МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ–ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Кафедра №13

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель направления
проф.,д.т.н.,проф.
(должность, уч. степень, звание)
Л.А. Северов
«17» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Анализ, синтез и структурное моделирование авиационных и космических систем»
(Название дисциплины)

Код направления	24.06.01
Наименование направления/ специальности	Авиационная и ракетно-космическая техника
Наименование направленности	Системный анализ, управление и обработка информации (в авиационной и ракетно-космической технике)
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2021 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц, к.ф.н., доц. 15.06.2021 г. А.И. Панферов
должность, уч. степень, звание инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 13
«15» июня 2021 г, протокол № 11

Заведующий кафедрой № 13
доц.,к.т.н. _____ Н.А. Овчинникова
должность, уч. степень, звание 15.06.2021 г. инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 24.06.01(01)
доц.,к.т.н. _____ Н.А. Овчинниковава
должность, уч. степень, звание 15.06.2021 г. инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 1 по методической работе

стар. преп. 15.06.2021 г. В.Е. Таратун
должность, уч. степень, звание инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Анализ, синтез и структурное моделирование авиационных и космических систем» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки аспирантов и соискателей по направлению/специальности «24.06.01 «Авиационная и ракетно-космическая техника» направленность «Системный анализ, управление и обработка информации (в авиационной и ракетно-космической технике)». Дисциплина реализуется кафедрой №13.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общепрофессиональных компетенций:

ОПК-1 «владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники»,

ОПК-3 «способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав»;

профессиональных компетенций:

ПК-1 способность планирования и проведения эксперимента по исследованиям новых принципов информационного обеспечения приборных комплексов летательных аппаратов и систем в геоинформационном и космическом пространстве, с разработкой технологий производства и применения новых элементов информационно – измерительных систем летательных аппаратов;

ПК-2 способность проведения теоретических и экспериментальных исследований с проектированием новых летательных аппаратов, систем и двигателей, а также совершенствованием существующих;

ПК-3 способностью принятия обоснованных системотехнических, проектно-конструкторских и технологических решений при проектировании летательных аппаратов и систем, с обеспечением связи свойств изделий с технико-экономическими характеристиками производства и эксплуатации;

ПК-4 способностью на основе проведенных экспериментов формирования технических заданий на проектирование и проектирование летательных аппаратов и систем с использованием современных проектных информационных технологий;

универсальных компетенций:

УК-1 «способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях»,

УК-2 «способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разработкой вычислительных моделей движения ЛА, математических моделей элементов авиационных и космических систем, преобразованием и анализом их динамических свойств, управляемости и наблюдаемости, математическим описанием внешних воздействий, ознакомление с аппаратом современного структурного проектирования, анализа и синтеза аэрокосмических систем, ознакомление с принципами системного подхода, декомпозиции и координации.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия семинары, самостоятельная работа аспиранта и соискателя, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

1.2.

Целью дисциплины «Анализ, синтез и структурное моделирование авиационных и космических систем» является подготовка обучаемого к практической деятельности в области анализа и синтеза систем на основе автоматизации процессов исследований и принятия решений в качестве инженера, пользователя или руководителя проекта.

Задачами дисциплины являются обучение различным постановкам и методам решения задач формирования вычислительных моделей движения ЛА различного назначения и в различных условиях, выбор и анализ траекторий полета ЛА в условиях атмосферы и в космосе ; формирование оптимальных по заданному критерию траекторий; оценка и формирование динамических свойств ЛА как объекта управления в процессе реализации расчетных траекторий, ознакомление специалистов с принципами моделирования систем управления движением подвижных объектов различных классов, анализом и синтезом этих систем, автоматизацией проектирования приборов и систем ориентации, стабилизации и навигации. Основной упор делается на исследование аэрокосмических систем.

В процессе изучения дисциплины аспиранты и соискатели должны изучить принципы построения математических моделей таких систем, ориентированных на использование современных программных систем.

