учебной литературой.

Дидактическое назначение лекции заключается в том, чтобы ознакомить обучающихся с основным содержанием, категориями, принципами и закономерностями изучаемой темы и предмета обучения в целом, его главными идеями и направлениями развития, его прикладной стороной.

Именно на лекции формируется научное мировоззрение будущего специалиста, закладываются теоретические основы фундаментальных знаний будущего управленца, стимулируется его активная познавательная деятельность, решается целый ряд вопросов воспитательного характера.

Методика практических занятий должна основываться на активной форме изложения материала, обеспечивающей максимальную самостоятельность каждого студента.

Значительную часть необходимой информации студенты должны приобретать в процессе самостоятельного изучения учебной литературы.

Самостоятельная работа студента является важной составной частью учебного процесса и проводится в целях, закрепления и углубления знаний, полученных на лекциях и других видах занятий, выработки навыков работы с литературой, активного поиска новых знаний, подготовки к предстоящим занятиям.

Целью самостоятельной (внеаудиторной) работы обучающихся при изучении настоящей учебной дисциплины является выработка ими навыков работы с нормативно-правовыми актами, научной и учебной литературой, другими источниками, а также развитие у обучающихся устойчивых способностей к самостоятельному (без помощи преподавателя) изучению и обработке полученной информации.

В процессе самостоятельной работы обучающийся должен воспринимать, осмысливать и углублять получаемую информацию, решать практические задачи, анализировать ситуации, овладевать профессионально необходимыми навыками. Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий:

– самостоятельный подбор, изучение, конспектирование, анализ учебно-методической и научной литературы, периодических научных изданий, нормативно-правовых документов, статистической информации;

– индивидуальная творческая работа по осмыслению собранной информации, проведению сравнительного анализа материалов, полученных из разных источников, интерпретации информации, выполнение домашних заданий;

– завершающий этап самостоятельной работы – подготовка к сдаче зачета по дисциплине, предполагающая интеграцию и систематизацию всех полученных при изучении учебной дисциплины знаний.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 6 «Механики»

« 13 » 01 2016 года, протокол № 4 .

Разработчики:

д.т.н., профессор

  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Куклев Е.А.

Заведующий кафедрой:

д.т.н., профессор

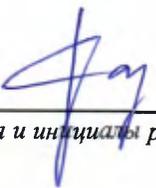
  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Куклев Е.А.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

д.т.н., с.н.с., доцент

  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Тарасов В.Н.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «20» января 2016 года, протокол № 3.

С изменениями и дополнениями от «\_\_» августа 2017 года, протокол №\_\_ (в соответствии с Приказом от 5 апреля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»).