

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

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.П. Ковалев

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«29» мая 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы стабилизации и ориентации космических аппаратов»  
(Наименование дисциплины)

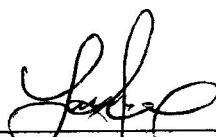
Код направления подготовки/ специальности	25.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей
Наименование направленности	Эксплуатация и испытания авиационной и космической техники
Форма обучения	заочная

Санкт-Петербург 2020

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент, к.т.н., доцент  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

С.Ф. Скорина  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«14» 05 2020 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 13

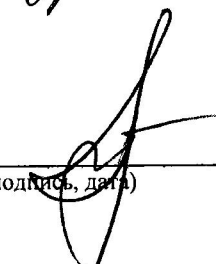
к.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

Н.А. Овчинникова  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 25.03.01(01)

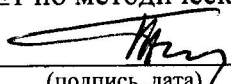
доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

С.Г. Бурлуцкий  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

В.Е. Таратун  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Системы стабилизации и ориентации космических аппаратов» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» направленности «Эксплуатация и испытания авиационной и космической техники». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен осуществлять поиск и устранение причин отказов и повреждений авиационной техники»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов в области науки и техники, связанной с разработкой, испытаниями, технической эксплуатацией и восстановлением пилотажно – навигационных комплексов и электросистем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы.

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

Целями преподавания дисциплины являются получение необходимых знаний и навыков в сферах науки и техники, имеющих полидисциплинарный характер и связанных с разработкой, испытаниями, эксплуатацией и восстановлением электросистем и пилотажно – навигационных комплексов боевых летательных аппаратов.

Знания и навыки выпускников, полученные при изучении данной дисциплины, применяются в следующих видах профессиональной деятельности:

- по гражданской специальности: эксплуатационно - техническая, производственно - технологическая, организационно – управленческая, проектно – конструкторская и испытательная, научно – исследовательская;
- в военно - профессиональной деятельности выпускников: служебная (боевая и повседневная); эксплуатационно-техническая; производственно-технологическая; проектно-конструкторская и испытательная; научно-исследовательская; военно-педагогическая (воспитательная и обучающая).

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен осуществлять поиск и устранение причин отказов и повреждений авиационной техники	ПК-3.3.1 знать методы поиска повреждений и отказов авиационной техники и технологии их устранения; методы оценивания эффективности и надежности применяемых методов устранения повреждений и отказов авиационной техники и их причин ПК-3.У.2 уметь осуществлять поиск и устранение отказов и повреждений авиационной техники и их причин ПК-3.В.3 владеть технологиями поиска и устранения отказов и повреждений авиационной техники и методами выявления их причин

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика. Математический анализ. Аналитическая геометрия и линейная алгебра.
- Дифференциальные уравнения
- Физика
- Основы теории вероятностей и математическая статистика

- Теоретическая механика
  - Прикладная механика
  - Информатика
  - Информатика. Информационные технологии
  - Летательные аппараты и авиадвигатели
  - Сопротивление материалов
  - Аэродинамика
  - Динамика полета
  - Автоматика и управление
  - Моделирование систем и процессов
  - Надежность и техническая диагностика. Надежность
  - Микромеханические датчики авионики
  - Статистические методы обработки результатов испытаний авиационного оборудования
  - Электротехника и электроника. Электротехника
  - Метрология, стандартизация и сертификация
  - Бортовые цифровые вычислительные устройства и машины Системы электроснабжения воздушных судов
  - Автоматика и управление
  - Современные транспортные ЛА
  - Надежность и техническая диагностика. Надежность
  - Бортовые цифровые вычислительные устройства и машины Теоретические основы эксплуатации авиационного оборудования Бортовые радиоэлектронные системы
  - Теоретические основы эксплуатации авиационного оборудования
  - Электрифицированное оборудование воздушных судов. Микромеханические датчики авионики.
  - Авиационные приборы и информационно-измерительные системы
- Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:
- Пилотажно-навигационные комплексы.
  - Системы автоматического управления полетом.
  - Системы стабилизации и ориентации космических аппаратов.
  - Системы автоматизированного проектирования базовых элементов АО.