Основными программными системами, используемыми в курсе «Моделирование электромеханических систем» являются MATLAB, COMSOL, LABVIEW и других. Полученные аспирантами и соискателями необходимые навыки использования программных системам ориентированы на использование их в последующих специальных курсах, научных исследованиях, диссертационной работе и практической деятельности.

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины аспиранты и соискатели должны обладать следующими компетенциями:

ОПК-1 «владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники»:

знать – особенности методологий теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники;

уметь – применять методологии теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники;

владеть навыками - владения методологией теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники;

иметь опыт деятельности – в области владения методологией теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники.

ОПК-3 «способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав»:

знать – особенности разработки новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав;

уметь – разрабатывать новые методы исследований и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав;

владеть навыками - разработке новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав;
иметь опыт деятельности - в разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав.

ПК-1 способность планирования и проведения эксперимента по исследованиям новых принципов информационного обеспечения приборных комплексов летательных аппаратов и систем в геоинформационном и космическом пространстве, с разработкой технологий производства и применения новых элементов информационно – измерительных систем летательных аппаратов;

ПК-2 способность проведения теоретических и экспериментальных исследований с проектированием новых летательных аппаратов, систем и двигателей, а также совершенствованием существующих;

ПК-3 способностью принятия обоснованных системотехнических, проектно-конструкторских и технологических решений при проектировании летательных аппаратов и систем, с обеспечением связи свойств изделий с технико-экономическими характеристиками производства и эксплуатации;

знать – методы моделирования систем, структурного, параметрического синтеза и оценивания моделей, принципы формирования отчета (протокола) эксперимента.

уметь – создавать модели системы, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные с формулировкой выводов и оформлением доказательной документации;

владеть навыками - планирования и проведения эксперимента;

иметь опыт деятельности – в области моделирования и оценивания систем.

ПК-4 способностью на основе проведенных экспериментов формирования технических заданий на проектирование и проектирование летательных аппаратов и систем с использованием современных проектных информационных технологий;

знать – стандарты конструкторской, технологической и эксплуатационной документации; системы автоматизированного проектирования ЛА и САПР технолога.

уметь – принимать обоснованные системотехнические, проектно-конструкторские и технологические решения для выбора состава, оптимальных параметров и организации процессов жизненного цикла ЛА, а также связи этих процессов со свойствами изделий, технико-экономическими и организационными характеристиками их производства;

владеть навыками – проектирования ЛА и систем, построения моделей надежности и безопасности ЛА, выбора методов технической эксплуатации и формирования программ технического обслуживания ЛА.

иметь опыт деятельности – в области проектирования ЛА и систем, формирования конструкторской, технологической и эксплуатационной документации.

УК-1 «способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях»:

знать – особенности критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
уметь - критически анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

владеть навыками - критического анализа и оценки современных научных достижений, генерации новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
иметь опыт деятельности – в области критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

УК-2 «способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки»:

знать – особенности проектирования и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарных, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;
уметь - проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;
владеть навыками - проектирования и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарных, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;
иметь опыт деятельности – в области проектирования и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарных, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных аспирантами и соискателями при изучении следующих дисциплин:

- История и философия
- Организация диссертационных исследований
- Анализ, синтез и структурное моделирование авиационных и космических систем.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Анализ, синтез и структурное моделирование авиационных и космических систем.

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	6/ 216	6/ 216
Аудиторные занятия, всего час.,	30	30

В том числе		
лекции (Л), (час)	20	20
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	10	10
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего	150	150
Вид промежуточной аттестации: зачет, экзамен, дифференцированный зачет (**Зачет. Экз. Дифф. зач**)	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Вводный раздел Тема 1.1. Динамические системы и методы их математического описания. Модели авиационных и космических систем Тема 1.2. Компьютерные средства моделирования и аналитических преобразований Тема 1.3. Общие сведения о структурном моделировании авиационных и космических систем.	4	2			20
Раздел 2. Преобразования моделей динамических систем.	4	2			30
Раздел 3. Случайные процессы и стохастические системы. Моделирование стохастических авиационных и космических систем.	4	2			30
Раздел 4. Методы анализа и синтеза оптимальных систем управления аэрокосмическими системами на ЭВМ.	4	2			30
Раздел 5. Синтез оптимальных и субоптимальных систем навигации с помощью ЭВМ. Методы, программы и примеры моделирования авиационных и космических систем управления движением и навигации.	4	2			40
Итого в семестре:	20	10			150
Итого:	20	10	0	0	150

