

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

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ

Ответственный за образовательную
программу

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

В.К. Пономарев

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«18» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Расчет и синтез giroприборов»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	24.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Системы управления движением и навигация
Наименование направленности	Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Ст. преподаватель к ф-м.н
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Лезова И.Е.

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«18» февраля 2025 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 13

Доцент, 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)

Аннотация

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

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»

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

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 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является: изучение принципов построения приборов ориентации и навигации, использующих в своей основе различные физические законы, а также причин происхождения основных методических инструментальных погрешностей; а также приобретение способностей построения математического описания, анализа, исследования и оптимизации характеристик объектов исследования и выбора численных методов их исследования. Задачами изучения дисциплины является формирование знаний, умений и навыков вывода и исследования уравнений движения, расчёта основных характеристик при различных условиях эксплуатации приборов навигации и ориентации. Основными программными системами, которые используются в дисциплине, это MATLAB и Simulink. Приобретенные навыки предназначены для использования в последующих специальных курсах, а также научной и практической деятельности.

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 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 может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися 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
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	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)		
Самостоятельная работа, всего (час)	38	38
Вид промежуточной аттестации: 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 (ГПС) как датчики первичной информации для систем стабилизации, ориентации и навигации (ССОН) Тема 1.1. задачи, решаемые ССОН объектов различного назначения Тема 1.2. Основные характеристики и требования к ГПС, принципиальные пути их	1				6

<p>реализации</p> <p>Тема 1.3. Принципы построения и характеристики ГПС</p> <p>Тема 1.4 Классификация ГПС</p>					
<p>Раздел 2.</p> <p>Особенности проектирования ГПС для ССОН.</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>Раздел 3.</p> <p>Проектирование ГП параметров угловой ориентации объектов относительно заданной системы координат</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>Раздел 4.</p> <p>Проектирование курсовых ГП</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

Раздел 5. Проектирование ГП для измерения угловых скоростей и угловых ускорений основания Тема 5.1. Структурные схемы ГП для измерения угловых скоростей и ускорений Тема 5.2. Типовые функциональные компоненты измерителей угловых скоростей и ускорений Тема 5.3. Расчет функциональных элементов и цепей ГП для измерения угловых скоростей и ускорений Тема 5.4. Определение динамических и статических характеристик измерителей угловых скоростей и ускорений.	2		4		12
Раздел 6. Проектирование гироскопических интеграторов Тема 6.1. Структурные схемы гироскопических интеграторов Тема 6.2. Типовые функциональные компоненты гидроинтеграторов и цепей коррекции Тема 6.3. Расчет элементов и цепей коррекции гироскопических интеграторов Тема 6.4. Определение динамических и статических характеристик гироскопического интегратора.	2				11
Раздел 7. Проектирование гироскопических стабилизаторов Тема 7.1. Структурные схемы одно-, двух- и трехосных гироскопических стабилизаторов Тема 7.2. Типовые функциональные компоненты гироскопических стабилизаторов Тема 7.3. Расчет элементов гироскопических стабилизаторов и цепей силовой разгрузки Тема 7.4. Обеспечение устойчивости гироскопических стабилизаторов Тема 7.5. Оценка статических и динамических характеристик гироскопического стабилизатора.	4				16
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
1	Раздел 1. ГПС как датчики первичной информации для ССОН. Тема 1.1. Задачи, решаемые ССОН объектов различного назначения. Основная задача навигации. Используемые системы координат. Задачи стабилизации. Задача автоматизации

	<p>управления подвижным объектом. Задачи ориентации подвижных объектов в заданной системе координат. Тема 1.2. Основные характеристики и требования к ГПС, принципиальные пути их реализации. Метрологические характеристики. Диапазон измерения. Точность. 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. 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.</p> <p>Тема 1.4. Классификация ГПС. Основные классификационные признаки ГПС. Корректируемые и некорректируемые ГПС. Количество степеней свободы. Физический эффект, лежащий в основе построения ГП. Принцип использования ГПС.</p>
2	<p>Раздел 2. Особенности проектирования ГПС для ССОН.</p> <p>Тема 2.1. Принципы системного подхода при проектировании ГПС. Блочнo-иерархическая структура проектирования.. 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. 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. Виды проектных работ. Последовательность этапов проектирования и стадий выпуска проектной документации. Технический проект. Рабочий проект.</p>

