

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

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



В.К. Пономарев

(подпись)

«14» 06 2022 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

С.Ф. Скорина

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«14» июня 2022 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 13

к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

Н.А. Овчинникова

инициалы, фамилия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Расчет и синтез гиросприборов»

(Название дисциплины)

Код направления	24.03.02
Наименование направления	Системы управления движением и навигация
Наименование направленности	Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации
Форма обучения	Очная

Ответственный за ОП 24.03.02(01)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

В.К. Пономарев

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (факультета) № 1 по методической работе

Ст. преподаватель

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

В.Е. Таратун

инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Расчет и синтез гиросприборов» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 24.03.02 «Системы управления движением и навигация» направленности «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с расчетом и синтезом гироскопических приборов для систем стабилизации, ориентации и навигации подвижных объектов.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен разрабатывать отдельные детали и узлы для приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов ракетно-космической техники»

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Получение студентами необходимых знаний и практических навыков в области проектирования и синтеза гироскопических приборов и систем (ГПС) для построения систем стабилизации, ориентации и навигации (ССОН) подвижных объектов.

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 образовательной программы

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 разрабатывать отдельные детали и узлы для приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов ракетно-космической техники	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

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
- Математика. Математический анализ
- Физика
- Прикладная механика
- Электротехника
- Специальные электрические машины
- Гироскопические приборы и системы
- Метрология, стандартизация и сертификация
- Автоматизация инженерных расчетов
- 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 гиросприборов
- Микромеханические приборы и устройства
- Испытание и техническое обслуживание приборов и систем ориентации, стабилизации и навигации.

### 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
		№6
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	3/108	3/108
<b><i>Из них часов практической подготовки</i></b>	17	17
<b><i>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</i></b>	34	34
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><i>Самостоятельная работа, всего, (час)</i></b>	74	74
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции и (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
<b>Раздел 1. ГПС как датчики первичной информации для ССОН</b>	1				6
Тема 1.1. задачи, решаемые ССОН объектов различного назначения					
Тема 1.2. Основные характеристики и					

<p>требования к ГПС, принципиальные пути их реализации</p> <p>Тема 1.3. Принципы построения и характеристики ГПС</p> <p>Тема 1.4. Классификация ГПС</p>					
<p><b>Раздел 2. Особенности проектирования ГПС для ССОН.</b></p> <p>Тема 2.1. Принципы системного подхода при проектировании ГПС.</p> <p>Тема 2.2. Основные характеристики прибора как технической системы..</p> <p>Тема 2.3. Обобщенная функциональная модель ГПС..</p> <p>Тема 2.4. Структура проектных работ и этапы проектирования ГПС.</p>	2		6		7
<p><b>Раздел 3. Проектирование ГП параметров угловой ориентации объектов относительно заданной системы координат</b></p> <p>Тема 3.1. Обобщенная кинематическая схема</p> <p>Тема 3.2. Обобщенная структурная схема ГП для измерения параметров угловой ориентации</p> <p>Тема 3.3. Типовые функциональные компоненты ГП для измерения параметров угловой ориентации</p> <p>Тема 3.4. Расчет основных конструктивных параметров, элементов и цепей коррекции ГП для измерения параметров угловой ориентации</p> <p>Тема 3.5. Определение динамических и статических характеристик проектируемого ГП</p>	3		4		10
<p><b>Раздел 4. Проектирование курсовых ГП</b></p> <p>Тема 4.1. Структурные схемы ГП для измерения курсовой информации</p> <p>Тема 4.2.. Типовые функциональные компоненты цепей азимутальной и горизонтальной коррекции курсовых ГП</p> <p>Тема 4.3. Расчет элементов и цепей коррекции ГП для измерения курсовой информации</p> <p>Тема 4.4. Определение динамических и статических характеристик проектируемого курсового ГП</p>	3		3		12