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1	. Вводный раздел Тема 1.1. Динамические системы и методы их математического описания. Модели авиационных и космических систем Типы динамических систем: системы с сосредоточенными параметрами, с распределенными параметрами, дискретные системы. методы их математического описания. Передаточные функции, Z-преобразования, описание систем в пространстве состояний. Тема 1.2. Компьютерные средства моделирования и аналитических преобразований Основные сведения о программах Derive, Maple, Mathcad, MATLAB, SIMULINK, COMSOL и LABVIEW. Последние тенденции их развития. Основные сведения о программах, их установка и загрузка. Методы ввода информации и редактирование выражений. Построение математических выражений. Вычисление производных, интегралов, пределов, сумм и разложение в ряды и т.д. Декларирование новых определений. Операции факторизации и сепарации выражений. Аналитическое решение нелинейных уравнений и систем уравнений. Аналитическое решение систем дифференциальных уравнений. Тема 1.3. Общие сведения о структурном моделировании авиационных и космических систем. Определения и свойства систем. Понятия о структурном моделировании и системном подходе. Выделение системы из среды, определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость. Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества. Классификация систем. Естественные, концептуальные и искусственные, простые и сложные, целенаправленные, целеполагающие, активные и пассивные, стабильные и развивающиеся системы..
Раздел 2.	Преобразования моделей динамических систем. Примеры преобразований авиационных и космических систем. Особенности моделирования самолетов, вертолетов, разных типов ракет и космических транспортных систем с учетом упругости и аэросервоупругости, колебания топлива в баках и т.д.
Раздел 3.	Моделирование стохастических авиационных и космических систем Случайные процессы и стохастические системы. Турбулентность атмосферы и ее моделирование и исследование влияние на движение различных ЛА. Ошибки измерения параметров ориентации и навигации. Навигационные комплексы и их моделирование. Фильтрация, сглаживание и прогнозирование в аэрокосмических системах.
Раздел 4.	Методы анализа и синтеза оптимальных систем управления аэрокосмическими системами на ЭВМ.

	Устойчивость, управляемость и маневренность. Методы анализа качества систем управления аэрокосмическими системами. Время прихода, перерегулирование, время регулирования. Параметрический синтез. Косвенные методы оценки качества. Методы оптимального управления. Принятие решений в условиях неопределенности. Статистические модели принятия решений. Методы глобального критерия. Критерии Байеса—Лапласа, Гермейера, Бернулли—Лапласа, максиминный (Вальда), минимаксного риска Сэвиджа, Гурвица, Ходжеса—Лемана и др. Модели и методы принятия решений при нечеткой информации. Классификация игр. Матричные, кооперативные и дифференциальные игры. Цены и оптимальные стратегии. Чистые и смешанные стратегии. Функция потерь при смешанных стратегиях.
Раздел 5.	Синтез оптимальных и субоптимальных систем навигации с помощью ЭВМ. Методы, программы и примеры моделирования авиационных и космических систем управления движением и навигации. Постановка и решение задач формирования вычислительных моделей движения ЛА различного назначения и в различных условиях, выбор и анализ траекторий полета ЛА в условиях атмосферы и в космосе. Формирование оптимальных по заданному критерию траекторий ; оценка и формирование динамических свойств ЛА как объекта управления в процессе реализации расчетных траекторий. Методы автоматизации проектирования приборов и систем ориентации, стабилизации и навигации.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисцип-лины
Семестр 7				
1	Преобразования моделей динамических систем. Примеры преобразований.	Примеры аналитических преобразований динамических моделей аэрокосмических объектов на ЭВМ		
2	Случайные процессы и стохастические системы. Моделирование стохастических систем.	Анализ стохастических систем. Вычисление вектора математического ожидания и матрицы ковариаций для нестационарных систем с помощью ЭВМ.		
3	Синтез и анализ оптимальных систем управления аэрокосмическими системами на ЭВМ.	Примеры синтеза оптимальных систем управления систем стабилизации самолета и систем автоматической посадки самолета.		
4	Синтез оптимальных и субоптимальных систем навигации с помощью ЭВМ.	Примеры синтеза оптимальных систем навигации при разном составе первичных навигационных средств.		
5	Синтез оптимальных систем навигации и управления с помощью ЭВМ.	Моделирование оптимальной системы относительной навигации малых спутников и управление стыковкой космических аппаратов		
		Всего:	10	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

