

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

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

В.М. Ананенко

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«26» марта 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы проектирования гироскопических приборов и систем»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	24.04.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Системы управления движением и навигация
Наименование направленности/ специализации	Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к ф-м н

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

И.Е. Лезова

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«26» марта 2026 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 13

К.Т.Н., доц.

(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 «Методы проектирования гироскопических приборов и систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 24.04.02 «Системы управления движением и навигация» направленности/специализации «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте»

ОПК-2 «Способен ставить и решать задачи по проектированию, конструированию и производству объектов профессиональной деятельности при использовании современных информационных технологий»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием инерциальных сенсоров параметров движения основания – гироскопических приборов и систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практическая самостоятельная работа обучающегося, курсовое проектирование

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (2 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 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 гироскопических приборов и систем для решения задач построения систем стабилизации, ориентации и навигации (ССОН) подвижных объектов.

- Приобретений знаний построения кинематических схем приборов ориентации и навигации их математического описания, исследования погрешностей прибора при различных условиях эксплуатации с учетом внешних воздействий.
- Формирование умений расчета основных характеристик приборов навигации и ориентации, вывода уравнений движения, их исследование при различных условиях эксплуатации приборов

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части 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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ОПК-1.3.1 знать приемы приобретения и применения новых знаний для решения профессиональных задач ОПК-1.У.1 уметь применять знания фундаментальных наук и профессиональные знания для решения актуальных технических задач ОПК-1.В.1 иметь навыки решения нестандартных задач, обладает кругозором, знает тенденции и актуальные направления развития техники, требующие совершенствования
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен ставить и решать задачи по проектированию, конструированию и производству объектов профессиональной деятельности при использовании современных информационных технологий	ОПК-2.3.1 знать методы и средства проектирования, конструирования, производства, испытания и эксплуатации ОПК-2.У.1 уметь применять методы и средства проектирования, конструирования, производства, испытания и эксплуатации ОПК-2.В.1 иметь навыки решения задач проектирования, конструирования, производства, испытания и эксплуатации

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Методология научных исследований,
- Схемотехника гироскопических приборов,
- Современная теория управления

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

- Интегрированные системы ориентации и навигации,
- Системы ориентации и управления космических аппаратов,
- Подготовке и написании выпускной квалификационной работы.

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
		№2
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	6/ 216	6/ 216
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	63	63
Самостоятельная работа, всего (час)	85	85
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.,	Экз.,

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/КР (час)	СР (час)
Семестр 2					
Раздел 1 ГПС как датчики первичной информации для ССОН. Тема 1.1. Задачи, решаемые ССОН объектов различного назначения. Тема 1.2. Основные характеристики и требования к ГПС, принципиальные пути их реализации. Тема 1.3. Принципы построения и характеристики ГПС.	3	3			15

Тема 1.4. Классификация ГПС.					
<p>Раздел 2. 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>	5	4			6
<p>Раздел 3. Проектирование ГПС параметров угловой ориентации объектов относительно заданной системы координат</p> <p>Тема 3.1. Обобщенная кинематическая схема прибора</p> <p>Тема 3.2. Обобщенная структурная схема ГПС для измерения параметров угловой ориентации</p> <p>Тема 3.3. Типовые функциональные компоненты ГПС для измерения параметров угловой ориентации</p> <p>Тема 3.4. Расчет основных конструктивных параметров, элементов и цепей коррекции ГПС для измерения параметров угловой ориентации</p> <p>Тема 3.5. Определение динамических и статических характеристик проектируемого прибора</p>	5	5			10
<p>Раздел 4. Проектирование курсовых ГПС.</p> <p>Тема 4.1. Структурные схемы ГПС для измерения курсовой информации.</p> <p>Тема 4.2. Типовые функциональные компоненты цепей азимутальной и горизонтальной коррекции курсовых ГПС.</p> <p>Тема 4.3. Расчет элементов и цепей коррекции ГПС для измерения курсовой информации.</p> <p>Тема 4.4. Определение динамических и статических характеристик проектируемого курсового ГПС.</p>	5	5			12
<p>Раздел 5. Проектирование ГПС для измерения угловых скоростей и угловых ускорений основания.</p> <p>Тема 5.1. Структурные схемы ГПС 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 ГПС для измерения угловых скоростей и ускорений.</p> <p>Тема 5.4. Определение динамических и статических характеристик измерителей угловых скоростей и ускорений.</p>	5	5			15

