

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

(подпись, дата)

(подпись)

«18» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория гироскопов и гиростабилизаторов»

(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 | 2025 |

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

«18» февраля 2025 г, протокол № 7

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 «Теория гироскопов и гиросtabilизаторов» 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:

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности»

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением всех основных типов гироскопов, являющихся инерциальными чувствительными элементами современных систем ориентации, навигации и управления движением подвижных объектов. К ним относятся: гироскопы в кардановых подвесах, гироскопы со сферическим подвесом ротора, электростатические гироскопы, динамические настраиваемые гироскопы, оптические гироскопы, волновые твердотельные гироскопы. Перечисленное составляет основу первого раздела дисциплины.

Во втором разделе дисциплины рассматриваются основные типы датчиков угловой скорости, построенные на основе двухстепенных гироскопов, динамически настраиваемых гироскопов, волновых твердотельных гироскопов.

Третий раздел дисциплины связан с изучением теории, принципов построения, основных характеристик и погрешностей систем гироскопической стабилизации. Рассматриваются одноосные, двухосные и трехосные гиросtabilизаторы, составляющие основу современных систем ориентации и комплексных приборов.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины является получение студентами необходимых теоретических знаний по устройству, функционированию и математическому описанию движения гироскопических приборов и гироскопических стабилизаторов, а так же умению анализировать их работу, включая экспериментальные исследования.

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 применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности | ОПК-1.3.1 знать разделы математических и естественных наук (в том числе общеинженерного блока), необходимые для освоения профессиональных дисциплин и решения инженерных задач в профессиональной деятельности, а также методы математического анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования ОПК-1.У.2 уметь проводить математические расчеты и математический анализ в профессиональной деятельности ОПК-1.У.3 уметь проводить моделирование в профессиональной деятельности ОПК-1.В.1 иметь навыки теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности |
| 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:

- Математика,
- Физика,

- Теоретическая механика,
- Аналитическая механика,
- Электротехника.

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

- Гироскопические приборы и системы,
- Расчет и синтез гиросприборов,
- Элементы гироскопических приборов и систем.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы | Всего | Трудоемкость по семестрам |
|---|--------|---------------------------|
| | | №6 |
| 1 | 2 | 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час) | 5/ 180 | 5/ 180 |
| Из них часов практической подготовки | 25 | 25 |
| Аудиторные занятия, всего час. | 102 | 102 |
| в том числе: | | |
| лекции (Л), (час) | 51 | 51 |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час) | 34 | 34 |
| лабораторные работы (ЛР), (час) | 17 | 17 |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час) | | |
| экзамен, (час) | 36 | 36 |
| Самостоятельная работа, всего (час) | 42 | 42 |
| Вид промежуточной аттестации: 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 6 | | | | | |
| Раздел 1. Гироскопические инерциальные чувствительные элементы Тема 1.1. Гироскопы в кардановом подвесе. Тема 1.2. Гироскопы со сферическим подвесом ротора Тема 1.3. Динамически настраиваемые гироскопы. | 26 | 6 | 8 | | 20 |

| | | | | | |
|--|----|----|----|---|----|
| Тема 1.4. Оптические гироскопы. | | | | | |
| Тема 1.5. Волновые твердотельные гироскопы. | | | | | |
| Раздел 2. Датчики угловой скорости. | 8 | 2 | 4 | | 19 |
| Тема 2.1. Датчики угловой скорости прямого преобразования. | | | | | |
| Тема 2.2. Датчики угловой скорости компенсационного типа. | | | | | |
| Тема 2.3. Датчики угловой скорости на основе динамически настраиваемого гироскопа. | | | | | |
| Тема 2.4. Датчики угловой скорости на основе волнового твердотельного гироскопа | | | | | |
| Раздел 3. Гиросtabilизированные платформы. | 17 | 9 | 5 | | 20 |
| Тема 3.1. Одноосные гиросtabilизаторы. Тема 3.2. Двухосные гиросtabilизаторы. | | | | | |
| Тема 3.3. Трехосные гиросtabilизаторы. | | | | | |
| Итого в семестре: | 51 | 34 | 17 | | 42 |
| Итого | 51 | 34 | 17 | 0 | 42 |
| | | | | | |

