

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Овчинникова

(инициалы, фамилия)

«26» 03 2026 г.

(подпись)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

Шифр научной специальности	2.5.13
Наименование научной специальности	Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов
Наименование направленности (профиля) (при наличии)	
Год начала реализации программы	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Зав. кафедрой, к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.А. Овчинникова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«26» 03 2026 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 13

К.Т.Н., доц.
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.А. Овчинникова
(инициалы, фамилия)

Ответственный за программу 2.5.13

К.Т.Н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.А. Овчинникова
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.Е. Таратун
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Анализ, синтез и структурное моделирование авиационных и космических систем» входит в состав программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.5.13 «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с получением знаний и практических навыков в области анализа, синтеза и структурного моделирования авиационных и космических систем для решения научно-исследовательских и научно-педагогических задач.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине — «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины: сформировать у аспирантов углублённые знания и практические навыки в области анализа, синтеза и структурного моделирования авиационных и космических систем для решения научно-исследовательских и научно-педагогических задач.

1.2. Дисциплина входит в состав программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

1.3. В результате изучения дисциплины аспирант должен:

знать:

- теоретические основы анализа, синтеза и моделирования авиационных и космических систем;
- современные методы структурного моделирования и их применимость к задачам проектирования летательных аппаратов;
- математический аппарат, используемый для описания и исследования авиационных и космических систем;
- программные средства для компьютерного моделирования и анализа систем.

уметь:

- проводить анализ существующих авиационных и космических систем с целью выявления их сильных и слабых сторон;
- синтезировать новые структурные решения с учётом заданных требований и ограничений;
- строить структурные модели систем и выполнять их компьютерное моделирование;
- интерпретировать результаты моделирования и делать обоснованные выводы;
- использовать полученные знания для решения прикладных задач проектирования.

владеть:

- навыками работы с программными комплексами для моделирования авиационных и космических систем (например, MATLAB/Simulink, ANSYS, CAD-системы);
- методами анализа чувствительности и оптимизации параметров систем;
- приёмами визуализации и представления результатов моделирования;
- методологией проведения вычислительных экспериментов.

2. Место дисциплины в структуре программы

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных аспирантами при изучении следующих дисциплин:

- «Математические методы оптимизации в научном исследовании»,
- «Организация диссертационных исследований»,

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

- «Моделирование технологических процессов производства и эксплуатации авиационной и ракетно космической техники»,
- «Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации к защите»,
- «Промежуточная аттестация по этапам выполнения научного исследования».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

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
<i>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</i>	4/ 144	4/ 144
<i>Из них часов практической подготовки, (час)</i>		
<i>Аудиторные занятия, всего час.</i>	30	30
в том числе:		
лекции (Л), (час)	20	20
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	10	10
экзамен, (час)	36	36
<i>Самостоятельная работа (СР), всего (час)</i>	78	78
<i>Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)</i>	Экз.**,	Экз.**,

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 2 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	СРС (час)
Семестр 7			
Раздел 1. Теоретические основы анализа авиационных и космических систем	5	2	20
Раздел 2. Методы синтеза авиационных и космических систем	5	3	20
Раздел 3. Структурное моделирование сложных технических систем	5	3	20
Раздел 4. Применение методов анализа и синтеза в проектировании летательных аппаратов	5	2	18
Итого в семестре:	20	10	78
Итого	20	10	78

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении аспирантами определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<ul style="list-style-type: none"> – Понятие системы и её компонентов. – Методы системного анализа в авиационной и космической технике. – Критерии оценки эффективности систем. – Анализ надёжности и живучести конструкций.
2	<ul style="list-style-type: none"> – Принципы синтеза оптимальных структур. – Многокритериальная оптимизация при проектировании. – Синтез систем управления и навигации. – Интеграция подсистем в единую структуру.
3	<ul style="list-style-type: none"> – Иерархические модели систем. – Графовые и сетевые модели. – Моделирование динамики и устойчивости. – Компьютерное моделирование и симуляция.
4	<ul style="list-style-type: none"> – Примеры успешного применения методов в реальных проектах. – Анализ современных тенденций в авиационном и космическом проектировании. – Перспективные направления развития методов моделирования.

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)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7					
1	Анализ структурной схемы авиационной системы	решение ситуационных задач	2	1	1
2	Синтез системы управления полётом	решение ситуационных задач	3	2	2
3	Построение иерархической модели космического аппарата	имитационные занятия	3	2	3
4	Компьютерное моделирование динамики летательного аппарата в MATLAB/Simulink	занятия по моделированию	2	1	4
Всего			10	8	

4.4. Самостоятельная работа аспирантов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
Расчетно-графические задания (РГЗ)	10	10
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (программы аспирантуры)	8	8
Всего:	78	78

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов указаны в п.п. 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 6.

Таблица 6– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
629.7(ГААП) П56	Исследование линейных систем ориентации, навигации и стабилизации с помощью ПЭВМ : учебное пособие / В. К. Пономарев, А. И. Панферов, Л. И. Белова ; С.-Петербург. гос. акад. аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГААП, 1993. - 51 с. : схем. - Библиогр. : с. 51 (5 назв.). - ISBN 5-230-10297-7	19
004(075) М 64	Введение в MATLAB : учебное пособие / Л. А. Мироновский, К. Ю. Петрова ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2006. - 163 с. : рис. - Библиогр. : с. 159 - 160 (14 назв.). - ISBN 5-8088-0176-1	91
004.4 А65	Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab : монография / Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков ; Федер. целевая прогр. "Гос. поддержка	10

	интеграции высш. образования и фундам. науки на 1997 - 2000 годы". - СПб. : Наука, 2001. - 286 с. : табл., схем. - (Анализ и синтез нелинейных систем). - Издание осуществлено при финансовой поддержке Федеральной целевой программы "Государственная поддержка интеграция высшего образования и фундаментальной науки" . - Библиогр. : с. 268 - 276 (152 назв.). - ISBN 5-02-024952-1	
629.7 Б75	Системы управления летательными аппаратами : учебник / В. А. Боднер. - М. : Машиностроение, 1973. - 504 с. : ил., схем. - Библиогр. : с. 499 - 500 (33 назв.)	70
629.7 А94	Афанасьев, П. П. Летательные аппараты : учебное пособие / П. П. Афанасьев ; Моск. авиац. ин-т им. С. Орджоникидзе. - М. : Изд-во МАИ, 2002. - 228 с. : рис., схем. - Библиогр.: с. 223 (20 назв.). - ISBN 5-7035-1276-X	1

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины, приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://www.elibrary.ru/defaultx.asp?/	научные базы данных (eLibrary);
	официальные сайты авиационных и космических корпораций (Роскосмос, ОАК и др.)

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 9.

Таблица 9– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04, БМ
2	Специализированная лаборатория «Аэрокосмической микромеханики»	11-02, БМ
3	Стенда	13-03а, БМ

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен**	Список вопросов к экзамену; Тесты

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

Примечание: ** кандидатский экзамен

10.2. В качестве критериев оценки уровня освоения аспирантами дисциплины применяется 4-балльная шкала оценивания, которая приведена в таблице 12. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 12 – Критерии оценки уровня освоения дисциплины

Оценка	Характеристика уровня освоения дисциплины
4-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – аспирант 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 по направлению подготовки/ специальности; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – аспирант 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 по направлению подготовки/ специальности; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.

Оценка	Характеристика уровня освоения дисциплины
4-балльная шкала	
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – аспирант 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 по направлению подготовки/ специальности; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – аспирант не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении подготовки/ специальности; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1.	Раскройте суть системного подхода в проектировании авиационных и космических систем.
2.	Опишите основные этапы системного анализа летательных аппаратов (ЛА).
3.	Перечислите и охарактеризуйте структурные элементы авиационной и космической системы.
4.	В чём состоят особенности моделирования динамики космических аппаратов?
5.	Опишите виды математических моделей, применяемых при анализе ЛА.
6.	Какие критерии используются для оценки эффективности авиационных и космических систем?
7.	В чём заключается принцип декомпозиции сложных технических систем? Приведите пример для ЛА.
8.	Какие методы используются для анализа надёжности и живучести конструкций ЛА?
9.	Какие факторы учитываются при синтезе системы управления полётом?
10.	Опишите иерархические модели систем и их применение в авиационно-космической отрасли.
11.	В чём заключаются особенности графовых и сетевых моделей для описания авиационных систем?
12.	Каковы основные этапы построения структурной модели летательного аппарата?
13.	Какие программные средства применяются для компьютерного моделирования авиационных систем? Кратко охарактеризуйте каждое.
14.	Как выполняется моделирование динамики ЛА в MATLAB/Simulink? Приведите алгоритм.
15.	Какие типы симуляций выполняются при моделировании поведения ЛА в экстремальных условиях?
16.	Опишите методы визуализации результатов моделирования авиационных и

	космических систем.
17.	В чём состоят ограничения современных методов структурного моделирования?
18.	Приведите пример успешного применения методов анализа и синтеза в реальном проекте авиационной или космической системы.
19.	Опишите последовательность действий при разработке структурной модели крыла самолёта.
20.	Как моделируется взаимодействие подсистем в составе космического аппарата? Приведите схему.
21.	Приведите пример оптимизации массы конструкции фюзеляжа с сохранением прочности. Какие инструменты использовались?
22.	Как учитывается влияние внешних факторов (ветер, турбулентность, перегрузки) при моделировании полёта?
23.	Опишите процесс интеграции подсистем (силовая установка, система управления, бортовое оборудование) в единую модель ЛА.
24.	Какие ошибки чаще всего возникают при построении моделей авиационных систем и как их избежать?
25.	Приведите пример анализа аварийных режимов работы ЛА с помощью компьютерного моделирования.
26.	Какие вызовы стоят перед инженерами при моделировании многофазовых космических систем?
27.	Как автоматизация проектирования (САПР) влияет на процессы анализа и синтеза систем?
28.	В чём состоят перспективы применения цифровых двойников в авиационно-космической отрасли?
29.	Как развитие композитных материалов меняет подходы к структурному моделированию конструкций ЛА?
30.	Какие современные тенденции в авиационном и космическом проектировании влияют на развитие методов моделирования?
31.	Как современные технологии (ИИ, машинное обучение) могут улучшить процессы анализа и синтеза авиационных систем?

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 14.
Таблица 14 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

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

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
<p>1. Основные методы системного анализа в авиационной технике</p>	<p>Какой метод системного анализа предполагает разбиение сложной системы на подсистемы и элементы?</p> <p>а) Метод декомпозиции б) Метод синтеза в) Метод оптимизации г) Метод имитационного моделирования Ответ: а) Метод декомпозиции</p> <p>Что является основной целью системного анализа в проектировании авиационных систем?</p> <p>а) Минимизация массы конструкции б) Обеспечение целостности и эффективности системы в целом в) Сокращение сроков проектирования г) Автоматизация производства Ответ: б) Обеспечение целостности и эффективности системы в целом</p> <p>Какой метод позволяет оценить влияние внешних факторов на работу авиационной системы?</p> <p>а) SWOT-анализ б) Анализ чувствительности в) Метод конечных элементов г) Графовый анализ Ответ: б) Анализ чувствительности</p>
<p>2. Принципы синтеза оптимальных структур летательных аппаратов</p>	<p>Какой критерий чаще всего используется при синтезе оптимальной структуры крыла самолёта?</p> <p>а) Минимальная стоимость материалов б) Максимальное аэродинамическое качество в) Минимальное количество деталей г) Максимальная скорость изготовления Ответ: б) Максимальное аэродинамическое качество</p> <p>Что означает принцип модульности при синтезе структуры ЛА?</p> <p>а) Использование одинаковых материалов во всех элементах б) Разбиение системы на взаимозаменяемые функциональные блоки в) Применение только стандартных деталей г) Минимизация количества соединений Ответ: б) Разбиение системы на взаимозаменяемые функциональные блоки</p> <p>Какой метод оптимизации применяется при синтезе систем управления ЛА?</p> <p>а) Линейное программирование б) Динамическое программирование в) Генетические алгоритмы г) Все перечисленные Ответ: г) Все перечисленные</p>