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 гидроинтеграторов. Тема 6.4. Определение динамических и статических характеристик гидроинтегратора.	5	5			7
Раздел 7. Проектирование гироскопических стабилизаторов. Тема 7.1. Структурные схемы одно-, двух- и трехосных гироскопических стабилизаторов. Тема 7.2. Типовые функциональные компоненты гиростабилизаторов. Тема 7.3. Расчет элементов гиростабилизаторов и цепей силовой разгрузки. Тема 7.4. Обеспечение устойчивости гироскопических стабилизаторов. Тема 7.5. Оценка статических и динамических характеристик гиростабилизатора.	6	8			15
Итого в семестре:	34	34			85
Итого	34	34	0	0	85

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 управления подвижным объектом. Задачи ориентации подвижных объектов в заданной системе координат. Демонстрация учебных фильмов. Тема 1.2. Основные характеристики и требования к ГПС, принципиальные пути их реализации. Метрологические характеристики. Диапазон измерения. Точность. Чувствительность и пороги чувствительности. Вариации показаний. Градуировочные характеристики. Погрешности приборов и систем как средств измерений. Время готовности. Надежность, ресурс, стоимость, технологичность ГПС. Понятие метрологической надежности и метрологического отказа.

	<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. Блочнойерархическая 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. 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. Эскизное проектирование. 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.</p> <p>Тема 3.2. Обобщенная структурная схема ГП для измерения</p>

	<p>параметров угловой ориентации. 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. 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 различному критерию.</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 пакета Matlab. Оценка влияния на точностные характеристики ГП вариаций параметров ГП и его цепей коррекции.</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, 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. 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 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.</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 гирихоакселерометра. Схема датчика угловой скорости на базе роторного вибрационного гироскопа.</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. Канал формирования компенсирующего момента с помощью электрической пружины: датчик угла, 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. 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.. Определение параметров поплавкового подвеса гириузла исходя из заданных статических и динамических характеристик прибора.</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 гириинтеграторов на различных подвижных объектах.</p> <p>Тема 6.2. Типовые функциональные компоненты гириинтеграторов и цепей коррекции. Датчики углов. Датчики моментов. Усилительнопреобразовательные блоки в цепях коррекции.</p> <p>Тема 6.3. Расчет элементов и цепей коррекции гириинтеграторов. Требования к функциональным элементам и цепям коррекции гириинтеграторов для</p>

	<p>высокодинамичных объектов. Формирование требований к жесткости конструкции гироскопического гироскопа с учетом динамических свойств подвижного объекта.</p> <p>Тема 6.4. Определение динамических и статических характеристик гироскопического гироскопа с помощью имитационного моделирования в среде Simulink пакета Matlab. Оценка влияния погрешностей конструкции, обусловленных огрехами конструирования и изготовления, на статические характеристики гироскопического гироскопа.</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. 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.</p> <p>Тема 7.3. Расчет элементов гироскопических стабилизаторов и цепей силовой разгрузки. Определение допустимой собственной скорости прецессии платформы исходя из некомпенсируемой скорости дрейфа.</p> <p>Тема 7.4. Обеспечение устойчивости гироскопических стабилизаторов. Синтез корректирующих устройств для обеспечения устойчивости гироскопических стабилизаторов. Реализация корректирующих устройств: на пассивных R-C цепях, активных четырехполюсниках, бортовых вычислительных устройствах.</p> <p>Тема 7.5. Оценка статических и динамических характеристик гироскопического стабилизатора. Определение статических и динамических характеристик гироскопического стабилизатора при различных условиях эксплуатации с помощью имитационного моделирования в среде Simulink пакета</p>

	Matlab. Исследование влияния вариаций параметров гиросtabilизатора на его точностные характеристики.
--	--

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
Семестр 2					
1	Построение функциональной структуры гироскопического прибора для измерения угловой скорости вращения основания	Семинар	2	2	5
2	Построение функциональной структуры гироскопических интеграторов линейных ускорений и угловых скоростей	Семинар	2	2	6
3	Построение функциональной структуры гироскопического прибора для определения угловой ориентации объекта	Семинар	2	2	3
4	Построение функциональной структуры гироскопического прибора для измерения курсовой информации	Семинар	2	2	4
5	Разработка требований к элементам функциональной структуры гироскопического прибора	Семинар	2	2	1
6	Построение	Семинар	2	2	2

	функциональной структуры гироскопических стабилизаторов				
7	Анализ заданных условий эксплуатации, ранжирование требований к элементам функциональной структуры ГПС	Семинар	2	2	1
8	Выбор и обоснование преобразователей информации и функциональных компонентов для выбранной функциональной структуры	Семинар	2	2	3-7
9	Расчет статических и динамических характеристик прибора полученной функциональной структуры	Семинар	2	2	3-7
10	Синтез и оптимизация функциональных структур ГПГС	Семинар	2	2	6
11	Расчет параметров элементов и функциональных узлов ГПГС	Семинар	2	2	6
12	Силовые расчеты элементов конструкции ГПГС	Семинар	2	2	3-7
13	Расчет и проектирование элементов цепей коррекции и начальной выставки ГПГС	Семинар	2	2	3-7
14	Расчет динамической погрешности ГПГС, вызванной несоответствием параметров номинальным	Семинар	2	2	3-7