### 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 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№9
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	16	16
в том числе:		
лекции (Л), (час)	4	4
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	8	8
лабораторные работы (ЛР), (час)	4	4
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	9	9
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	119	119
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	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 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 9					
Раздел 1. Принципы построения систем стабилизации ориентации					
Тема 1.1. Задачи стабилизации и ориентации КА					
Тема 1.2. . Классификация схем построения инерциальных сенсоров параметров движения					
Тема 1.3. Инерциальные сенсоры параметров движения основания					

Раздел 2. Гироскопические приборы для решения задач стабилизации и ориентации КА Тема 2.1. Курсовые гироскопические приборы и системы Тема 2.2. Гироскопические указатели ориентации КА Тема 2.3. Гиросtabilизирование платформ Тема 2.4. Приборы для измерения параметров угловой ориентации объекта относительно связанной системы координат Тема 2.5. Приборы для измерения угловых скоростей и ускорений КА					
Раздел 3. Инерциальные системы ориентации Тема 3.1. Платформенные инерциальные системы ориентации Тема 3.2. Бесплатформенные инерциальные системы ориентации Тема 3.3. Корректируемые инерциальные системы ориентации					
Раздел 4. Перспективы развития инерциальных сенсоров параметров движения основания и ССО КА Тема 4.1. Развитие инерциальных сенсоров параметров движения основания и ССО					
Итого в семестре:	4	8	4		119
Итого	4	8	4	0	119

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел.1.  Тема 1.1. Задачи ориентации и стабилизации КА. Базовые системы координат в задачах ориентации и навигации. Принципы определения параметров ориентации. Свойства быстровращающихся тел. Момент гироскопической реакции. Уравнения движения гироскопов в кардановом подвесе с тремя и двумя степенями свободы. Поведение гироскопов с двумя и тремя степенями свободы под воздействием постоянных, мгновенных и гармонически изменяющихся внешних моментов. Влияние движения основания на поведение гироскопов с двумя и тремя

	<p>степенями свободы.</p> <p>Тема 1.2. Классификация схем построения инерциальных сенсоров параметров движения. Основные схемы гироскопа со сферическим подвесом ротора. Эффект радиальной коррекции сферического гироскопа. Подвес ротора в электростатическом поле, подвес ротора в электромагнитном поле. Криогенные гироскопы. Гироскопы с обращенным подвесом ротора. Твердотельный волновой гироскоп. Оптические гироскопы. Лазерные и волоконно-оптические гироскопы.</p> <p>Тема 1.3.. Инерциальные сенсоры параметров движения основания. Датчики угловой скорости прямого преобразования и компенсационного типа. Поплавковые интегрирующие гироскопы. Динамически настраиваемые гироскопы с двумя степенями свободы. Гироскопы с тремя степенями свободы в кардановом подвесе. Динамически настраиваемые гироскопы с тремя степенями свободы. Микромеханические сенсоры линейны ускорений и угловых скоростей, построенные с использованием MEMS--технологии. Гироскопы систем гироскопической стабилизации. Гироскопические интеграторы линейных ускорений.</p>
2	<p>Раздел. 2.</p> <p>Тема 2.1. Гиросtabilизирование платформ. Области применения гироскопических стабилизаторов. Классификация гироскопических стабилизаторов. Одноосные гиросtabilизаторы (ОГС). Уравнения динамики ОГС. Обеспечение устойчивости ОГС. Статические характеристики ОГС. Двухосные гиросtabilизаторы (ДГС). Трехосные гиросtabilизаторы (ТГС). Гироскопическая стабилизация космических летательных аппаратов. Гироскопы.</p> <p>Тема 2.2.. Курсовые гироскопические системы. Гироскопический указатель ортодромии. Азимутальная и горизонтальная коррекция гироскопа направления. Причины погрешностей курсовых приборов. Курсовые приборы для маневренных объектов. Гироскопический компас. Построение невозмущаемого гироскопического компаса. Гироскопический компас. Комплексирование курсовых систем.</p> <p>Тема 2.3. Гироскопические указатели вертикали. Гироскопические вертикали с различными типами коррекции. Инерциальная гироскопическая вертикаль. Гироскопические вертикали</p>



