

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

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Овчинникова

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«24» июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Расчет и синтез гиросприборов»  
(Наименование дисциплины)

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

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Ст. Преподаватель  
(должность, уч. степень,  
звание)

(подпись, дата)

Лезова И. Е.  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«24» июня 2024 г, протокол № 11

Заведующий кафедрой № 13

к.т.н.  
(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 специалитета по направлению подготовки/ специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленности «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

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

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

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

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации, курсовое проектирование.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

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

Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

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

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Элементы гироскопических приборов и систем
- Гироскопические приборы и системы
- Основы теории управления
- Теория гироскопов и гиросtabilизаторов

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

- Системы управления летательных аппаратов
- Моделирование приборов и систем управления летательными аппаратами.

### 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
		№8
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	51	51
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	85	85
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)	17	17
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	23	23
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

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)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
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 Тема 1.4. Классификация ГПС	3	2			

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

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			
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.	10	4			
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	7	9			
Выполнение курсовой работы				17	
Итого в семестре:	34	34		17	23
Итого	34	34	0	17	23

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
Раздел 1	Раздел 1. ГПС как датчики первичной информации для

	<p>ССОН.</p> <p>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. 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. 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>Арретирующие устройства.</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.</p>
<p>Раздел 2</p>	<p>Раздел 2. Особенности проектирования ГПС для ССОН.</p> <p>Тема 2.1. Принципы системного подхода при проектировании ГПС. Блочноиерархическая 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. 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. 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</p>

	<p>ГПС. Предпроектная подготовка и проектирование. Виды проектных работ. Последовательность этапов проектирования и стадий выпуска проектной документации. Эскизное проектирование. Технический проект. Рабочий проект.</p>
<p>Раздел 3</p>	<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. 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 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.</p> <p>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 пакета Matlab. Оценка влияния на точностные характеристики ГП вариаций параметров ГП и его цепей коррекции.</p>
<p>Раздел 4</p>	<p>Раздел 4. Проектирование курсовых ГП.</p> <p>Тема 4.1. Структурные схемы ГП для измерения курсовой информации. Кинематическая и структурная схемы: гироскопа направления, гирополукомпы, гиромангнитного и гироиндукционного компаса, гирокомпы на базе трехстепенного гироскопа и гирокомпы на базе динамически настраиваемого гироскопа. Их сравнительный анализ.</p> <p>Преимущества и недостатки. 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</p>

	<p>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. Определение допустимых значений удельных составляющих скорости азимутального дрейфа. Выбор кинетического момента и типа подвеса. Выбор датчиков углов и моментов, токоподводов, арретирующих устройств.</p> <p>Тема 4.5. Конструктивная проработка прибора. Оценка величин моментов инерции элементов карданова подвеса. Расчет жесткости и веса конструкции прибора. Определение объема прибора. Проведение поверочного расчета погрешностей прибора и уточнение отдельных параметров</p>
<p>Раздел 5</p>	<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. 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. Канал формирования компенсирующего момента с помощью электрической пружины: датчик угла, усилительнопреобразовательный блок, датчик момента. Способы демпфирования собственных колебаний датчиков угловой скорости на базе гироскопа с двумя степенями свободы.</p> <p>Тема 5.3. Расчет функциональных элементов и цепей ГП для измерения угловых скоростей и ускорений. 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 гиросузда исходя из заданных статических и динамических характеристик прибора. Оценка влияния на точностные характеристики прибора перекрестных угловых скоростей.</p>
<p>Раздел 6</p>	<p>Раздел 6. Проектирование гироскопических интеграторов  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.  Тема 6.2. Типовые функциональные компоненты гидроинтеграторов и цепей коррекции. Датчики углов. Датчики моментов. Усилительнопреобразовательные блоки в цепях коррекции.  Тема 6.3. Расчет элементов и цепей коррекции гироскопических интеграторов. Требования к функциональным элементам и цепям коррекции гироскопических интеграторов для высокочастотных объектов. Формирование требований к жесткости конструкции гироскопического интегратора с учетом динамических свойств подвижного объекта.  Тема 6.4. Определение динамических и статических характеристик гироскопического интегратора с помощью имитационного моделирования в среде Simulink пакета Matlab. Оценка влияния погрешностей конструкции, обусловленных огрехами конструирования и изготовления, на статические характеристики гироскопического интегратора.</p>
<p>Раздел 7</p>	<p>Раздел 7. Проектирование гироскопических стабилизаторов.  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.  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</p>