<p>3. Применение графовых моделей для описания авиационных систем</p>	<p>Что представляет собой вершина графа в модели авиационной системы?</p> <p>а) Элемент системы (подсистема, компонент) б) Связь между элементами в) Внешнее воздействие г) Параметр системы</p> <p>Ответ: а) Элемент системы (подсистема, компонент)</p> <p>Какое преимущество дают графовые модели при анализе авиационных систем?</p> <p>а) Наглядное представление структуры и связей б) Автоматическое решение уравнений динамики в) Расчёт прочностных характеристик г) Оптимизация производственных процессов</p> <p>Ответ: а) Наглядное представление структуры и связей</p> <p>Какой тип графа лучше всего подходит для моделирования иерархии подсистем ЛА?</p> <p>а) Неориентированный граф б) Ориентированный ациклический граф (дерево) в) Полный граф г) Мультиграф</p> <p>Ответ: б) Ориентированный ациклический граф (дерево)</p>
<p>4. Особенности компьютерного моделирования динамики космических аппаратов</p>	<p>Какой программный комплекс чаще всего используется для моделирования динамики КА?</p> <p>а) AutoCAD б) MATLAB/Simulink в) Photoshop г) Word</p> <p>Ответ: б) MATLAB/Simulink</p> <p>Что необходимо учитывать при моделировании орбитального движения КА?</p> <p>а) Гравитационное поле Земли и других небесных тел б) Атмосферное сопротивление (на низких орбитах) в) Давление солнечного излучения г) Всё вышеперечисленное</p> <p>Ответ: г) Всё вышеперечисленное</p> <p>Какой метод численного интегрирования применяется для решения уравнений движения КА?</p> <p>а) Метод Эйлера б) Метод Рунге-Кутты 4-го порядка в) Метод Гаусса г) Метод Монте-Карло</p> <p>Ответ: б) Метод Рунге-Кутты 4-го порядка</p>

<p>5. Критерии оценки эффективности авиационных и космических систем</p>	<p>Какой критерий является ключевым для пассажирских самолётов?</p> <p>а) Максимальная скорость б) Экономичность (расход топлива на пассажиро-километр) в) Максимальная высота полёта г) Количество двигателей Ответ: б) Экономичность (расход топлива на пассажиро-километр)</p> <p>Какой показатель характеризует надёжность авиационной системы?</p> <p>а) Средняя наработка на отказ б) Максимальная грузоподъёмность в) Скорость набора высоты г) Дальность полёта Ответ: а) Средняя наработка на отказ</p> <p>Какой критерий важен для многоразовых космических систем?</p> <p>а) Стоимость одного пуска б) Количество ступеней в) Тип топлива г) Цвет корпуса Ответ: а) Стоимость одного пуска</p>
<p>6. Методы анализа надёжности и живучести конструкций</p>	<p>Какой метод используется для оценки вероятности отказа конструкции?</p> <p>а) Метод конечных разностей б) Статистический анализ (распределение Вейбулла) в) Графический метод г) Аналитический метод Ответ: б) Статистический анализ (распределение Вейбулла)</p> <p>Что такое живучесть конструкции ЛА?</p> <p>а) Способность сохранять работоспособность при повреждениях б) Срок службы до капитального ремонта в) Максимальная нагрузка, которую может выдержать конструкция г) Скорость изготовления Ответ: а) Способность сохранять работоспособность при повреждениях</p> <p>Какой программный комплекс применяется для анализа усталостной прочности?</p> <p>а) ANSYS б) Excel в) PowerPoint г) Notepad Ответ: а) ANSYS</p>

7. Оптимизация параметров систем с использованием программных комплексов	<p>Какой инструмент MATLAB используется для оптимизации параметров?</p> <p>а) Simulink б) Optimization Toolbox в) Image Processing Toolbox г) Statistics Toolbox Ответ: б) Optimization Toolbox</p> <p>Что является целевой функцией при оптимизации массы конструкции?</p> <p>а) Минимизация массы при сохранении прочности б) Максимизация стоимости в) Минимизация количества деталей г) Максимизация времени проектирования Ответ: а) Минимизация массы при сохранении прочности</p>
8. Современные тенденции в структурном моделировании аэрокосмических систем	<p>Что такое цифровой двойник в аэрокосмической отрасли?</p> <p>а) Физическая копия изделия б) Виртуальная модель изделия, синхронизированная с реальным объектом в) Чертеж в электронном виде г) Фотография изделия Ответ: б) Виртуальная модель изделия, синхронизированная с реальным объектом</p> <p>Какая технология позволяет автоматизировать процесс проектирования ЛА?</p> <p>а) САПР (CAD/CAE) б) 3D-печать в) Лазерная резка г) Роботизированная сварка Ответ: а) САПР (CAD/CAE)</p> <p>Какое преимущество даёт использование композитных материалов в авиастроении?</p> <p>а) Снижение массы при сохранении прочности б) Упрощение технологии производства в) Снижение стоимости материалов г) Увеличение скорости изготовления Ответ: а) Снижение массы при сохранении прочности</p>

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания уровня освоения дисциплины, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов ГУАП.

11. Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для аспирантов 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 аспирантами 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;
- научиться 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

11.2. Методические указания для аспирантов по участию в семинарах (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Основной целью для аспиранта 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 аспиранта 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.

Требования к проведению семинаров

Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по участию в семинарах имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

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

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающееся в выполнении аспирантами 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 аспиранта является привитие аспиранту умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении аспирантом 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.

Требования к проведению практических занятий

- ознакомиться с заданием и теоретической частью перед занятием;
- изучить инструкции по работе с программным обеспечением (если используется);
- выполнить задание в установленные сроки, соблюдая требования к оформлению;
- подготовить отчёт по результатам работы;
- быть готовым к обсуждению результатов и защите решения на занятии.

Отчёт должен содержать:

- тему и цель занятия;
- краткое описание методики выполнения задания;
- исходные данные и параметры модели;
- результаты расчётов/моделирования (таблицы, графики, схемы);
- анализ полученных данных и выводы;
- список использованных источников;
- приложения (при необходимости — скриншоты, фрагменты кода, чертежи).

Критерии оценки работы аспиранта на практическом занятии

- правильность и полнота выполнения задания;
- глубина анализа результатов и обоснованность выводов;
- владение методиками моделирования и расчёта;
- качество оформления отчёта;
- активность и самостоятельность при выполнении задания;
- способность отвечать на вопросы и защищать результаты работы.

11.4. Методические указания для аспирантов по прохождению самостоятельной работы

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

В процессе выполнения самостоятельной работы, у аспиранта формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему 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 аспиранта являются:

- рабочая программа дисциплины;
- учебно-методические пособия и конспекты лекций;
- основная и дополнительная литература (монографии, учебники, статьи);
- электронные образовательные ресурсы и базы данных (eLibrary, Scopus, Web of Science);
- нормативные документы (ГОСТы, ОСТы, технические регламенты);
- инструкции по работе с программным обеспечением (MATLAB/Simulink, ANSYS, CAD-системы);
- методические указания к практическим и семинарским занятиям;
- задания для самостоятельной работы с критериями оценки;
- образцы оформления отчётов, докладов и научных публикаций.

11.5. Методические указания для аспирантов по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний аспирантов, осуществляемый в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Возможные методы текущего контроля успеваемости аспирантов:

- устный опрос на занятиях;
- систематическая проверка выполнения индивидуальных заданий;
- защита отчётов по лабораторным работам;
- тестирование;
- контроль самостоятельных работ (в письменной или устной формах);
- иные виды, определяемые преподавателем.

Используемые инструменты и технологии, виды оценочных средств определяются преподавателем и планируемыми результатами освоения дисциплины. Также могут применяться фонды оценочных средств (ФОС).

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются преподавателем в период прохождения промежуточной аттестации аспиранта. Они могут влиять на формирование оценки по учебной дисциплине при промежуточной аттестации.

Аспиранты, успешно прошедшие обязательные формы текущего контроля по дисциплине, практик допускаются до промежуточной аттестации.

- **Пропуск мероприятий текущего контроля.** При наличии уважительной причины пропущенное мероприятие может быть сдано в дополнительный срок, определяемый преподавателем до начала промежуточной аттестации.
- **Апелляция.** В случае несогласия с результатами текущего контроля аспирант имеет право обратиться с апелляцией в установленном порядке.

Конкретные формы текущего контроля, критерии оценки и порядок учёта результатов зафиксированы в рабочей программе дисциплины.

11.6. Методические указания для аспирантов по прохождению промежуточной аттестации.

К итоговой аттестации допускаются только аспиранты, полностью выполнившие учебный план и прошедшие все этапы промежуточной аттестации.

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

– экзамен – форма оценки знаний, полученных аспирантами 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».

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