

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)

«29»\_\_05\_\_2021 г.

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

Санкт-Петербург 2021

## 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

«29» мая 2021 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 13

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание

  
подпись дата

Н.А. Овчинникова

инициалы, фамилия

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 giroприборов» 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 приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов»

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 приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов	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 giroприборов
- 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, гирополукомпы, гироманитного 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 гиrouзла	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, ЮУр ГУ, 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 / гиромангнитного / гироиндукционного компаса / гироскопа на базе трехстепенного гироскопа / гироскопа 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 гиروزла 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 гиروزла.	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».

## 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