	<p>для КА. Курсовертикали. Инерциальные курсовертикали.</p> <p>Тема 2.4. Приборы для измерения параметров угловой ориентации объекта относительно связанной системы координат. Датчики угловой ориентации на базе астатических гироскопов. Гироскопические приборы вертикант и горизонт. Причины погрешностей приборов на базе астатических гироскопов.</p> <p>Тема 2.5. Приборы для измерения угловых скоростей и ускорений. Датчик угловой скорости с механической пружиной. Датчик угловой скорости с электрической пружиной (ДУС). ДУС на базе микромеханического гироскопа. ДУС на базе роторного вибрационного гироскопа. ДУС на базе волоконно-оптического гироскопа. ДУС на базе кольцевого лазерного гироскопа. ДУС на базе твердотельного волнового гироскопа.</p>
3	<p>Раздел. Инерциальные системы ориентации</p> <p>Тема 3.1. Платформенные инерциальные системы ориентации. Принцип действия и состав инерциальной системы ориентации (ИСО). Инерциальные сенсоры для построения ИСО. Особенности построения ИСО различного назначения. Классификация ИСО и сравнительная оценка систем различного типа. Инструментальные погрешности элементов ИСО.</p> <p>Тема 3.2. Бесплатформенные ИСО.(БИСО). Принципы построения и классификация. Инерциальные сенсоры для построения БИСО. Алгоритмы функционирования БИСО и требования к бортовым вычислителям. Метрические и инструментальные погрешности. Погрешности БИСО на лазерных гироскопах.</p> <p>Тема 3.3. Корректируемые ИСО. Используемые источники информации для реализации коррекции. Алгоритмы функционирования корректируемых ИСО.</p>
4	<p>Раздел 4.</p> <p>Тема 4.1. Перспективы развития инерциальных сенсоров параметров движения основания. Классификация новых областей применения и задач, решаемых современными инерциальными сенсорами. Требования к точностным и стоимостным характеристикам инерциальных сенсоров. Состояние рынка инерциальных сенсоров на современном этапе. Направления совершенствования и дальнейшей микроминиатюризации сенсоров. Дорожная карта: от «микро»- к «нано» - системной технике.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 9				
Всего			8	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семе стр 7			
1	Исследование закона прецессии. (натурный эксперимент и математическое моделирование). 2 час.	2	2
2	Исследование видимого ухода гироскопа с тремя степенями свободы. (натурный эксперимент и математическое моделирование). 2 час	2	2
3	Исследование нутационных колебаний гироскопа с тремя степенями свободы. (натурный эксперимент и математическое моделирование). 2 час.	2	2
4	Исследование статических характеристик датчика угловой скорости на базе двухстепенного гироскопа с механической пружиной. 2 час.	2	2
5	Исследование кинематических и функциональных схем гиродинов	3	3
6	Исследование кинематических схем трехосных гироскопических стабилизаторов. 2 час.	2	1,3
7	Исследование микромеханического акселерометра. 2 час.	2	4
8	Исследование микромеханического датчика угловой скорости. 2 час.	2	4
	Всего:	17	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся  
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 9, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	119	119

5. Перечень учебно-методического обеспечения  
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/UR L адес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
531 Л 84	Прикладная теория гироскопов [Текст] : учебник / Д. П. Лукьянов, В. Я. Распопов, Ю. В. Филатов ; Концерн "ЦНИИ "Электроприбор". - СПб. : Изд-во ЦНИИ "Электроприбор", 2015. - 316 с. : рис. - Библиогр. в конце глав, с. 312	15

629.7 М 59	Микросистемы ориентации беспилотных летательных аппаратов [Текст] / Р. В. Алалуев [и др.] ; ред. В. Я. Распопов. - М. : Машиностроение, 2011. - 184 с.	6
681.2 Р 24	Микромеханические приборы [Текст] : учебное пособие / В. Я. Распопов. - М. : Машиностроение, 2007. - 400 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 394 - 396. - Предм. указ.: с. 397 - 399.	7
629.7 С 28	Механика гироскопических систем [Текст] : учебное пособие для вузов / Л. А. Северов. - учеб. изд. - М. : Изд-во МАИ, 1996. - 212 с. : рис. - Библиогр. : с. 201	55

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

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://lib.aanet.ru/jirbis2/">http://lib.aanet.ru/jirbis2/</a>	Общая теория систем ориентации [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ / Ленингр. ин-т авиац. приборостроения ; сост. Г. Н. Кудряшов, А. В. Сазонов, С. Ф. Скорина. - Электрон. текстовые дан. - Л. : Изд-во ЛИАП, 1988. - 36 с.
<a href="http://lib.aanet.ru/jirbis2/">http://lib.aanet.ru/jirbis2/</a>	Исследование азимутального гироскопа направления (гироагрегата ГА-6) [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторной работы / С.- Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: В. К. Пономарев, Н. А. Овчинникова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 27 с.
<a href="http://guap.ru/guap/kaf13/meth_main.shtml">http://guap.ru/guap/kaf13/meth_main.shtml</a>	Гироскопические приборы. Часть 1. Одноосный гироскопический стабилизатор. Датчик угловой скорости с механической пружиной. Методические указания к выполнению лабораторных работ.
<a href="http://guap.ru/guap/kaf13/meth_main.shtml">http://guap.ru/guap/kaf13/meth_main.shtml</a>	Механика гироскопических систем. Методические указания к выполнению лабораторных работ.