	<p>заданное положение. Датчики угла прецессии и исполнительные элементы системы выставки платформы в заданное положение. Усилительнопреобразовательные блоки. Датчики углов поворота платформы относительно основания. Преобразователи координат для трехосных гиросtabilизаторов.</p> <p>Тема 7.3. Расчет элементов гиросtabilизаторов и цепей силовой разгрузки. Определение допустимой собственной скорости прецессии платформы исходя из некомпенсируемой скорости дрейфа гиросузла. Выбор величины кинетического момента и типа гиросузла. Выбор типа привода, определение параметров силового привода и стабилизатора. Выбор крутизны характеристики разгрузки исходя из требуемого качества стабилизации и обеспечения устойчивости.</p> <p>Тема 7.4. Обеспечение устойчивости гироскопических стабилизаторов. Синтез корректирующих устройств для обеспечения устойчивости гиросtabilизаторов. Реализация корректирующих устройств: на пассивных R-C цепях, активных четырехполюсниках, бортовых вычислительных устройствах.</p> <p>Тема 7.5. Оценка статических и динамических характеристик гиросtabilизатора. Определение статических и динамических характеристик гиросtabilизатора при различных условиях эксплуатации с помощью имитационного моделирования в среде Simulink пакета Matlab.</p>
--	---

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8					
1	Построение функциональной структуры гироскопических интеграторов линейных ускорений и угловых скоростей	Семинар	2	6	
2	Построение функциональной структуры гироскопического	Семинар	2	3	

	прибора для определения угловой ориентации объекта и проекций угловой скорости ориентации				
3	Разработка требований к элементам функциональной структуры гироскопического прибора. Анализ заданных условий эксплуатации, ранжирование требований к элементам функциональной структуры ГПС	Семинар	2	1	
4	Построение функциональной структуры гироскопических стабилизаторов	Семинар	2	2	
5	Расчет параметров элементов и функциональных узлов ГПС	Семинар	2	3-7	
6	Силовые расчеты элементов конструкции ГПС	Семинар	1	6	
7	Расчет и проектирование элементов цепей коррекции и начальной выставки ГПС	Семинар	2	7	
8	Определение динамических погрешностей при детерминированных и случайных входных воздействиях	Семинар	2	3-7	
9	Анализ инструментальных погрешностей и методических погрешностей	Семинар	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. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсовой работы:

Часов практической подготовки:

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

#### 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 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	10	10
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	4	4
Домашнее задание (ДЗ)	9	9
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	23	23

#### 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 гироинтеграторы / С. Ф.	8
	Коновалов, Е. А. Никитин, Л. М. Селиванова; Ред.: Д. С. Пельпор. - 1980. - 128 с.	
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	10
629.7 Г51	Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем (в двух частях). Ч. II. Гироскопические стабилизаторы. Под ред. Д.С. Пельпора. Учеб. пособие для вузов. М., Высшая школа, 1977.- 223с.	10
629.7 Г51	Гироскопические системы [Текст] : Учеб. пособие для вузов / ред. Д. С. Пельпор. Ч. 3 : Элементы гироскопических приборов / Е. А. Никитин, С. А. Шестов, В. А. Матвеев, 1972. - 471 с.	7
629.7 П12	Основы проектирования и расчета гироскопических приборов. [Учебное пособие] /В.А. Паворв. –Л.: Судостроение, 1967 - 407с.	16

7. Перечень электронных образовательных ресурсов  
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://window.edu.ru/window/catalog?p_rid=41604">http://window.edu.ru/window/catalog?p_rid=41604</a>	СерEGIN В.В. Прикладная теория и принципы построения гироскопических систем. Учебное пособие. – СПб., ИТМО, 2007. –

	75 с.
<a href="http://instrcon.susu.ac.ru/TGS.pdf">http://instrcon.susu.ac.ru/TGS.pdf</a>	Лысов А.Н., Лысова А.А. Теория гироскопических стабилизаторов: Учебное пособие – Челябинск, ЮУр ГУ, 2009. -117с.
<a href="http://www.iitt.fvt.sfedu.ru/files/documents/up/UP_OP_PS.pdf">http://www.iitt.fvt.sfedu.ru/files/documents/up/UP_OP_PS.pdf</a>	Цибрий И.К. Основы проектирования приборов и систем. Учебное пособие. – Ростов на Дону, Южный федеральный университет, 2008. – 83с.
<a href="http://serv.yanchick.org/Books/%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%8C/PTG2.pdf">http://serv.yanchick.org/Books/%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%8C/PTG2.pdf</a>	Лысов А.Н., Виниченко Н.Т., Лысова А.А. Прикладная теория гироскопов. Ч. 2. Учебное пособие. – Челябинск, Изд. ЮУрГУ, 2009. – 170с

## 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	MatLab, MatCad

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	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04
2	Кафедральные настенные стенды в лаборатории Гироскопических приборов	13-01, 13-03а,
3	Кафедральные настенные стенды в лаборатории Гироскопических систем	13-03б

## 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;
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

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"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.  
Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	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. Блочнойерархическая структура проектирования.	ПК-1.У.1 ПК-1.В.1
8	Функциональное, информационное, структурное и другие виды описания ГПС.	ПК-1.3.1
9	Проектные процедуры и операции.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
10	Структурный и параметрический синтез. Одновариантный и многовариантный анализ	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
11	Схемы взаимодействия ГПС с окружающей средой	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
12	Обобщенная функциональная модель ГПС	ПК-1.3.1
13	Функции преобразования информации, функции коммуникации и функции надежности.	ПК-1.3.1
14	Структура проектных работ и этапы проектирования ГПС.	ПК-1.В.1
15	Виды проектных работ.	
16	Эскизное проектирование. Технический проект. Рабочий проект.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
17	Этапы, стадии проектирования и выпуска проектной документации	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
18	Обобщенная кинематическая схема ГП для измерения параметров угловой ориентации объекта.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
19	Сравнительный анализ различных конструктивных схем построения ГП для определения угловой ориентации.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
20	Обобщенная структурная схема ГП для измерения параметров угловой ориентации	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
21	Типовые функциональные компоненты ГП для измерения параметров угловой ориентации.	ПК-1.3.1
22	Датчики углов, их разновидности и характеристики.	ПК-1.3.1

23	Датчики моментов, их разновидности и характеристики.	ПК-1.3.1
24	Чувствительные элементы цепей коррекции приборов для определения параметров угловой ориентации объекта.	ПК-1.3.1
25	Расчет основных конструктивных параметров и элементов ГП для измерения параметров угловой ориентации	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
26	Расчет цепей коррекции ГП для измерения параметров угловой ориентации.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
27	Определение динамических и статических характеристик проектируемого ГП по результатам имитационного моделирования	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
28	Кинематическая и структурная схемы: гироскопа направления / гирополукомпас / гиромагнитного / гироиндукционного компаса / гирокомпас на базе трехстепенного гироскопа / гирокомпас на базе динамически настраиваемого гироскопа.	ПК-1.3.1
29	Типовые функциональные компоненты цепей азимутальной и горизонтальной коррекции курсовых ГП	ПК-1.3.1
30	Кинематическая и моментная азимутальная коррекция.	ПК-1.3.1
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	ПК-1.3.1

	угловых скоростей с метрологическими характеристиками прибора	
43	Выбор опор подвеса исходя из минимального значения измеряемой угловой скорости.	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
44	Расчет жесткости пружины / коэффициента передачи цепи обратной связи для обеспечения заданного верхнего предела измерений прибора.	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
45	Определение параметров поплавкового подвеса гиروزла исходя из заданных статических и динамических характеристик прибора	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
46	Структурные схемы гироскопических интеграторов линейных ускорений / угловых скоростей	ПК-1.3.1
47	Одно и двухканальные интеграторы линейных ускорений	ПК-1.3.1
48	Типовые функциональные компоненты гироскопических интеграторов и цепей коррекции	ПК-1.3.1
49	Расчет элементов и цепей коррекции гироскопических интеграторов	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
50	Формирование требований к жесткости конструкции гироскопического интегратора с учетом динамических свойств подвижного объекта	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
51	Оценка влияния погрешностей конструкции, обусловленных огрехами конструирования и изготовления, на статические характеристики гироскопического интегратора.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
52	Определение статических и динамических характеристик гироскопического стабилизатора при различных условиях эксплуатации с помощью имитационного моделирования в среде Simulink пакета Matlab.	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
53	Преобразователи координат для трехосных гироскопических стабилизаторов.	ПК-1.3.1
54	Определение допустимой собственной скорости прецессии платформы исходя из некомпенсируемой скорости дрейфа гиروزла.	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
55	Выбор крутизны характеристики разгрузки гироскопического стабилизатора исходя из требуемого качества стабилизации и обеспечения устойчивости.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
56	Синтез корректирующих устройств для обеспечения устойчивости гироскопического стабилизатора	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
57	Реализация корректирующих устройств	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
58	Стабилизирующие двигатели и редукторы в цепях силовой разгрузки внешнего момента.	ПК-1.3.1
59	Корректирующие устройства в цепях силовой разгрузки внешнего момента.	ПК-1.3.1
60	Датчики угла прецессии и исполнительные элементы системы выставки платформы в заданное положение.	ПК-1.В.1

61	Определение статических и динамических характеристик гиросtabilизатора при различных условиях эксплуатации с помощью имитационного моделирования в среде Simulink пакета Matlab.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
----	--	------------------------------------

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 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
1	Одноосный гиросtabilизатор на сухом гироблоке
2	Одноосный гиросtabilизатор на поплавковом гироблоке
3	Одноосный гиросtabilизатор на динамически настраиваемом гироскопе
4	Одноосный гиросtabilизатор на лазерном датчике угловой скорости
5	Датчик углов крена и тангажа
6	Гироагрегат гиромагнитного компаса

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 предложения проекта: 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	ПК-1.3.1
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"> <li>1. техническое задание</li> <li>2. техническое предложение</li> <li>3. эскизный проект</li> <li>4. технический проект</li> <li>5. рабочая документация</li> </ol>	ПК-1.3.1
4	<p>Техническое задание должно содержать следующие основные сведения, характеризующие проектируемую ГПС:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основное назначение</li> <li>– технические характеристики</li> <li>– стадии разработки</li> <li>– специальные требования к системе</li> <li>– все перечисленное верно.</li> </ul>	ПК-1.3.1
5	<p>Указать правильная последовательность проектирования ГПС:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. рассматривается техническая литература, посвященная физическим принципам, которые могут быть положены в основу построения схемы данного прибора</li> <li>2. изучаются схемы и конструкции ранее разработанных приборов аналогичного назначения, оцениваются их достоинства и недостатки, определяется степень их соответствия техническим требованиям</li> <li>3. разрабатываются функциональная и кинематическая схемы прибора</li> <li>4. производится выбор метода получения первичной информации и метода преобразования выходного сигнала чувствительного элемента в выходной сигнал прибора</li> <li>5. определяются типы необходимых преобразующих элементов, формируются структурная и принципиальная схемы прибора</li> <li>6. производится выбор и теоретическое обоснование параметров схемы и конструкции прибора</li> <li>7. всесторонние экспериментальные исследования опытных образцов прибора</li> <li>8. конструирование прибора</li> <li>9. оформление чертежей, содержащих общие виды прибора и входящие в него сборочные единицы, электрические монтажные схемы, спецификации и чертежи деталей</li> <li>10. изготовление и всесторонние испытания опытных образцов.</li> </ol>	ПК-1.3.1
6	<p>Как могут соединяться между собой элементы ГПС?</p>	ПК-1.3.1
7	<p>Указать правильную последовательность расчета статических характеристик ГПС</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-составляется структурная схема прибора</li> <li>-рассчитывают характеристики и чувствительность всех звеньев</li> <li>-производят расчет характеристики и чувствительности прибора в целом</li> </ul>	ПК-1.3.1
8	<p>При каких воздействиях принято оценивать динамические характеристики приборов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ступенчатом</li> </ul>	ПК-1.3.1

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– импульсном</li> <li>– синусоидальном</li> <li>– все перечисленное верно.</li> </ul>	
9	<p>Для повышения быстродействия ГПС используют следующие методы, основанные на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на оптимизации параметров измерительной системы,</li> <li>– на введении последовательных корректирующих звеньев</li> <li>– на введении корректирующих обратных связей</li> <li>– на использовании систем с переменной структурой</li> <li>– все перечисленное верно.</li> </ul>	ПК-1.3.1
10	<p>Для расчета погрешности ГПС по структурной схеме необходимо знать погрешности всех его преобразующих звеньев, которые могут быть определены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– по результатам экспериментальных исследований образцов</li> <li>– по справочным данным, если используются стандартные звенья</li> <li>– все перечисленное верно</li> </ul>	ПК-1.3.1
11	<p>Выберите правильный ответ. Иерархический уровень, на котором проектируют ГПС и его составные части называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) системным уровнем</li> <li>б) макроуровнем</li> <li>в) микроуровнем</li> </ul>	ПК-1.3.1
12	<p>Показателями надёжности для ГПС являются</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) безотказность</li> <li>б) ремонтпригодность</li> <li>в) помехозащищенность.</li> </ul>	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
1	Разработать техническое задание на проектирование измерителя параметров угловой ориентации космического летательного аппарата
2	Разработать техническое задание на проектирование измерителя параметров угловой ориентации воздушного судна гражданской авиации
3	Разработать техническое задание на проектирование измерителя углов рыскания маневренного объекта
4	Разработать техническое задание на проектирование гиромагнитного компаса
5	Разработать техническое задание на проектирование измерителя курсовой информации для высокоманевренного объекта
6	Разработка технического задания на проектирование датчика угловой скорости

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

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области расчета и синтеза гироскопических приборов и систем для решения задач построения и информационного обеспечения систем стабилизации, ориентации и навигации подвижных объектов.

### Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться 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 решения задач обеспечения заданной точности и устойчивости ГПС;
- Обобщение изложенного материала
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

Методические указания для обучающихся по участию в семинарах  
Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине

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 обучающемуся умений и навыков практической деятельности по расчету и синтезу ГПС.

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.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;

□ творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

□ в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);

□ в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

#### Требования к проведению практических занятий

По каждому практическому занятию выполняется отдельный отчет. Титульный лист, текстовые, расчетные и графические материалы оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации».

Проводимые практические занятия должны отвечать следующим основным требованиям:

1. Обеспечить понимание студентами необходимости владения базовыми теоретическими знаниями.
2. Обоснование необходимости выработки умений и навыков, которые имеют профессиональную направленность.
4. Обучение студентов рациональным методам овладения умениями и навыками.
5. Обеспечение самостоятельной деятельности каждого студента.
7. Использование задач для практических занятий с четкой профессиональной направленностью.
8. Включение в систему практических занятий заданий творческого характера.
9. Систематический контроль выполнения студентами практических задач и поощрение студентов, выполняющих график учебного процесса.

Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/ работы

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

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

□ систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;

□ применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;

□ углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;

□ сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;

□ приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;

□ сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;

□ сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;

□ развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;

□ развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;

□ сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

#### Структура пояснительной записки курсовой работы / проекта

Курсовая работа содержит расчетно-пояснительную записку и графическую часть.

Расчетно-пояснительная записка содержит следующие разделы:

1. Техническое задание
2. Введение;
3. Современное состояние и обоснование выбора варианта решения поставленной задачи;
4. Кинематическая схема. Описание принципа действия;
5. Математическая модель и соответствующая структурная схема;
6. Расчет элементов, функциональных узлов и конструктивных параметров, обеспечивающих устойчивость и точностные характеристики в соответствии с техническим заданием;
7. Расчет статических и динамических характеристик;
8. Расчет погрешностей и анализ поведения системы на подвижном объекте;
9. Заключение;
10. Список использованных источников информации;
11. Приложения

Техническое задание на проектирование выдается индивидуально каждому студенту. Графическая часть содержит чертеж кинематической

схемы ГПС и функционального узла прибора или гиросtabilизатора в соответствии с техническим заданием.

Требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы / проекта  
Требования к оформлению курсовой работы, план-график работы, порядок ее защиты приводятся в «Методических указаниях по прохождению курсовой работы «Методические указания и индивидуальные задания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Проектирование гироскопических приборов и гиросtabilизаторов»

(Document Word, 284 Кб). Методические указания имеются в виде электронного ресурса кафедры, URL адрес [http://guap.ru/guap/kaf13/meth\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/kaf13/meth_main.shtml).

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-методический материал по дисциплине.

Формами отчета о самостоятельной работе обучающихся могут быть: устный ответ на вопрос, собеседование, сообщение, выступление с докладом на практических занятиях, творческая работа; представление таблиц, моделей, схем, макетов и т. п.; самостоятельно составленные тексты; конспекты, выполненные по теме, изучаемой самостоятельно; самостоятельные исследования; представленные тексты разделов курсовой работы и их защита; тестирование по изучаемой теме; проекты статьи, тезисов выступлений на конференциях по итогам самостоятельной работы.

Оценка эффективности самостоятельной работы определяется: - объемом проработанного материала в соответствии с заданным объемом; - степенью исполнительности (проработанность всех аспектов задания, оформление материалов в соответствии с требованиями, соблюдение сроков предоставления работы на проверку); - степенью самостоятельности, творческой активности, инициативности обучающихся, наличие элементов новизны в процессе выполнения задания; - качеством освоения учебного материала (умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач, обоснованность и четкость изложения изученного материала и т.д.).

Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине в форме экзамена с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено» и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качеств

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