(Трудоемкость одной лабораторной работы не более 4 часов!!!)

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено			
	Всего:		

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа аспирантов и соискателей

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Самостоятельная работа, всего	150	150
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	90	90
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)	30	30
Подготовка к текущему контролю (ТК)	30	30
домашнее задание (ДЗ)		
контрольные работы заочников (КРЗ)		

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов и соискателей указаны в п.п. 8-10.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	А.И. Панферов, А.В. Лопарев. Компьютерный анализ и синтез систем ориентации, стабилизации и навигации. Учебное пособие. - СПб.: ГУАП, 2008. - 82 с. *guap.ru/guap/kaf12/1-4.doc*	100
004(075) П16	А. И. Панферов, А. В. Лопарев, В. К. Пономарев. Применение Mathcad в инженерных расчетах: Учеб. пособие /СПбГУАП. СПб., 2004. 88 с.: ил. *ict.edu.ru/ft/005590/panferov.pdf*	100

	Л.А. Мироновский, К. Ю. Петрова. ВВЕДЕНИЕ В MATLAB. Учеб. пособие /СПбГУАП. СПб., 2005. 122 с.: ил. *guap.ru/guap/kaf44/trud/mironovsky_petrova_matlab.pdf*	100
	Г.М. Быкова, А.И. Панферов. Основы автоматизации проектирования систем ориентации, навигации и стабилизации. Учебное пособие, Ленинград, 1982	100
629.7(ГААП) П56	Исследование линейных систем ориентации, навигации и стабилизации с помощью ПЭВМ [Текст] : учебное пособие / В. К. Пономарев, А. И. Панферов, Л. И. Белова ; С.-Петерб. гос. акад. аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГААП, 1993. - 51 с. : схем. - Библиогр. : с. 51 (5 назв.). - **ISBN** 5-230-10297-7 : Б. ц. Список литературы содержит названия на русском и английском языках.	52 Экз.

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
681.5(СПГААП) М64	Моделирование динамических систем [Текст] : учебное пособие / Л. А.Мироновский ; С.-Петерб. гос. акад. аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГААП, 1992. - 92 с.	70
	http://exponenta.ru/	
	https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/getstart.pdf	

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
http://matlab.exponenta.ru/	Е.В.Никульчев Control System Toolbox

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Matlab
	Mathcad
	COMSOL Multiphysics
	Maple

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Дисплейный класс	

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОПК-1 «владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники»	
1	Организация диссертационных исследований
1	История и философия науки
1	Научно-исследовательская работа
2	Научно-исследовательская работа
2	История и философия науки
2	Математические методы оптимизации в научном исследовании
3	Научно-исследовательская работа
4	Научно-исследовательская работа
5	Научно-исследовательская работа
6	Научно-исследовательская работа
7	Научно-исследовательская практика
7	Анализ, синтез и структурное моделирование авиационных и космических систем
7	Научно-исследовательская работа
7	Моделирование технологических процессов производства и эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники
8	Научно-исследовательская работа
ОПК-3 «способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав»	
1	Научно-исследовательская работа
1	Организация диссертационных исследований
1	История и философия науки
2	Научно-исследовательская работа
2	Применение вариационного исчисления в научных исследованиях
2	Библиографический и патентный поиск
2	История и философия науки
2	Инструменты управления инновационной деятельностью
3	Научно-исследовательская работа
4	Научно-исследовательская работа
5	Научно-исследовательская работа
6	Научно-исследовательская работа
7	Научно-исследовательская практика
7	Научно-исследовательская работа
7	Анализ, синтез и структурное моделирование авиационных и космических систем