	значениям				
15	Анализ инструментальных погрешностей ГПС	Семинар	2	2	3-7
16	Анализ методических погрешностей ГПГС	Семинар	4	2	3-7
Всего			34		

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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Выполнение курсового проекта/ 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 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	17	30
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)	30	30
Выполнение реферата (Р)	30	17
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	4	4
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	4	4
Всего:	85	85

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

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 К64	Гироскопические системы [Текст] : учебник / С. Ф. Коновалов. - М. :Высш. шк., 1977 - 1980. Ч. 3 : Акселерометры, датчики угловой скорости, интегрирующие гироскопы и гироинтеграторы / С. Ф. Коновалов, Е. А. Никитин, Л. М. Селиванова; Ред.: Д. С. Пельпор. - 1980. - 128 с.	18
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 гиростабилизаторов. - М. :Высш. шк., 1986. - 423 с	20
629.7 Г51	Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем (в двух частях). Ч. II. Гироскопические	20
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.	17
629.7 С28	Механика гироскопических систем [Текст] : Учебное пособие для вузов / Л. А.Северов, 1996. - 212 с.	57
629.7 П12	Основы проектирования и расчета гироскопических приборов. [Учебное пособие] /В.А. Павлов. –Л.: Судостроение, 1967/ - 407с.	26
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.	57
629.7 Б96	Основы автоматизации проектирования систем ориентации, навигации и стабилизации [Текст] : Учебное пособие. Ч. 1 / Г. М. Быкова; Ред.: Л. А. Северов,	22

	1982. - 100 с.	
629.7 С96	Расчет и проектирование гироскопических систем ориентации и навигации [Текст]: учебное пособие / Л. А. Северов, 1986. - 58	47
629.7 С38	Расчет, синтез и проектирование гироскопических приборов и гиростабилизаторов. Методические указания. / Скорина С.Ф., 2017. - 50с.	50

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

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 таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	13-03 БМ
2	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04 БМ
3	Специализированная приборов и систем» лаборатория «Гироскопических	13-03а, 13-03б БМ

4	Кафедральные стенды с препарированными ГПС	13-01 БМ
---	--	----------

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты*; Задачи; Тесты.
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой дисциплины

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– 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. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий^{**}.

Примечание: ^{**} по решению кафедры процент правильно выполненных тестовых заданий может быть изменен.

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
1	Основные характеристики ГПС и требования к ним. Основные компоненты и функциональные узлы ГПС. Разновидности подвесов быстровращающегося твердого тела. Устройства съема и преобразования информации в ГПС. Устройства управления положением ротора относительно корпуса прибора. Упругие подвесы тел, совершающих возвратно-поступательное или колебательное движение. Функциональное, информационное, структурное и другие виды описания ГПС. Проектные процедуры и операции.	ОПК-1.3.1
2	Схемы взаимодействия ГПС с окружающей средой. Обобщенная функциональная модель ГПС. Функции преобразования информации, коммуникации и надежности. Структура проектных работ и этапы проектирования ГПС	ОПК-1.У.1
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 приборов для определения параметров угловой ориентации объекта. Расчет основных конструктивных параметров и элементов ГП для измерения параметров угловой ориентации. Расчет цепей коррекции ГП для измерения параметров угловой ориентации.	ОПК-1.В.1
4	Межрамочная горизонтальная коррекция и горизонтальная коррекция с датчиком горизонта. Расчет элементов и цепей коррекции ГП для получения курсовой информации. Определение допустимых значений, составляющих скорости азимутального дрейфа курсовых приборов Структурные схемы ГП для измерения угловых скоростей и ускорений Кинематическая схема гироскопического гироскопа Сравнительный анализ различных схем построения датчиков угловой скорости. Причины и источники погрешностей гироскопических датчиков	ОПК-2.3.1