<p><b>Раздел 5. Проектирование ГП для измерения угловых скоростей и угловых ускорений основания</b></p> <p>Тема 5.1. Структурные схемы ГП для измерения угловых скоростей и ускорений</p> <p>Тема 5.2.. Типовые функциональные компоненты измерителей угловых скоростей и ускорений</p> <p>Тема 5.3. Расчет функциональных элементов и цепей ГП для измерения угловых скоростей и ускорений</p> <p>Тема 5.4. Определение динамических и статических характеристик измерителей угловых скоростей и ускорений.</p>	2		4		12
<p><b>Раздел 6. Проектирование гироскопических интеграторов</b></p> <p>Тема 6.1. Структурные схемы гироскопических интеграторов</p> <p>Тема 6.2. Типовые функциональные компоненты гидроинтеграторов и цепей коррекции</p> <p>Тема 6.3. Расчет элементов и цепей коррекции гироскопических интеграторов</p> <p>Тема 6.4. Определение динамических и статических характеристик гироскопического интегратора.</p>	2				11
<p><b>Раздел 7. Проектирование гироскопических стабилизаторов</b></p> <p>Тема 7.1. Структурные схемы одно-, двух- и трехосных гироскопических стабилизаторов</p> <p>Тема 7.2. Типовые функциональные компоненты гироскопических стабилизаторов</p> <p>Тема 7.3. Расчет элементов гироскопических стабилизаторов и цепей силовой разгрузки</p> <p>Тема 7.4. Обеспечение устойчивости гироскопических стабилизаторов</p> <p>Тема 7.5. Оценка статических и динамических характеристик гироскопического стабилизатора.</p>	5				16
Итого: Итого в семестре:	17		17	0	74

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

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p><b>Раздел 1. ГПС как датчики первичной информации для ССОН.</b></p> <p>Тема 1.1. Задачи, решаемые ССОН объектов различного назначения.</p> <p>Основная задача навигации. Используемые системы координат. Задачи стабилизации. Задача автоматизации управления подвижным объектом. Задачи ориентации подвижных объектов в заданной системе координат.</p> <p>Тема 1.2. Основные характеристики и требования к ГПС, принципиальные пути их реализации.</p> <p>Метрологические характеристики. Диапазон измерения. Точность. Чувствительность и пороги чувствительности. Вариации показаний. Градуировочные характеристики. Импульсная, частотная и передаточная характеристики приборов и систем. Погрешности приборов и систем как средств измерений. Время готовности. Надежность, ресурс, стоимость, технологичность ГПС. Понятие метрологической надежности и метрологического отказа.</p> <p>Тема 1.3. Принципы построения и характеристики ГПС.</p> <p>Основные компоненты ГПС. Разновидности подвесов быстровращающегося твердого тела. Упругие подвесы тел, совершающих возвратно-поступательное или колебательное движение. Устройства съема информации в ГПС. Устройства управления положением твердого тела относительно корпуса прибора. Арретирующие устройства.</p> <p>Тема 1.4. Классификация ГПС.</p> <p>Основные классификационные признаки ГПС. Корректируемые и некорректируемые ГПС. Количество степеней свободы. Физический эффект, лежащий в основе построения ГП. Принцип использования ГПС.</p>
2	<p><b>Раздел 2. Особенности проектирования ГПС для ССОН.</b></p> <p>Тема 2.1. Принципы системного подхода при проектировании ГПС.</p> <p>Блочнo-иерархическая структура проектирования. Нисходящее и восходящее проектирование. Функциональное, информационное, структурное и другие виды описания ГПС. Проектные процедуры и операции. Структурный и параметрический синтез. Одновариантный и многовариантный анализ.</p> <p>Тема 2.2. Основные характеристики прибора как технической системы. Обобщенная схема прибора как технической системы. Схемы взаимодействия ГПС с окружающей средой. Общие и частные функции технической системы. Уровни сложности структуры прибора.</p> <p>Тема 2.3. Обобщенная функциональная модель ГПС.</p> <p>Функции преобразования информации, функции коммуникации и функции надежности. Разновидности обобщенных функциональных структур преобразования: аналоговая, дискретная и смешанная.</p> <p>Тема 2.4. Структура проектных работ и этапы проектирования ГПС.</p>

	<p>Предпроектная подготовка и проектирование. Виды проектных работ. Последовательность этапов проектирования и стадий выпуска проектной документации. Эскизное проектирование. Технический проект. Рабочий проект.</p>
3	<p><b>Раздел 3. Проектирование ГП параметров угловой ориентации объектов относительно заданной системы координат</b></p> <p>Тема 3.1. Обобщенная кинематическая схема ГП для измерения параметров угловой ориентации объекта.</p> <p>Принципы построения ГП для определения угловой ориентации объекта относительно заданной системы координат. Сравнительный анализ различных конструктивных схем построения ГП.</p> <p>Тема 3.2. Обобщенная структурная схема ГП для измерения параметров угловой ориентации.</p> <p>Структурные схемы корректируемых и некорректируемых ГП. Исследование поведения ГП при различных внешних воздействиях с помощью имитационного моделирования в среде Simulink пакета Matlab.</p> <p>Тема 3.3. Типовые функциональные компоненты ГП для измерения параметров угловой ориентации.</p> <p>Датчики углов, их разновидности и характеристики. Датчики моментов, их разновидности и характеристики. Чувствительные элементы цепей коррекции.</p> <p>Тема 3.4. Расчет основных конструктивных параметров, элементов и цепей коррекции ГП для измерения параметров угловой ориентации.</p> <p>Обоснование и выбор чувствительных элементов цепей коррекции по различным критериям.</p> <p>Тема 3.5. Определение динамических и статических характеристик проектируемого ГП.</p> <p>Исследование статических и динамических характеристик ГП при различных условиях эксплуатации с помощью имитационного моделирования в среде Simulink пакета Matlab. Оценка влияния на точностные характеристики ГП вариаций параметров ГП и его цепей коррекции.</p>
4	<p><b>Раздел 4. Проектирование курсовых ГП.</b></p> <p>Тема 4.1. Структурные схемы ГП для измерения курсовой информации. Кинематическая и структурная схемы: гироскопа направления, гирополукомпас, гироманнитного и гироиндукционного компаса, гироскопа на базе трехстепенного гироскопа и гироскопа на базе динамически настраиваемого гироскопа. Их сравнительный анализ. Преимущества и недостатки.</p> <p>Тема 4.2. Типовые функциональные компоненты цепей азимутальной и горизонтальной коррекции курсовых ГП.</p> <p>Кинематическая и моментная азимутальная коррекция. Межрамочная горизонтальная коррекция и горизонтальная коррекция с датчиком горизонта.</p> <p>Тема 4.3. Расчет элементов и цепей коррекции ГП для измерения курсовой информации.</p> <p>Сравнительный анализ источников информации для моментной азимутальной коррекции. Выбор оптимального быстродействия горизонтальной коррекции.</p>



	<p>Оценка эффективности использования различных разновидностей горизонтальной и азимутальной цепей коррекции.</p> <p>Тема 4.4. Определение динамических и статических характеристик проектируемого курсового ГП.</p> <p>Определение допустимых значений удельных составляющих скорости азимутального дрейфа. Выбор кинетического момента и типа подвеса. Выбор датчиков углов и моментов, токоподводов, арретирующих устройств.</p> <p>Тема 4.5. Конструктивная проработка прибора.</p> <p>Оценка величин моментов инерции элементов карданова подвеса. Расчет жесткости и веса конструкции прибора. Определение объема прибора. Проведение поверочного расчета погрешностей прибора и уточнение отдельных параметров.</p>
5	<p><b>Раздел 5. Проектирование ГП для измерения угловых скоростей и угловых ускорений основания</b></p> <p>Тема 5.1. Структурные схемы ГП для измерения угловых скоростей и ускорений.</p> <p>Схема датчика угловой скорости с механической пружиной. Схема датчика угловой скорости с электрической пружиной. Схема гиротохоакселерометра. Схема датчика угловой скорости на базе роторного вибрационного гироскопа. Сравнительный анализ различных схем построения датчиков угловой скорости. Причины и источники погрешностей гироскопических датчиков угловых скоростей и пути их минимизации.</p> <p>Тема 5.2. Типовые функциональные компоненты измерителей угловых скоростей и ускорений.</p> <p>Механические упругие элементы – пружины и торсионы. Зависимость упругости подвеса от конструктивных параметров упругих элементов. Канал формирования компенсирующего момента с помощью электрической пружины: датчик угла, усилительно-преобразовательный блок, датчик момента. Способы демпфирования собственных колебаний датчиков угловой скорости на базе гироскопа с двумя степенями свободы.</p> <p>Тема 5.3. Расчет функциональных элементов и цепей ГП для измерения угловых скоростей и ускорений.</p> <p>Взаимосвязь конструктивных параметров датчиков угловых скоростей с метрологическими характеристиками прибора. Выбор опор подвеса исходя из минимального значения измеряемой угловой скорости. Расчет жесткости пружины / коэффициента передачи цепи обратной связи для обеспечения заданного верхнего предела измерений прибора.</p> <p>Тема 5.4. Определение динамических и статических характеристик измерителей угловых скоростей и ускорений с помощью имитационного моделирования в среде Simulink пакета Matlab..</p> <p>Определение параметров поплавкового подвеса гироузла исходя из заданных статических и динамических характеристик прибора. Оценка влияния на точностные характеристики прибора перекрестных угловых скоростей.</p>
6	<p><b>Раздел 6. Проектирование гироскопических интеграторов</b></p> <p>Тема 6.1. Структурные схемы гироскопических интеграторов.</p>

	<p>Назначение гироскопических интеграторов линейных ускорений и интеграторов угловых скоростей. Одно и двухканальные интеграторы линейных ускорений. Кинематические и структурные схемы гироскопических интеграторов. Особенности использования гироскопических интеграторов на различных подвижных объектах.</p> <p>Тема 6.2. Типовые функциональные компоненты гидроинтеграторов и цепей коррекции.</p> <p>Датчики углов. Датчики моментов. Усилительно-преобразовательные блоки в цепях коррекции.</p> <p>Тема 6.3. Расчет элементов и цепей коррекции гироскопических интеграторов.</p> <p>Требования к функциональным элементам и цепям коррекции гироскопических интеграторов для высокодинамичных объектов. Формирование требований к жесткости конструкции гироскопического интегратора с учетом динамических свойств подвижного объекта.</p> <p>Тема 6.4. Определение динамических и статических характеристик гироскопического интегратора с помощью имитационного моделирования в среде Simulink пакета Matlab. Оценка влияния погрешностей конструкции, обусловленных огрехами конструирования и изготовления, на статические характеристики гироскопического интегратора.</p>
7	<p><b>Раздел 7. Проектирование гироскопических стабилизаторов.</b></p> <p>Тема 7.1. Структурные схемы одно-, двух- и трехосных гироскопических стабилизаторов.</p> <p>Классические и обращенные схемы кардановых подвесов, их характеристики, преимущества и недостатки, области применения. Классификация гироскопических стабилизаторов по различным классификационным признакам.</p> <p>Тема 7.2. Типовые функциональные компоненты гироскопических стабилизаторов.</p> <p>Типы чувствительных элементов гироскопических стабилизаторов: сухие и поплавковые гироскопы, индикаторные гироскопы (лазерные, волоконно-оптические, микромеханические, динамически настраиваемые гироскопы). Стабилизирующие двигатели. Редукторы в цепях силовой разгрузки внешнего момента. Корректирующие устройства в цепях силовой разгрузки внешнего момента. Сенсоры системы выставки платформы в заданное положение. Датчики угла прецессии и исполнительные элементы системы выставки платформы в заданное положение. Усилительно-преобразовательные блоки. Датчики углов поворота платформы относительно основания. Преобразователи координат для трехосных гироскопических стабилизаторов.</p> <p>Тема 7.3. Расчет элементов гироскопических стабилизаторов и цепей силовой разгрузки. Определение допустимой собственной скорости прецессии платформы исходя из некомпенсируемой скорости дрейфа гироскопа. Выбор величины кинетического момента и типа гироскопа. Выбор типа привода, определение параметров силового привода и стабилизатора. Выбор крутизны характеристики разгрузки исходя из требуемого качества стабилизации и обеспечения устойчивости.</p> <p>Тема 7.4. Обеспечение устойчивости гироскопических стабилизаторов.</p> <p>Синтез корректирующих устройств для обеспечения устойчивости гироскопических стабилизаторов. Реализация корректирующих устройств: на пассивных R-С цепях, активных четырехполюсниках, бортовых вычислительных</p>

устройствах. Тема 7.5. Оценка статических и динамических характеристик гиросtabilизатора. Определение статических и динамических характеристик гиросtabilизатора при различных условиях эксплуатации с помощью имитационного моделирования в среде Simulink пакета Matlab.
--

*Лекционные занятия могут сопровождаться демонстрацией слайдов или учебных фильмов*

#### 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
Учебным планом не предусмотрено				

#### 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)	№ раздела дисциплины
Семестр 6			
1	Разборка и сборка гиromотора	4	2
2	Исследование времени разгона и торможения гиromотора	2	2
3	Исследование сферического гироскопа на магнитном подвесе	4	3
4	Исследование моментов жесткости и демпфирования в датчике угловой скорости с жидкостным подвесом гирузла	2	3
5	Исследование индукционного датчика угла	2	4
6	Исследование электрических характеристик синусно – косинусного вращающегося трансформатора	2	4
7	Зачетное занятие	1	
Всего:		17	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	74	74
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	54	54
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	20	20
домашнее задание (ДЗ)		
контрольные работы заочников (КРЗ)		

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов указаны в п. 7 - 11

### 6. Перечень печатных и электронных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
629.7 С28	Механика гироскопических систем [Текст] : Учебное пособие для вузов / Л. А.Северов, 1996. - 212 с.	57
629.7 К64	Гироскопические системы [Текст] : учебник / С. Ф. Коновалов. - М. : Высш. шк., 1977 - 1980. Ч. 3 : Акселерометры, датчики угловой скорости, интегрирующие гироскопы и гириноинтеграторы / С. Ф. Коновалов, Е. А. Никитин, Л. М. Селиванова; Ред.: Д. С. Пельпор. - 1980. - 128 с.	8

629.7 П24	Гироскопические системы [Текст] : учебник для вузов / Д. С. Пельпор. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1986 - Ч. 1 : Теория гироскопов и гиросtabilизаторов. - М. : Высш. шк., 1986. - 423 с	10
629.7 Г51	Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем (в двух частях). Ч. II. Гироскопические стабилизаторы. Под ред. Д.С. Пельпора. Учеб. пособие для вузов. М., Высшая школа, 1977.- 223с.	10
629.7 Г51	Гироскопические системы [Текст] : Учеб. пособие для вузов / ред. Д. С. Пельпор. Ч. 3 : Элементы гироскопических приборов / Е. А. Никитин, С. А. Шестов, В. А. Матвеев, 1972. - 471 с.	7
629.7 П12	Основы проектирования и расчета гироскопических приборов. [Учебное пособие] /В.А. Паворв. –Л.: Судостроение, 1967 - 407с.	16
629.7 Б 95	Синтез систем ориентации, навигации и стабилизации с помощью ЦВМ [Текст] : учебное пособие / Г. М. Быкова, А. И. Парфенов; ред. Л. А. Северов, 1986. - 69 с.	29
629.7 Б95	Основы автоматизации проектирования систем ориентации, навигации и стабилизации [Текст] : Учебное пособие. Ч. 1 / Г. М. Быкова; Ред.: Л. А. Северов, 1982. - 100 с.	102
629.7 С28	Механика гироскопических систем [Текст] : Учебное пособие для вузов / Л. А. Северов, 1996. - 212 с.	57
629.7.054 28	Расчет и проектирование гироскопических систем ориентации и навигации [Текст] : учебное пособие / Л. А. Северов, 1986. - 58 с.	22

## 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://window.edu.ru/window/catalog?p_r id=41604">http://window.edu.ru/window/catalog?p_r id=41604</a>	СерEGIN В.В. Прикладная теория и принципы построения гироскопических систем. Учебное пособие. – СПб., ИТМО, 2007. – 75 с.
<a href="http://instrcon.susu.ac.ru/TGS.pdf">http://instrcon.susu.ac.ru/TGS.pdf</a>	Лысов А.Н., Лысова А.А. Теория гироскопических стабилизаторов: Учебное пособие – Челябинск, ЮУрГУ, 2009. -117с.
<a href="http://www.iitt.fvt.sfedu.ru/files/documents/up/U P_OPFS.pdf">http://www.iitt.fvt.sfedu.ru/files/documents/up/U P_OPFS.pdf</a>	Цибрий И.К. Основы проектирования приборов и систем. Учебное пособие. – Ростов на Дону, Южный федеральный

	университет, 2008. – 83с.
<a href="http://serv.yanchick.org/Books/%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%8C/PTG2.pdf">http://serv.yanchick.org/Books/%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%8C/PTG2.pdf</a>	Лысов А.Н., Виниченко Н.Т., Лысова А.А. Прикладная теория гироскопов. Ч. 2. Учебное пособие. – Челябинск, Изд. ЮУрГУ, 2009. – 170с.

## **8.Перечень информационных технологий**

### **8.1.Перечень программного обеспечения**

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

### **8.2.Перечень информационно-справочных систем**

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## **7. Материально-техническая база**

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории
1	Лекционная аудитория	13-03б
2	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04
3	Лаборатория гироскопических приборов	13-03б

## **10.Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

**10.1.**Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов к зачету

**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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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.

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного 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	Основные характеристики ГПС и требования к ним	ПК-1.3.1
2	Основные компоненты и функциональные узлы ГПС	ПК-1.3.1
3	Разновидности подвесов быстровращающегося твердого тела	ПК-1.3.1
4	Устройства съема и преобразования информации в ГПС.	ПК-1.3.1
5	Устройства управления положением твердого тела относительно корпуса прибора	ПК-1.3.1
6	Упругие подвесы тел, совершающих возвратно-поступательное или колебательное движение.	ПК-1.3.1
7	Принципы системного подхода при проектировании ГПС. Блочно-иерархическая структура проектирования.	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
8	Функциональное, информационное, структурное и другие виды описания ГПС.	ПК-1.3.1,
9	Проектные процедуры и операции.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
10	Структурный и параметрический синтез. Одновариантный и многовариантный анализ	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1,
11	Схемы взаимодействия ГПС с окружающей средой	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
12	Обобщенная функциональная модель ГПС	ПК-1.3.1,
13	Функции преобразования информации, функции коммуникации и функции надежности.	ПК-1.3.1,
14	Структура проектных работ и этапы проектирования ГПС.	ПК-1.В.1,
15	Виды проектных работ.	
16	Эскизное проектирование. Технический проект. Рабочий проект.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
17	Этапы, стадии проектирования и выпуска проектной документации	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
18	Обобщенная кинематическая схема ГП для измерения параметров угловой ориентации объекта.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1



19	Сравнительный анализ различных конструктивных схем построения ГП для определения угловой ориентации.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
20	Обобщенная структурная схема ГП для измерения параметров угловой ориентации	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
21	Типовые функциональные компоненты ГП для измерения параметров угловой ориентации.	ПК-1.3.1,
22	Датчики углов, их разновидности и характеристики.	ПК-1.3.1,
23	Датчики моментов, их разновидности и характеристики.	ПК-1.3.1,
24	Чувствительные элементы цепей коррекции приборов для определения параметров угловой ориентации объекта.	ПК-1.3.1,
25	Расчет основных конструктивных параметров и элементов ГП для измерения параметров угловой ориентации	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
26	Расчет цепей коррекции ГП для измерения параметров угловой ориентации.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
27	Определение динамических и статических характеристик проектируемого ГП по результатам имитационного моделирования	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
28	Кинематическая и структурная схемы: гироскопа направления / гирополукомпас / гиромагнитного / гироиндукционного компаса / гирокомпас на базе трехстепенного гироскопа / гирокомпас на базе динамически настраиваемого гироскопа.	ПК-1.3.1,
29	Типовые функциональные компоненты цепей азимутальной и горизонтальной коррекции курсовых ГП	ПК-1.3.1,
30	Кинематическая и моментная азимутальная коррекция.	ПК-1.3.1, ПК-1.3.1,
31	Межрамочная горизонтальная коррекция и горизонтальная коррекция с датчиком горизонта.	ПК-1.3.1,
32	Расчет элементов и цепей коррекции ГП для измерения курсовой информации.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
33	Сравнительный анализ источников информации для моментной азимутальной коррекции	ПК-1.3.1,
34	Определение допустимых значений удельных составляющих скорости азимутального дрейфа курсовых приборов	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
35	Структурные схемы ГП для измерения угловых скоростей и ускорений	ПК-1.3.1,
36	Схема гиротохоакселерометра	ПК-1.3.1,
37	Сравнительный анализ различных схем построения датчиков угловой скорости.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
38	Причины и источники погрешностей гироскопических датчиков угловых скоростей и пути их минимизации	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1,