8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– 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 11.

Таблица 11– 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 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория «Инерциальных сенсоров параметров движения», «Гироскопических систем»	1303а, 1304, 1303б
3	Кафедральные настенные стенды с препарированными инерциальными сенсорами параметров движения основания ССО	1303а, 1304, 1303б

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	Основная задача навигации
2	Свойства быстровращающихся тел
3	Принципы определения параметров ориентации и навигации
4	Поворотное ускорение и гироскопический момент
5	Видимый уход гироскопа с 3 степенями свободы
6	Закон прецессии
7	Уравнения гироскопа с 2 степенями свободы
8	Уравнения гироскопа с 3 степенями свободы
9	Уравнения движения гироскопов с тремя и двумя степенями свободы
10	Поведение гироскопов с двумя и тремя степенями свободы под воздействием постоянных моментов
11	Поведение гироскопов с двумя и тремя степенями под воздействием

12	мгновенных и гармонически изменяющихся внешних моментов
13	Влияние движения основания на поведение гироскопов с двумя и тремя степенями свободы
14	Датчики угловой скорости компенсационного типа
15	Датчик угловой скорости с механической пружиной
16	Поплавковые интегрирующие гироскопы
17	Динамически настраиваемые гироскопы с двумя степенями свободы
18	Динамически настраиваемые гироскопы с тремя степенями свободы Микромеханические акселерометры и гироскопы с двумя и тремя степенями свободы
19	Гироскопы с бесконтактным подвесом сферического ротора
20	Оптические гироскопы
21	Лазерные гироскопы
22	Волоконные оптические гироскопы
23	Волновые твердотельные гироскопы
24	Гироблоки систем гироскопической стабилизации
25	Гироскопические интеграторы линейных ускорений
26	Микромеханические ДУС
27	Микромеханические акселерометры
28	Классификация гироскопических стабилизаторов
29	Одноосные гиростабилизаторы (ОГС)
30	Двухосные гиростабилизаторы (ДГС) Трехосные гиростабилизаторы
31	(ТГС)
32	Платформенные системы ориентации
33	Бесплатформенные системы ориентации
34	Корректируемые инерциальные системы
35	Гироскопическая стабилизация КА
36	Гиродины
37	Гироскоп направления
38	Гироскопический указатель ортодромии
39	Гиромагнитный компас
40	Комплексированные курсовые системы
41	Гирокомпасы (ГК)
42	Гиромаятниковые вертикали
43	Гирогоризонт
44	Инерциальные построители вертикали
45	Гировертикали космических летательных аппаратов
46	Курсовертикали

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

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

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

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

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

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

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Учебным планом не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

#### 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целями преподавания дисциплины являются получение необходимых знаний и навыков в сферах науки и техники, имеющих полидисциплинарный характер и связанных с разработкой, испытаниями, эксплуатацией и восстановлением электросистем и пилотажно – навигационных комплексов боевых летательных аппаратов.

Знания и навыки выпускников, полученные при изучении данной дисциплины, применяются в следующих видах профессиональной деятельности:

- по гражданской специальности: эксплуатационно - техническая, производственно- технологическая, организационно – управленческая, проектно – конструкторская и испытательная, научно – исследовательская;
- в военно - профессиональной деятельности выпускников: служебная (боевая и повседневная); эксплуатационно-техническая; производственно-технологическая; проектно-конструкторская и испытательная; научно-исследовательская; военно- педагогическая (воспитательная и обучающая).

11.1. 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 обучающимися 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:

- *Введение*: устанавливается связь темы с пройденным материалом, определяются цели, задачи лекции, формулируется план лекции. Формулируются проблемы. Предлагается список информационных источников по различным взглядам на проблематику лекции. Лектор должен быть краток и выразителен. На введение отводится 5–8 минут.
- *Основное содержание*: отражаются ключевые идеи, теория вопроса. По возможности излагаются различные точки зрения. Выслушиваются суждения студентов. Студентам предлагается сформулировать выводы после каждой логической части. Представляются оценочные суждения лектора. Преподаватель формулирует резюме, подтверждаются или опровергаются ключевые идеи, высказанные в начале лекции.
- *Заключение*: делаются обобщения и выводы в целом по теме. Идет презентация будущего лекционного материала. Преподаватель определяет направления самостоятельной работы студентов.