3	<p>Раздел 3. Проектирование ГП параметров угловой ориентации объектов относительно заданной системы координат</p> <p>Тема 3.1. Обобщенная кинематическая схема ГП для измерения параметров угловой ориентации объекта. 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. Структурные схемы корректируемых и некорректируемых ГП. Исследование поведения ГП при различных внешних воздействиях с помощью имитационного моделирования в среде Simulink.</p> <p>Тема 3.3. Типовые функциональные компоненты ГП для измерения параметров угловой ориентации. 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. Обоснование и выбор чувствительных элементов цепей коррекции по различным критериям.</p> <p>Тема 3.5. Определение динамических и статических характеристик проектируемого ГП. Исследование статических и динамических характеристик ГП при различных условиях эксплуатации с помощью имитационного моделирования в среде Simulink..</p>
4	<p>Раздел 4. Проектирование курсовых ГП.</p> <p>Тема 4.1. Структурные схемы ГП для измерения курсовой информации. Кинематическая и структурная схемы: гироскопа направления, гирополукомпаса, 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. 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. Сравнительный анализ источников информации для моментной азимутальной коррекции. Выбор оптимального быстродействия</p>

	<p>горизонтальной коррекции. Оценка эффективности использования различных разновидностей горизонтальной и азимутальной цепей коррекции.</p> <p>Тема 4.4. Определение динамических и статических характеристик проектируемого курсового ГП. Определение допустимых значений удельных составляющих скорости азимутального дрейфа. Выбор кинетического момента и типа подвеса. Выбор датчиков углов и моментов, токоподводов, корректирующих устройств.</p>
5	<p>Раздел 5. Проектирование ГП для измерения угловых скоростей и угловых ускорений основания</p> <p>Тема 5.1. Структурные схемы ГП для измерения угловых скоростей и ускорений. Схема датчика угловой скорости с механической пружиной. Схема датчика угловой скорости с электрической пружиной. Схема гироскопа-акселерометра. 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. Механические упругие элементы - пружины и торсионы. Зависимость упругости подвеса от конструктивных параметров упругих элементов. 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. Взаимосвязь конструктивных параметров датчиков угловых скоростей с метрологическими характеристиками прибора.</p> <p>Тема 5.4. Определение динамических и статических характеристик измерителей угловых скоростей и ускорений с помощью имитационного моделирования в среде Simulink. Оценка влияния на точностные характеристики прибора перекрестных угловых скоростей.</p>
6	<p>Раздел 6. Проектирование гироскопических интеграторов</p> <p>Тема 6.1. Структурные схемы гироскопических интеграторов. 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</p>

	<p>гидроинтеграторов и цепей коррекции. Датчики углов. Датчики моментов. Усилительно-преобразовательные блоки в цепях коррекции.</p> <p>Тема 6.3. Определение динамических и статических характеристик гироскопического интегратора с помощью имитационного моделирования в среде Simulink. Оценка влияния погрешностей конструкции, обусловленных огрехами конструирования и изготовления, на статические характеристики гироскопического интегратора.</p>
7	<p>Раздел 7. Проектирование гироскопических стабилизаторов.</p> <p>Тема 7.1. Структурные схемы одно-, двух- и трехосных гироскопических стабилизаторов. 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. 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. 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 требуемых качеств стабилизации и обеспечения устойчивости.</p> <p>Тема 7.4. Обеспечение устойчивости гироскопических стабилизаторов. Синтез корректирующих устройств для обеспечения устойчивости гироскопических стабилизаторов. Реализация корректирующих устройств: на пассивных КС цепях, активных четырехполосниках, бортовых вычислительных устройствах.</p>

	Тема 7.5. Оценка статических и динамических характеристик гиросtabilизатора.
--	--

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	4	4	2
2	Исследование времени разгона и торможения гиromотора	2	2	2
3	Исследование сферического гироскопа на магнитном подвесе	4	3	3
4	Исследование моментов жесткости и демпфирования в датчике угловой скорости с жидкостным подвесом гиросузла	2	1	3
5	Исследование индукционного датчика угла	2	2	4
6	Исследование электрических характеристик синусно - косинусного вращающегося трансформатора	2	2	4
7	Зачетное занятие	1	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)	18	18
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	20	20
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
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)
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 гиросинтезаторы / 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 гиросинтезаторов. - М. : Высш, шк., 1986. - 423 с	10
629.7 Г51	Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем (в двух частях). Ч. П. Гироскопические стабилизаторы. Под ред. Д.С. Пельпора. Учеб, пособие для вузов. М., Высшая школа, 1977,- 223с	10
629.7	Гироскопические системы [Текст]: Учеб,	7

Г51	пособие для вузов / ред. Д. С. Пельпор. Ч. 3 : Элементы гироскопических приборов / Е. А. Никитин, С. А. Шестов, В. А. Матвеев, 1972. - 471 с	
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
https://books.ifmo.ru/book/272/prikladnaya_teoriya_i_principy_postroeniya_giroskopicheskikh_sistem/_uchebnoe_posobie..html	СерEGIN В.В. Прикладная теория и принципы построения гироскопических систем. Учебное пособие. - СПб., ИТМО, 2007. - 75 с.
https://baumanka.pashinin.com/IU2/sem11/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F%20%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2.pdf	ЛЫСОВ А.Н., ЛЫСОВА А. А. Теория гироскопических стабилизаторов: Учебное пособие - Челябинск, ЮУр ГУ, 2009 .-117с.
https://baumanka.pashinin.com/IU2/sem5/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F%20%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2.pdf	ЛЫСОВ А.Н., Виииченко Н.Т.,

A1%D0%9D/2%20%D0%A0%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82/%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D1%8B.pdf	Лысова А.А. Прикладная теория гироскопов. Ч. 2. Учебное пособие. - Челябинск, Изд. ЮУрГУ, 2009. - 170с.
--	---

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	Класс для деловой игры	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; Задачи.