8	Научно-исследовательская работа
ПК-1 «способность планирования и проведения эксперимента по исследованиям новых принципов получения информации в геоинформационном и космическом пространстве, разработки технологий производства и применения новых элементов авиационных и ракетно-космических систем»	
1	Организация диссертационных исследований
1	Научно-исследовательская работа
2	Научно-исследовательская работа
3	Научно-исследовательская работа
4	Научно-исследовательская работа
5	Научно-исследовательская работа
6	Научно-исследовательская работа
7	Анализ, синтез и структурное моделирование авиационных и космических систем
7	Научно-исследовательская практика
ПК-3 «способность принятия обоснованных системотехнических, проектно-конструкторских и технологических решений для выбора состава, оптимальных параметров и организации процессов жизненного цикла ЛА, а также связи этих процессов со свойствами изделий, технико-экономическими и организационными характеристиками их производства»	
2	Математические методы оптимизации в научном исследовании
2	Применение вариационного исчисления в научных исследованиях
7	Анализ, синтез и структурное моделирование авиационных и космических систем
7	Научно-исследовательская работа
7	Моделирование технологических процессов производства и эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники
8	Научно-исследовательская работа
ПК-4 «способность формирования технических заданий на проектирование и способностью проектирования авиационной и ракетно - космической техники, систем навигации и управления на основе данных проведенных экспериментов и с использованием современных технологий»	
2	Инструменты управления инновационной деятельностью
7	Анализ, синтез и структурное моделирование авиационных и космических систем
7	Научно-исследовательская работа
8	Научно-исследовательская работа
УК-1 «способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях»	
1	Организация диссертационных исследований
1	История и философия науки
1	Научно-исследовательская работа

2	История и философия науки
2	Научно-исследовательская работа
2	Библиографический и патентный поиск
3	Научно-исследовательская работа
7	Анализ, синтез и структурное моделирование авиационных и космических систем
7	Моделирование технологических процессов производства и эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники
7	Научно-исследовательская практика
УК-2 «способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки»	
1	Организация диссертационных исследований
1	История и философия науки
2	История и философия науки
2	Математические методы оптимизации в научном исследовании
2	Применение вариационного исчисления в научных исследованиях
2	Инструменты управления инновационной деятельностью
7	Анализ, синтез и структурное моделирование авиационных и космических систем

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4-балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \le K \le 100$	«отлично» «зачтено»	- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; - уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; - опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; - умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; - делает выводы и обобщения; - свободно владеет системой специализированных понятий.
$70 \le K \le 84$	«хорошо» «зачтено»	- обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; - не допускает существенных неточностей; - увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; - аргументирует научные положения; - делает выводы и обобщения; - владеет системой специализированных понятий.

$55 \le K \le 69$	«удовлетворительно» «зачтено»	- обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; - допускает несущественные ошибки и неточности; - испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; - слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой специализированных понятий.
$K \le 54$	«неудовлетворительно» «не зачтено»	- обучающийся не усвоил значительной части программного материала; - допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	Динамические системы и методы их математического описания.
2	Примеры моделей авиационных и космических систем
3	Типы динамических систем (передаточные функции, уравнения в пространстве состояний)
4	Переход от одной формы математического описания динамических систем к другой. Привести примеры.
5	Основные сведения о программах Derive, Maple, Mathcad, MATLAB, SIMULINK, COMSOL и LABVIEW. Их назначение и особенности.
6	Методы ввода информации и редактирование выражений, Mathcad и MATLAB.
7	Построение математических выражений.
8	Вычисление производных, интегралов, пределов, сумм и разложение в ряды и т.д.
9	Декларирование новых определений.
10	Операции факторизации и сепарации выражений.
11	Аналитическое решение нелинейных уравнений и систем уравнений. Аналитическое решение систем дифференциальных уравнений.
12	Понятия о структурном моделировании и системном подходе.
13	Выделение системы из среды, определение системы.
14	Системы и закономерности их функционирования и развития.
15	Управляемость, достижимость, устойчивость.
16	Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества.
17	Классификация систем. Естественные, концептуальные и искусственные, простые и сложные,
18	Классификация систем. Целенаправленные, целеполагающие, активные и пассивные,