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

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 узловое, 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.

11.3. 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, заключающаяся 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 обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися 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

1. Практические занятия проводятся после чтения лекций, дающих теоретические основы для их выполнения.

Допускается выполнение практических занятий до прочтения лекций с целью формализации проблемы для изучения теоретического материала при наличии описаний работ, включающих необходимые сведения или ссылки на конкретные учебные издания, содержащие эти сведения.

2. Основанием проведения практических занятий по дисциплине являются: рабочая программа учебной дисциплины; расписание учебных занятий.

3. Условия проведения практических занятий.

3.1 Практические занятия должны проводиться в аудиториях, соответствующих санитарно-гигиеническим нормам.

3.2 Во время практических занятий должны соблюдаться порядок и дисциплина в соответствии с Правилами внутреннего распорядка ГУАП.

3.3 Практические занятия должны быть обеспечены в достаточном объеме необходимыми методическими материалами, включающими в себя комплект методических указаний к выполнению практических работ по данной дисциплине.

3.4 Преподаватель несет ответственность за организацию практических занятий.

Он имеет право определять содержание практических работ, выбирать методы и средства проведения занятия, наиболее полно отвечающие их особенностям и обеспечивающие высокое качество учебного процесса.

4. Ответственность и обязанности студента.

4.1 До проведения практического занятия и на занятии студент имеет право задавать преподавателю вопросы по содержанию и методике выполнения работы.

Ответ преподавателя должен обеспечивать выполнение студентом работы в течение занятия в полном объеме и с надлежащим качеством подтверждаемым тестированием.

4.2 Студент имеет право на выполнение практической работы по оригинальной методике с согласия преподавателя и под его наблюдением.

4.3 Студент обязан выполнить практическую работу, пропущенную по уважительной причине, в часы, согласованные с преподавателем.

4.4 Студент обязан явиться на практическое занятие во время, установленное расписанием, и предварительно подготовленным к проведению занятий, что может контролироваться преподавателем вопросами входного контроля.

4.5 В ходе практических занятий студенты ведут необходимые записи в отдельных от материалов лекций носителях или отдельных обособленных от лекционного материала

файлах электронной информации, которые преподаватель вправе потребовать для проверки.

Допускается по согласованию с преподавателем представлять отчеты о работе в электронном виде через личный кабинет студента и преподавателя.

4.6 В течение практического занятия преподаватель контролирует правильность выполнения заданий; оценка достигнутых результатов по освоению студентом темы, раздела учебной дисциплины осуществляется в конце практического занятия (группы практических занятий) путем проверки отчета и (или) его защиты (презентации, собеседования) или другой формы по усмотрению преподавателя с применением модульно – рейтинговой системы ГУАП.

4.7 Студент несет ответственность: у за пропуск практического занятия по неуважительной причине; у за неподготовленность к практическому занятию; за несвоевременную сдачу и защиту отчета о практическом занятии.

4.8 В соответствии с требованиями стандартов качества ГУАП о системе контроля качества знаний студентов очной и заочной формы обучения студенты, пропустившие занятия и не отработавшие их к началу сессии, не допускаются к зачету или экзамену по данной дисциплине.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;

получение новой информации по изучаемой дисциплине;  
приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Требования к форме отчета о лабораторной работе определены стандартами Университета: [http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml/](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml/)

Структура отчета:

- 1) Схема лабораторной установки.
- 2) Паспортные данные исследуемой машины или приборов.
- 3) Таблицы с расчетными и опытными данными.
- 4) Основные расчетные формулы.
- 5) Алгоритмы сглаживания, аппроксимации экспериментальных данных, графики исследуемых зависимостей.
- 6) Трактовка полученных результатов и краткие выводы по работе

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет оформляется в соответствии с требованиями к изложению текста и оформлению работ следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32 – 2001.

[http://guap.ru/guap/standart/prav\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/prav_main.shtml)

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы  
Не предусмотрено.

#### Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Не предусмотрено.

#### Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Не предусмотрено.

11.6. 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).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Не предусмотрено.

11.8. 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 студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов 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