	угловых скоростей и пути их минимизации	
	Расчет жесткости пружины / коэффициента передачи цепи обратной связи для обеспечения заданного верхнего предела измерений прибора. Определение параметров поплавкового подвеса гиросузда исходя из заданных статических и динамических характеристик прибора. Структурные схемы гироскопических интеграторов линейных ускорений / угловых скоростей. Одно и двухканальные интеграторы линейных ускорений Типовые функциональные компоненты гироскопических интеграторов и цепей коррекции.	ОПК-2.У.1
6	Оценка влияния погрешностей конструкции, обусловленных огрехами конструирования и изготовления, на статические характеристики гироскопического интегратора. Определение статических и динамических характеристик гироскопического стабилизатора при различных условиях эксплуатации с помощью имитационного моделирования в среде Simulink пакета Matlab. Определение допустимой собственной скорости прецессии платформы исходя из некомпенсированной скорости дрейфа гиросузда.	ОПК-2.В.1

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
	Учебным планом не предусмотрено	

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ 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	К основным метрологическим характеристикам ГПС относятся <ul style="list-style-type: none"> – динамический диапазон, – частотный диапазон, – погрешность, – быстродействие, – чувствительность, – порог чувствительности, – надежность, – сложность, – габариты, – масса. 	ОПК- 1.3.1

2	Вставьте пропущенные слова: «Требования потребителя ГПС могут быть определены путем изучения... на основе спроса покупателей.»	ОПК- 1.3.1
3	Вставьте пропущенные слова: «Первый шаг цикла проектирования включает определение набора требований пользователя и построение . . . Следующим шагом является проектирование ССОН на основе . . .	ОПК- 1.3.1
4	Отклонение подвижной части ГТ от положения равновесия приводит к появлению двух погрешностей: 1) от влияния гироскопического момента от перекрестной угловой скорости $\omega_{\text{го}}$; 2) от влияния сомножителя $\cos \beta$ в основном гироскопическом моменте. Какая из этих погрешностей больше, если измеряемая $\omega_{\text{го}}$ и перекрестная $\omega_{\text{го}}$ угловые скорости одинаковы по величине.	ОПК- 1.У.1
5	Техническое задание должно содержать следующие основные сведения, характеризующие проектируемую ГПС – основное назначение, – технические характеристики, – стадии разработки, специальные требования к системе, – все перечисленное верно.	ОПК- 1.У.1
6	Правильная последовательность проектирования ГПС: 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, изготовление и всесторонние испытания опытных образцов.	ОПК- 1.3.1
7	Элементы ГПС могут соединяться между собой: – последовательно, – параллельно, – встречно-параллельно, – все перечисленное верно.	ОПК- 1.3.1
8	Указать основные элементы структурной схемы ГПС	ОПК- 1.3.1
9	Что является основой для проектирования навигационного прибора	ОПК- 1.3.1
10	Принято оценивать динамические характеристики приборов при	ОПК- 1.3.1

	воздействиях: – ступенчато, – импульсном, – синусоидальном, – все перечисленное верно.	
11	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.	ОПК- 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 расчетом и синтезом ГПС;
- -Описание методов и алгоритмов, применяемых для решения задач расчета и проектирования элементов, функциональных узлов и самих ГПС в целом;
- -Демонстрация примеров для решения задач обеспечения заданной точности и устойчивости ГПС;
- -Обобщение изложенного материала
- -Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

- Предварительная подготовка: Изучение плана семинара, рекомендованной литературы и лекционных материалов.
- Работа с источниками: Подготовка конспектов, ответы на вопросы, рефераты или презентации.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

По каждому практическому занятию выполняется отдельный отчет. Титульный лист, текстовые, расчетные и графические материалы оформляются в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «Сектор нормативной документации». Проводимые практические занятия должны отвечать следующим основным требованиям: - Обеспечить понимание студентами необходимости владения базовыми теоретическими знаниями. - Обоснование необходимости выработки умений и навыков, которые имеют профессиональную направленность. - Обучение студентов рациональным методам овладения умениями и навыками. - Обеспечение самостоятельной деятельности каждого студента. - Использование задач для практических занятий с четкой профессиональной направленностью. - Включение в систему практических занятий заданий творческого характера. - Систематический контроль выполнения студентами практических задач и поощрение студентов, выполняющих график учебного процесса.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению 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 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

Выполнение лабораторных работ учебным планом не предусмотрено.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Выполнение лабораторных работ учебным планом не предусмотрено.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Выполнение лабораторных работ учебным планом не предусмотрено.

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Выполнение курсового проекта учебным планом не предусмотрено.

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Выполнение курсового проекта учебным планом не предусмотрено.

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Выполнение курсового проекта учебным планом не предусмотрено.

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

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

Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения текущего контроля успеваемости, а также как результаты текущего контроля успеваемости будут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

11.7. 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».

Для текущего контроля успеваемости используются опросы и тестирование обучающихся на практических занятиях по рассматриваемой теме. Положительные результаты опросов и тестирования обеспечивают сокращение количества дополнительных контрольных вопросов обучающимся при прохождении ими промежуточной аттестации

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