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

использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 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	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. Блочнo-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 / гиरोиндукционного 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
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.У.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, ПК-1.У.1, ПК-1.В.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 гироскопа 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	ПК-1.3.1

	и цепей коррекции	
49	Расчет элементов и цепей коррекции гиросинтезаторов	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
50	Формирование требований к жесткости конструкции гиросинтезатора 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 гиросинтезатора.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
52	Определение статических и динамических характеристик гиросинтезатора 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 гиросинтезаторов.	ПК-1.3.1
54	Определение допустимой собственной скорости прецессии платформы исходя из некомпенсируемой скорости дрейфа гиросинтезатора.	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
55	Выбор крутизны характеристики разгрузки гиросинтезатора 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 гиросинтезатора	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.В.1
61	Определение статических и динамических характеристик гиросинтезатора 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 – 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	Указать правильную последовательность разработки технического	ПК-1.3.1

	<p>предложения проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. подбор патентных материалов 2. предложение возможных вариантов реализации системы, удовлетворяющих ТЗ 3. разработка и анализ структурной схемы и алгоритма работы 4. выбор функциональных блоков проектируемой системы 5. решение принципиальных вопросов метрологического, программного и методического обеспечения 6. рассмотрение и утверждение технического предложения 	
2	Что должна иметь ГПС, чтобы иметь возможность воспринимать информацию извне и передавать ее потребителям?	ПК-1.3.1
3	<p>Указать правильную последовательность стадий разработки проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. техническое задание 2. техническое предложение 3. эскизный проект 4. технический проект 5. рабочая документация 	ПК-1.3.1
4	<p>Техническое задание должно содержать следующие основные сведения, характеризующие проектируемую ГПС:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основное назначение – технические характеристики – стадии разработки – специальные требования к системе – все перечисленное верно. 	ПК-1.3.1
5	<p>Указать правильная последовательность проектирования ГПС:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. рассматривается техническая литература, посвященная физическим принципам, которые могут быть положены в основу построения схемы данного прибора 2. изучаются схемы и конструкции ранее разработанных приборов аналогичного назначения, оцениваются их достоинства и недостатки, определяется степень их соответствия техническим требованиям 3. разрабатываются функциональная и кинематическая схемы прибора 4. производится выбор метода получения первичной информации и метода преобразования выходного сигнала чувствительного элемента в выходной сигнал прибора 5. определяются типы необходимых преобразующих элементов, формируются структурная и принципиальная схемы прибора 6. производится выбор и теоретическое обоснование параметров схемы и конструкции прибора 7. всесторонние экспериментальные исследования опытных образцов прибора 8. конструирование прибора 9. оформление чертежей, содержащих общие виды прибора и входящие в него сборочные единицы, электрические монтажные схемы, спецификации и чертежи деталей 10. изготовление и всесторонние испытания опытных образцов. 	ПК-1.3.1

6	Как могут соединяться между собой элементы ГПС?	ПК-1.3.1
7	Указать правильную последовательность расчета статических характеристик ГПС -составляется структурная схема прибора -рассчитывают характеристики и чувствительность всех звеньев -производят расчет характеристики и чувствительности прибора в целом	ПК-1.3.1
8	При каких воздействиях принято оценивать динамические характеристики приборов – ступенчатым – импульсным – синусоидальным – все перечисленное верно.	ПК-1.3.1
9	Для повышения быстродействия ГПС используют следующие методы, основанные на: - на оптимизации параметров измерительной системы, – на введении последовательных корректирующих звеньев – на введении корректирующих обратных связей – на использовании систем с переменной структурой – все перечисленное верно.	ПК-1.3.1
10	Для расчета погрешности ГПС по структурной схеме необходимо знать погрешности всех его преобразующих звеньев, которые могут быть определены: – по результатам экспериментальных исследований образцов – по справочным данным, если используются стандартные звенья – все перечисленное верно	ПК-1.3.1
11	Выберите правильный ответ. Иерархический уровень, на котором проектируют ГПС и его составные части называется: а) системным уровнем б) макроуровнем в) микроуровнем	ПК-1.3.1
12	Показателями надёжности для ГПС являются а) безотказность б) ремонтпригодность в) помехозащищенность.	ПК-1.3.1

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 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 заданий, 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) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП (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. 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 обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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