		ПК-1.В.1
39	Типовые функциональные компоненты измерителей угловых скоростей и ускорений.	ПК-1.3.1,
40	Расчет канала формирования компенсирующего момента с помощью электрической пружины: датчик угла, усилительно-преобразовательный блок, датчик момента.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
41	Способы и выбор параметров демпфирования собственных колебаний датчиков угловой скорости на базе гироскопа с двумя степенями свободы.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
42	Взаимосвязь конструктивных параметров датчиков угловых скоростей с метрологическими характеристиками прибора	ПК-1.3.1,
43	Выбор опор подвеса исходя из минимального значения измеряемой угловой скорости.	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
44	Расчет жесткости пружины / коэффициента передачи цепи обратной связи для обеспечения заданного верхнего предела измерений прибора.	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
45	Определение параметров поплавкового подвеса гирузла исходя из заданных статических и динамических характеристик прибора	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
46	Структурные схемы гироскопических интеграторов линейных ускорений / угловых скоростей	ПК-1.3.1,
47	Одно и двухканальные интеграторы линейных ускорений	ПК-1.3.1,
48	Типовые функциональные компоненты гироскопических интеграторов и цепей коррекции	ПК-1.3.1,
49	Расчет элементов и цепей коррекции гироскопических интеграторов	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
50	Формирование требований к жесткости конструкции гироскопического интегратора с учетом динамических свойств подвижного объекта	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
51	Оценка влияния погрешностей конструкции, обусловленных огрехами конструирования и изготовления, на статические характеристики гироскопического интегратора.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
52	Определение статических и динамических характеристик гироскопического стабилизатора при различных условиях эксплуатации с помощью имитационного моделирования в среде Simulink пакета Matlab.	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
53	Преобразователи координат для трехосных гироскопических стабилизаторов.	ПК-1.3.1,
54	Определение допустимой собственной скорости прецессии платформы исходя из некомпенсируемой скорости дрейфа гирузла.	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
55	Выбор крутизны характеристики разгрузки гироскопического стабилизатора исходя из требуемого качества стабилизации и обеспечения устойчивости.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
56	Синтез корректирующих устройств для обеспечения устойчивости гироскопического стабилизатора	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1

57	Реализация корректирующих устройств	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
58	Стабилизирующие двигатели и редукторы в цепях силовой разгрузки внешнего момента.	ПК-1.3.1,
59	Корректирующие устройства в цепях силовой разгрузки внешнего момента.	ПК-1.3.1,
60	Датчики угла прецессии и исполнительные элементы системы выставки платформы в заданное положение.	ПК-1.3.1,
61	Определение статических и динамических характеристик гиросtabilизатора при различных условиях эксплуатации с помощью имитационного моделирования в среде Simulink пакета Matlab.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1

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

Таблица 17 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

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

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
	Не предусмотрено	

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

Таблица 19 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	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.

## **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 обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- 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 прохождению 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.

### **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.guar.ru](http://www.guar.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guar.ru](http://www.guar.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.

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-методические материалы по дисциплине.

#### **11.4.Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов в форме дифференцированный зачета 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 программы 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