

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

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н. \_\_\_\_\_

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Овчинникова \_\_\_\_\_

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«24» июня 2024 г

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Н.А. Овчинникова \_\_\_\_\_

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«24» \_\_06\_\_ 2024 г, протокол № \_\_11\_\_

Заведующий кафедрой № 13

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_

(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)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Элементы гироскопических приборов и систем»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	24.05.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Системы управления летательными аппаратами
Наименование направленности	Приборы систем управления летательных аппаратов
Форма обучения	очная
Год приема	2024

## Аннотация

Дисциплина «Элементы гироскопических приборов и систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленности «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен координировать разработки деталей и узлов приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов в ракетно-космической промышленности»

ПК-8 «Способен представлять результаты исследований в форме отчетов, рефератов, обзоров, публикаций, докладов и заявок на изобретения»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными элементами конструкций гироскопических приборов и систем, с принципами и методами расчета физических процессов, протекающих в элементах конструкций гироскопических приборов и систем, условиями эксплуатации и влияния характеристик указанных элементов на выходные характеристики гироскопических приборов и систем

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

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

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

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания курса является ознакомление студентов с основными элементами конструкций гиросприборов и систем, ознакомление студентов с принципами и методами расчета физических процессов, протекающих в элементах конструкций гиросприборов и систем, ознакомления с условиями эксплуатации, и изучения влияния характеристик указанных элементов на выходные характеристики гиросприборов и систем.

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-1 Способен координировать разработки деталей и узлов приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов в ракетно-космической промышленности	ПК-1.3.1 знать основы проектирования и расчета элементов и узлов приборов и систем ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов ПК-1.У.1 уметь выполнять необходимые расчеты, связанные с проектированием элементов и узлов приборов и систем ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов ПК-1.В.1 владеть методиками проектирования, в том числе с использованием компьютерных технологий
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен представлять результаты исследований в форме отчетов, рефератов, обзоров, публикаций, докладов и заявок на изобретения	ПК-8.В.1 владеть навыками обобщения, формулирования и изложения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
- Математика. Математический анализ
- Физика
- Основы профилизации
- Прикладная механика
- Электротехника
- Специальные электрические машины
- Гироскопические приборы и системы

- Метрология, стандартизация и сертификация
- Основы моделирования приборов и систем
- Инженерная и компьютерная графика
- Материаловедение
- Информатика

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

- Основы схемотехники giroприборов
- Микромеханические приборы и устройства
- Эксплуатация и испытание систем управления ЛА
- Моделирование приборов и систем ЛА

### 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
		№7
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	2/ 72	2/ 72
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	38	38
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

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 7					
Раздел 1. Гироскопические приборы и условия их эксплуатации. Тема 1.1. Общая характеристика гироскопических приборов.	2				8

Тема 1.2. Условия эксплуатации гироскопических приборов.					
Раздел 2. Гиromоторы Тема 2.1. Общие сведения о гиromоторах и основные элементы. Тема 2.2. Работа гиromотора при механических нагрузках Тема 2.3. Тепловой режим гиromотора	4		4		8
Раздел 3. Подвесы гироскопических приборов. Тема 3.1. Опоры качения. Тема 3.2. Неконтактные подвесы ротора гироскопа. Тема 3.3. Упругие подвесы.	4		9		8
Раздел 4. Датчики углового положения и движения в гироскопических приборах. Тема 4.1. Датчики угла. Тема 4.2. Датчики управляющих сил и моментов.	4		4		8
Раздел 5. Демпфирующие и токопередающие устройства.	3				6
Итого в семестре:	17		17		38
Итого	17	0	17	0	38

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися 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 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	<p><b>Раздел 1. Гироскопические приборы и условия их эксплуатации.</b></p> <p>Тема 1.1. Общая характеристика гироскопических приборов. Виды и классификация гироскопических приборов. Составные части и их назначение. Технические требования к элементам гироскопических приборов. Первичные и вторичные источники питания.</p> <p>Тема 1.2. Условия эксплуатации гироскопических приборов. Параметры окружающей среды и их влияние на работу</p>

	<p>гироскопических приборов и их элементов. Механические воздействия. Особенности условий эксплуатации приборов и их элементов в космосе.</p>
<p><b>2</b></p>	<p><b>Раздел 2. Гиromоторы</b></p> <p>Тема 2.1. Общие сведения о гиromоторах и основные элементы.</p> <p>Требования, предъявляемые к гиromоторам. Основные конструктивные схемы. Основные элементы гиromоторов. Асинхронные и синхронные гиromоторы. Массовые и инерционные характеристики роторов гиromоторов. Напряжения в теле ротора. Валы и оси гиromотора. Опоры роторов гиromотора. Шарикоподшипниковые опоры. Конструктивное оформление узла опор. Смазка подшипников опор. Газодинамические опоры.</p> <p>Тема 2.2. Работа гиromотора при механических нагрузках.</p> <p>Жесткость гиromотора и ее расчет. Смещение центра масс ротора под действием линейных ускорений. Коэффициент неравножесткости гиromотора. Смещение центра масс ротора под действием вибраций. Смещение центра масс ротора, вызванное его упругим раскрытием. Шумы и вибрации шарикоподшипников. Статическая и динамическая балансировка ротора гиromотора.</p> <p>Тема 2.3. Тепловой режим гиromотора.</p> <p>Нагрев гиromотора. Потребляемая мощность. Теплоотдача гиromотора. Герметичные гиromоторы. Смещение центра масс ротора, вызванное его нагревом. Время выхода на рабочий режим. Форсированный запуск гиromотора.</p>
<p><b>3</b></p>	<p><b>Раздел 3. Подвесы гироскопических приборов.</b></p> <p>Тема 3.1. Опоры качения.</p> <p>Шарикоподшипниковые и ножевые опоры карданова подвеса. Шарикоподшипниковые узлы карданова подвеса. Распределение нагрузки в узлах подвеса. Контактные напряжения и деформации. Возмущающие моменты шарикоподшипников. Разновращающиеся шарикоподшипниковые опоры. Работа опор карданова подвеса при механических нагрузках.</p> <p>Тема 3.2. Неконтактные подвесы ротора гироскопа.</p> <p>Жидкостные, газовые, магнитные и электростатические подвесы. Жидкостный подвес в поплавковых приборах. Температурные компенсаторы жидкостных подвесов. Специфические возмущения в поплавковых приборах. Статическая газовая опора в приборах поплавкового типа. Магнитная опора сферического гироскопа. Пассивная резонансная электромагнитная опора. Активная электромагнитная опора. Электростатическая опора сферического гироскопа. Жесткость неконтактных подвесов различных типов.</p> <p>Тема 3.3. Упругие подвесы.</p> <p>Упругие подвесы роторов гироскопов. Конструкции одноколечных и двухколечных упругих подвесов. Резонансные частоты. Режимы настройки упругих подвесов. Упругие подвесы гироскопа в датчиках</p>

	угловой скорости.
<b>4</b>	<p><b>Раздел 4. Датчики углового положения и движения в гироскопических приборах.</b></p> <p>Тема 4.1. Датчики угла.</p> <p>Назначение и классификация. Потенциометрические датчики угла. Характеристики, схемы включения. Работа при механических нагрузках. Индуктивные датчики угла. Индуктивные датчики угла трансформаторного типа. Рамочные датчики угла. Сельсины и вращающиеся трансформаторы. Двухшкальные датчики. Микросины и редуктосины. Емкостные датчики. Фотоэлектрические датчики.</p> <p>Тема 4.1. Датчики управляющих сил и моментов.</p> <p>Индукционные датчики момента. Магнитоэлектрические моментные датчики. Двигатели силовой разгрузки переменного тока. Двигатели и датчики момента постоянного тока. Электрические и электромеханические характеристики датчиков момента и двигателей.</p>
<b>5</b>	<p><b>Раздел 5. Демпфирующие и токопередающие устройства.</b></p> <p>Воздушные демпферы. Жидкостные демпферы. Магнитоиндукционные демпферы. Упругие токопередающие устройства. Контактные токопередающие устройства с ограниченным и неограниченным углом поворота. Работа при механических нагрузках</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)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1.	Разборка и сборка гиromотора	2		2
2.	Исследование времени разгона и торможения гиromотора	2		2

3.	Исследование сферического гироскопа на магнитном подвесе	2		3
4.	Исследование моментов жесткости и демпфирования в датчике угловой скорости с жидкостным подвесом гиросузла	2		3
5.	Исследование индукционного датчика угла	1		4
6.	Исследование электрических характеристик синусно – косинусного вращающегося трансформатора	1		4
7.	Разборка и сборка гироскопического датчика угловой скорости	2		4
8	Исследование механических характеристик стабилизирующего двигателя постоянного тока	2		4
9.	Исследование газостатической опоры	2		5
10.	Зачетное занятие	1		
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 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	25	25
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	3	3
Всего:	38	38



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/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
<b>629.7 Н62</b>	Гироскопические системы. Элементы гироскопических приборов. Никитин Е.А., Шестов С.А., Матвеев В. А. Пельпор Д.С. (ред). М.: Высш. шк., 1988.— 432 с.	14
629.7 П12	Основы проектирования и расчета гироскопических приборов [Текст] : учебное пособие / В. А. Павлов. - Л. : Судостроение, 1967. - 407 с.	16
629.7 Д38	Детали и узлы гироскопических приборов [Текст] : атлас конструкций : учебное пособие / Г. А. Сломьянский, А. В. Агапов, Е. М. Родионов и др. - М. : Машиностроение, 1975. - 64 с.	12

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://utc-aviator.com">utc-aviator.com</a> Прочитать	Учебное пособие по теме: Авиационные гироскопические приборы

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	13-036
2	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04
3	Специализированная лаборатория «Гироскопических приборов и систем»	13-036

#### 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
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; 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»	– 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.
«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;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <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	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

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	Код индикатора
1	Виды и классификация гироскопических приборов. Составные части и их назначение.	ПК-1.3.1
2	Технические требования к элементам giroприборов.	ПК-1.3.1 ПК-8.В.1
3	Параметры окружающей среды и их влияние на работу гироскопических приборов и их элементов.	ПК-1.3.1
4	Механические воздействия. Особенности условий эксплуатации приборов и их элементов в космосе.	ПК-1.3.1
5	Требования, предъявляемые к гиromоторам.	ПК-1.3.1 ПК-8.В.1
6	Основные конструктивные схемы.	ПК-1.3.1
7	Основные элементы гиromоторов. Асинхронные и синхронные гиродвигатели.	ПК-1.3.1
8	Массовые и инерционные характеристики роторов гиromоторов.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1

9	Напряжения в теле ротора. Валы и оси гиromотора.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1
10	Шарикоподшипниковые опоры. Конструктивное оформление узла опор. Смазка подшипников опор.	ПК-1.3.1
11	Газодинамические опоры.	ПК-1.3.1
12	Жесткость гиromотора и ее расчет.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1
13	Смещение центра масс ротора под действием линейных ускорений.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1
14	Коэффициент неравножесткости гиromотора.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1
15	Смещение центра масс ротора под действием вибраций.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1
16	Смещение центра масс ротора, вызванное его упругим раскрытием.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1
17	Статическая и динамическая балансировка ротора гиromотора.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1; ПК-1.В.1;
18	Нагрев гиromотора. Потребляемая мощность. Теплоотдача гиromотора. Герметичные гиromоторы.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1; ПК-1.В.1;
19	Смещение центра масс ротора, вызванное его нагревом.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1; ПК-1.В.1;
20	Время выхода на рабочий режим. Форсированный запуск гиromотора.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1; ПК-1.В.1;
21	Шарикоподшипниковые и ножевые опоры карданова подвеса.	ПК-1.3.1
22	Шарикоподшипниковые узлы карданова подвеса. Распределение нагрузки в узлах подвеса.	ПК-1.3.1
23	Возмущающие моменты шарикоподшипников.	ПК-1.3.1
24	Разновращающиеся шарикоподшипниковые опоры.	ПК-1.3.1
25	Жидкостный подвес в поплавковых приборах. Температурные компенсаторы жидкостных подвесов.	ПК-1.3.1
26	Специфические возмущения в поплавковых приборах.	ПК-1.3.1
27	Статическая газовая опора в приборах поплавкового типа. Магнитная опора сферического гироскопа.	ПК-1.3.1
28	Пассивная резонансная электромагнитная опора.	ПК-1.3.1
29	Активная электромагнитная опора.	ПК-1.3.1
30	Электростатическая опора сферического гироскопа. Жесткость неконтактных подвесов различных типов.	ПК-1.3.1
31	Конструкции одноколечных и двухколечных упругих подвесов.	ПК-1.3.1

32	Резонансные частоты. Режимы настройки упругих подвесов.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1; ПК-1.В.1;
33	Упругие подвесы гирокамер в датчиках угловой скорости.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1; ПК-1.В.1;
34	Потенциометрические датчики угла. Характеристики, схемы включения. Работа при механических нагрузках.	ПК-1.3.1 ПК-8.В.1
35	Индуктивные датчики угла трансформаторного типа.	ПК-1.3.1
36	Рамочные датчики угла.	ПК-1.3.1
37	Сельсины и вращающиеся трансформаторы.	ПК-1.3.1
38	Двухшкальные датчики.	ПК-1.3.1
39	Микросины и редуктосины.	ПК-1.3.1
40	Емкостные датчики. Фотоэлектрические датчики.	ПК-1.3.1
41	Индукционные датчики момента.	ПК-1.3.1
42	Магнитоэлектрические моментные датчики.	ПК-1.3.1
43	Двигатели силовой разгрузки переменного тока.	ПК-1.3.1
44	Двигатели и датчики момента постоянного тока.	ПК-1.3.1
45	Электрические и электромеханические характеристики датчиков момента и двигателей.	ПК-1.3.1; ПК-1.У.1; ПК-8.В.1
46	Воздушные демпферы.	ПК-1.3.1
47	Жидкостные демпферы.	ПК-1.3.1
48	Магнитоиндукционные демпферы.	ПК-1.3.1
49	Упругие токопередающие устройства.	ПК-1.3.1
50	Контактные токопередающие устройства с ограниченным и неограниченным углом поворота. Работа при механических нагрузках.	ПК-1.3.1 ПК-8.В.1

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	Код индикатора
1	Роторный вибрационный ДНГ: момент инерции ротора относительно оси X $A = 0.00005 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$ ; моменты инерции ротора относительно осей Y, Z $B=C=0.00003 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$ ; угловая скорость вращения ротора $2000 \text{ с}^{-1}$ . Определить кинетический момент H	ПК-1.У.1 ПК-1.В.1 ПК-8.В.1

	<p>гироскопа и, из условия динамической настройки, <math>c_1=(2B-A)\omega^2</math> необходимую жесткость торсиона на кручение <math>c_1</math>.</p> <p><math>H=0,01 \text{ Нмс}</math>, <math>c_1=40\text{Нм}</math>;  <b><math>H=0,1 \text{ Нмс}</math>, <math>c_1=40\text{Нм}</math></b>;  <math>H=0,1 \text{ Нмс}</math>, <math>c_1=4\text{Нм}</math>;  <math>H=10 \text{ Нмс}</math>, <math>c_1=4\text{Нм}</math>;</p>	
2	<p>К каким последствиям приводит наличие момента сил сухого трения на оси подвеса внутренней рамки гироскопа направления?</p> <p><b>Появлению порога чувствительности по величине, корректируемой вертикальной составляющей угловой скорости основания пропорционального моменту трения</b></p> <p>Неработоспособности прибора          Колебаниям вектора в вертикальной плоскости          Все ответы верны</p>	<p>ПК-1.3.1          ПК-8.В.1</p>
3	<p>Акселерометры, датчики угловых скоростей и свободные гироскопы – это источники первичной информации для:</p> <p>а) спутниковые навигационные системы;          б) инерциальная курсоверткаль;          в) системы навигации по физическим полям Земли;          г) инерциальные навигационные системы.</p>	<p>ПК-1.3.1</p>
4	<p>Чем принцип работы гироскопа направления отличается от компасов?</p> <p>Габаритами</p> <p><b>Отсутствием момента устанавливающего подвижную часть прибора в плоскость меридиана</b></p> <p>Отсутствием подвижной части          Нет верного ответа</p>	<p>ПК-1.У.1          ПК-8.В.1</p>

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	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

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

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:

- изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- описание методов и алгоритмов, применяемых в современной теории фильтрации;
- демонстрация примеров решения задач анализа и синтеза алгоритмов обработки информации в системах навигации и управления;
- обобщение изложенного материала;
- ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

11.2. 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

Вариант задания по каждой лабораторной работе обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы. Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающийся должен подготовить необходимые данные, получить от преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы,

выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации».

### 11.3. 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).

### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

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

Порядок прохождения текущего контроля успеваемости определяется Положениями ГУАП «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Система оценивания:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно



указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

По итогам тестирования выставляется оценка: «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно». При получении менее 3-х баллов («неудовлетворительно») обучающемуся предоставляется возможность подготовиться и повторно пройти тестирование в сроки, предусмотренные учебным планом.

К промежуточной аттестации допускаются обучающиеся, полностью выполнившие учебный план, предусмотренный рабочей программой дисциплины, по всем видам учебных занятий.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

– 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 текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» [https://docs.guap.ru/guap/2020/sto\\_smk-3-76.pdf](https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf).

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