19	стабильные и развивающиеся системы.
20	Примеры преобразований авиационных и космических систем.
21	Особенности моделирования самолетов, вертолетов,
22	Особенности моделирования ракет и космических транспортных систем
23	Случайные процессы и стохастические системы.
24	Турбулентность атмосферы и ее моделирование и исследование влияние на движение различных ЛА.
25	Ошибки измерения параметров ориентации и навигации.
26	Навигационные комплексы и их моделирование.
27	Задачи фильтрация, сглаживания и прогнозирования в аэрокосмических системах.
28	Устойчивость, управляемость и маневренность.
29	Методы анализа качества систем управления аэрокосмическими системам
31	Параметрический синтез. Косвенные методы оценки качества.
32	Методы оптимального управления. Принятие решений в условиях неопределенности.
33	Статистические модели принятия решений. Методы глобального критерия.
34	Модели и методы принятия решений при нечеткой информации.
35	Классификация игр. Матричные, кооперативные и дифференциальные игры.
36	Методы, программы и примеры моделирования авиационных и космических систем управления движением и навигации.
37	Постановка и решение задач формирования вычислительных моделей движения ЛА
38	Формирование оптимальных по заданному критерию траекторий.
39	Методы автоматизации проектирования приборов и систем ориентации, стабилизации и навигации.

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	Учебным планом не предусмотрено

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Учебным планом не предусмотрено

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	Учебным планом не предусмотрено

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов и соискателей ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы аспирантов и соискателей в ГУАП».

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является – получение аспирантами и соискателями необходимых знаний, умений и навыков в области разработки вычислительных моделей движения ЛА, математических моделей элементов авиационных и космических систем, преобразования и анализа их динамических свойств, управляемости и наблюдаемости, математического описания внешних воздействий, ознакомления с аппаратом современного структурного проектирования, анализа и синтеза аэрокосмических систем, ознакомления с принципами системного подхода, декомпозиции и координации.

Ниже приводятся рекомендации для составления этого раздела

Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала ***(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)***

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

– получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;

– получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;

– развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.

– появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;

– получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;

– научится методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);

– получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

– цели и задачи лекции;

– краткий обзор содержания и материала предыдущей лекции;

– план текущей лекции;

– рассмотрение материала текущей лекции;

– демонстрация применения материала текущей лекции с использованием компьютерной техники;

– заключение;

– анонс следующей лекции, постановка задачи по изучению рекомендованной литературы при подготовке к следующей лекции.

Методические указания для обучающихся по участию в семинарах ***(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)***

Семинар – один из наиболее сложных и в то же время плодотворных видов (форм) вузовского обучения и воспитания. В условиях высшей школы семинар – один из видов практических занятий, проводимых под руководством преподавателя, ведущего научные исследования по тематике семинара и являющегося знатоком данной проблемы или отрасли научного знания. Семинар предназначается для углубленного изучения дисциплины и овладения методологией применительно к особенностям изучаемой отрасли науки. При изучении дисциплины семинар является не просто видом практических занятий, а, наряду с лекцией, основной формой учебного процесса.

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий ***(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)***

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающемся практических занятий:

– закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;

– развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

– овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;

– выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;

– обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

– познавательная;

– развивающая;

– воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

– ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;

– аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;

– творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

– в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);

– в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».
- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов и соискателей ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы аспирантов и соискателей в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой