

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра электроники и биомедицинских технологий

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СУЛА»**

Направление подготовки

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность *Промышленная электроника*

Квалификация (степень) выпускника

Магистр.

Уровень подготовки

магистратура

Форма обучения

очная

Уфа 2015

Исполнитель: д.т.н., профессор каф. ЭиБТ Ефанов В.Н.

Заведующий кафедрой: Жернаков С.В.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математические модели СУЛА» является дисциплиной *вариативной* части ОПОП по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, направленность: Промышленная электроника. Является дисциплиной по выбору

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "30" октября 2014 г. № 1407.

Целью освоения дисциплины является изучение общих принципов моделирования систем и процессов авиационной техники, а также использования математических моделей для решения задач анализа, синтеза и оптимизации, возникающих при исследовании силовых установок летательных аппаратов (СУЛА).

Задачи дисциплины:

- изучение принципов построения математических моделей СУЛА и методов их упрощения;
- изучение особенностей построения моделей САУ частотой вращения, температурой газов, форсажным контуром ГТД;
- изучение законов управления, функциональных и структурных схем управления двигателями различных конструктивных схем;
- приобрести навыки выбора программ и законов управления заданным типом двигателя;
- освоить методику настройки параметров электронного регулятора по заданным техническим требованиям.

Входные компетенции порогового уровня согласно освоенного ранее плана подготовки бакалавра или специалиста.

Таблица 1

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований для которых данная компетенция является входной
1	Входящие компетенции не предусмотрены, т.к. дисциплина лишь начинает формирование соответствующих компетенций		Предполагаются знания, умения, владения на пороговом уровне, получаемые магистрантом при освоении образовательных программ на предшествующих уровнях высшего образования (специалитет, бакалавриат)	

Исходящие компетенции

Таблица 2

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований для которых данная компетенция является входной
1	Способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	ОК-4	пороговый	Интеллектуальные системы контроля и диагностики СУЛА
2	Способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	ОК-4	базовый	Учебная практика
3	Способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	ОК-4	базовый	Научно-исследовательская практика
4	Способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	ОПК-2	базовый	Научно-исследовательская работа
5	Готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	ОПК-5	базовый	Государственная итоговая аттестация
6	Способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	ПК-2	базовый	Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники
7	Способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	ПК-8	базовый	Высокопроизводительные БВК на базе микроэлектронных и наноэлектронных структур
8	Способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	ПК-8	повышенный уровень	Преддипломная практика

Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Таблица 3

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	Способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	ОК-4	основные понятия теории моделирования	разрабатывать и использовать математические модели систем и процессов для решения задач анализа, синтеза и оптимизации объектов авиационной техники	методологией анализа научного исследования и его результат
2	Способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	ОПК-2	основные типы математических моделей процессов и алгоритмы их реализации	разрабатывать основные модели систем и процессов для решения задач, возникающих при научных и инженерных исследованиях авиационного оборудования	
3	Готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	ОПК-5	классификацию моделей систем и процессов, которые используются для исследования авиационной техники	проводить настройку параметров управляющей части САУ двигателем с использованием заданного принципа настройки ПИД регулятора	
4	Способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	ПК-2	методы оценки адекватности модели и изучаемого объекта	проводить имитационное моделирование САУ СУЛА на ПЭВМ	приемами математического моделирования в задачах анализа, синтеза и оптимизации
5	Способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	ПК-8	методы анализа, синтеза и оптимизации авиационных систем, применяемых при их исследовании с помощью математических моделей.	создавать основные модели для решения задач в научных и инженерных исследованиях	средствами разработки и использования математических моделей систем и процессов для решения задач анализа, синтеза и оптимизации объектов авиационной техники

Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часов).

Трудоемкость дисциплины по видам работ

Таблица 4

Вид работы	Трудоемкость, час.	
	1 семестр	Всего
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	26	26
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
КСР	4	4
Курсовая проект работа (КР)	+	+
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат	-	-
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	87	87
Подготовка и сдача экзамена	-	-
Подготовка и сдача зачета (контроль)	9	9
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

Содержание разделов и формы текущего контроля

Таблица 5

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов						Литература, рекомендуемая студентам	Виды интерактивных образовательных технологий
		Аудиторная работа				СРС	Всего		
		Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	<p>Основные понятия и определения: математические модели ГТД как объекты управления</p> <p><i>Требования, предъявляемые к математической модели ГТД. Классификация математических моделей ГТД. Способы описания многомерных систем управления газотурбинных двигателей. Понятие динамической системы. Математические модели многомерных систем. Принципиальные схемы ГТД и программы их регулирования. Структурные схемы МСАУ ГТД и особенности их функционирования</i></p>	2	-	-	-	15	17	<p>6.1.1 6.1.2 6.1.3 6.2.1</p>	Проблемная лекция
2	<p>Построение математической модели ГТД как многомерного объекта управления</p> <p><i>Основные сведения об эксплуатационных свойствах турбореактивных двигателей (ТРД). Поузловая всережимная динамическая математическая модель двигателя (ВДМ). Основные особенности ВДМ. Исходные данные, необходимые для разработки ВДМ. Преобразование уравнений, описывающих процессы в воздушных и газовых объемах (вывод уравнений в сосредоточенных параметрах). Уравнения поузловой всережимной динамической математической модели двигателя. Особенности решения. Допустимые области работы и подобные</i></p>	4	6	-	-	18	28	<p>6.1.1, 6.1.2, 6.1.3 6.2.1</p>	<i>работа в команде; обучение на основе опыта; лекция-визуализация</i>

	<p><i>режимы. Нелинейные математические модели ГТД как многомерного стационарного объекта управления. Нелинейные поэлементные статические и динамические модели ГТД. Уравнения движения ТРД с нерегулируемым соплом с учетом влияния агрегатов топливной системы. Уравнения движения ТРД с регулируемым реактивным соплом. Определение коэффициентов уравнений движения ТРД. Двухвальные ТРД с двухкаскадным компрессором. Вывод уравнений движения двухвального ТРД с регулируемым реактивным соплом. Моделирование переходных форсированных режимов ТРДДФ с учетом заполнения топливом коллекторов форсажной камеры. Примеры расчета динамических характеристик и процессов управления ТРДДФ с помощью ВДМ</i></p>								
3	<p>Методы построения линейных математических моделей ГТД. Упрощенная математическая модель ГТД как объекта управления (модель в коэффициентах). Определение параметров линейной динамической модели ГТД с использованием поэлементной статической модели. Определение параметров модели ГТД модифицированным методом площадей. Определение структуры и параметров линейной динамической модели ГТД по матрице амплитудно-фазовых частотных характеристик (АФЧХ). Уточнение параметров линейной динамической модели ГТД по экспериментальным данным с учетом</p>	4	6	-	-	18	28	6.1.1, 6.1.2, 6.1.3 6.2.1	

	<i>погрешностей измерения</i>								
4	<p>Выбор и оптимизация программ управления и алгоритмов регулирования с помощью математических моделей ГТД</p> <p><i>Методы параметрической оптимизации. Применение математических методов оптимизации сепаратных подсистем. Оптимизация МСАУ по обобщенному (скалярному) критерию качества. Формирование обобщенных (скалярных) критериев качества МСАУ. Минимизация обобщенного критерия качества МСАУ. Определение передаточных функций регуляторов МСАУ. Оптимизация МСАУ по векторному критерию качества. Векторная оптимизация и ее применение при синтезе МСАУ ГТД. Декомпозиция исходного векторного критерия качества МСАУ. Согласование динамических характеристик МСАУ ГТД на режимах управления и стабилизации. Пример оптимизации двухмерной САУ двухвальным ТРДД</i></p>	4	6	-	2	18	30	6.1.1, 6.1.2, 6.1.3 6.1.4 6.1.5 6.2.1 6.2.2 6.2.3 6.2.4	<i>работа в команде; обучение на основе опыта; лекция-визуализация</i>
5	<p>Методология системного подхода к синтезу многомерных систем автоматического управления ГТД.</p> <p><i>Системные свойства МСАУ и теоретико-множественный подход к их описанию. Описание динамических характеристик МСАУ ГТД на уровне подсистем. Некоторые системные принципы динамического синтеза МСАУ ГТД. Общая методология динамического синтеза МСАУ ГТД. Примеры синтеза МСАУ ГТД. Синтез структур многомерных систем</i></p>	4	8	-	2	18	32	6.1.1, 6.1.2, 6.1.3 6.1.4 6.1.5 6.2.1 6.2.2 6.2.3 6.2.4	<i>работа в команде; опережающая самостоятельная работа; обучение на основе опыта; лекция-визуализация; проблемная лекция</i>

<p>автоматического управления ГТД. Синтез некоторых классов многомерных систем автоматического управления ГТД: Метод Циглера-Никольса; метод CHR (Chien, Hrones и Reswick); синтез с помощью алгебраических критериев Соколова-Липатова; модальный синтез; синтез по желаемому характеристическому полиному; синтез по желаемой передаточной функции с редукцией модели регулятора; синтез по желаемой передаточной функции с редукцией модели объекта; синтез с помощью линейных матричных неравенств (LMI-подход); синтез с помощью программных средств CONTROL SYSTEM TOOLBOX; синтез с помощью прикладных программ «μ-AnalysisandSynthesisToolbox»; синтез H_∞ робастного регулятора с использованием «2-Риккати» подхода</p>																	
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 50 % от общего количества аудиторных часов по дисциплине.

Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Особенности построения поузловой всережимной динамической математической модели двухвального турбореактивного двигателя с регулируемым воздухозаборником	2
2	2	Особенности построения поузловой всережимной динамической математической модели турбовального двигателя	2
3	2	Особенности построения поузловой всережимной динамической математической модели прямоточного сверхзвукового воздушно-реактивного двигателя с регулируемым соплом	2
4	3	Построение линейной динамической модели двухвального турбореактивного двигателя с форсажной камерой	2
5	3	Построение линейной динамической модели двухвального турбореактивного двигателя с регулируемым соплом	2
6	3	Построение линейной динамической модели турбовинтовентиляторного двигателя	2
7	4	Метод множителей Лагранжа для решения задач оптимизации функционалов	2
8	4	Взаимодействие и интеграция регуляторов в САУ ГТД	2
9	4	Синтез структуры и параметров многосвязной САУ ГТД	2
10	5	Принцип настройки ПИД регулятора методом Шубладзе	2
11	5	Принцип настройки ПИД регулятора с помощью программных средств CONTROL SYSTEM TOOLBOX	2
12	5	Принцип настройки ПИД регулятора с помощью программных средств RobustControlToolbox	2
13	5	Принцип настройки ПИД регулятора на основе метода CHR (Chien, Hrones и Reswick)	2

Подробное содержание дисциплины, структура учебных занятий, трудоемкость изучения дисциплины, входные и исходящие компетенции, уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенций, учебно-методическое, информационное, материально-техническое обеспечение учебного процесса изложены в рабочей программе дисциплины.