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 | <p>Раздел 1. Гироскопические инерциальные чувствительные элементы</p> <p>Тема 1.1. Гироскопы в кардановом подвесе.</p> <p>Уравнения динамики, нутационные колебания, прецессионное движение, видимый уход, основные погрешности трехстепенного гироскопа в кардановом подвесе.</p> <p>Тема 1.2. Гироскопы со сферическим подвесом ротора</p> <p>Основные схемы гироскопов со сферическим подвесом ротора (СГ). Эффект радиальной коррекции СГ. Устойчивость вращения СГ на выбеге. Прецессионное</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>движение СГ.</p> <p>Тема 1.3. Динамически настраиваемые гироскопы.</p> <p>Одноосные схемы динамически настраиваемых гироскопов (ДНГ). ДНГ с двумя и с тремя степенями свободы: уравнения динамики, структурные схемы, условия динамической настройки, передаточные функции, основные погрешности.</p> <p>Тема 1.4. Оптические гироскопы.</p> <p>Основные схемы лазерных и волоконных оптических гироскопов. Релятивистская, кинематическая и доплеровская теория оптических гироскопов. Обработка информации и основные погрешности оптических гироскопов.</p> <p>Тема 1.5. Волновые твердотельные гироскопы.</p> <p>Основные схемы волновых твердотельных гироскопов (ВТГ). Кольцевая модель динамики ВТГ. Режимы работы ВТГ. Способы возбуждения ВТГ. Модели погрешностей ВТГ в интегрирующем режиме.</p> |
| 2 | <p>Раздел 2. Датчики угловой скорости.</p> <p>Тема 2.1. Датчики угловой скорости прямого преобразования.</p> <p>Кинематическая схема и уравнение динамики датчика угловой скорости (ДУС) прямого преобразования на основе двухстепенного гироблока. Масштабный коэффициент преобразования и полоса частот пропускания ДУС прямого преобразования. Основные погрешности ДУС. Перекрестная чувствительность ДУС.</p> <p>Тема 2.2. Датчики угловой скорости компенсационного типа.</p> <p>Структурная схема, передаточные функции и информационные характеристики ДУС компенсационного типа. Способы реализации контура обратной связи в ДУС.</p> <p>Тема 2.3. Датчики угловой скорости на основе динамически настраиваемого гироскопа.</p> <p>Уравнения динамики трехстепенного ДНГ с контурами обратной связи. Структурные схемы и передаточные функции ДУС на основе ДНГ.</p> <p>Тема 2.4. Датчики угловой скорости на основе волнового твердотельного гироскопа.</p> <p>Уравнения динамики ВТГ с позиционным возбуждением. Реализация компенсационного принципа измерения в ДУС на основе ВТГ.</p> |
| 3 | <p>Раздел 3. Гиростабилизированные платформы.</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>Тема 3.1 . Одноосные гиросtabilизаторы.</p> <p>Схема и принцип действия одноосного гиросtabilизатора (ОГС). Уравнения динамики ОГС на подвижном основании. Структурная схема и передаточные функции контура стабилизации. Способы обеспечения устойчивости ОГС. Погрешности ОГС при колебаниях основания.</p> <p>Тема 3.2. Двухосные гиросtabilизаторы.</p> <p>Схема и принцип действия двухосного гиросtabilизатора (ДГС). Области использования ДГС. Анализ условий устойчивости ДГС. Выбор схемы ориентации гиросблоков в ДГС. Погрешности ДГС.</p> <p>Тема 3.3. Трехосные гиросtabilизаторы.</p> <p>Классификация и области использования трехосных гиросtabilизаторов (ТГС). Уравнения динамики ТГС на подвижном основании. Перекрестные связи каналов стабилизации платформы.</p> <p>Преобразователи координат в ТГС. Динамические уходы ТГС</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 6 | | | | | |
| 1 | Изучение конструкций гироскопов в кардановом подвесе | Работа с натурными и препарированными образцами | 14 | 1 | |
| 2 | Изучение конструкций оптических гироскопов | Работа с натурными и препарированными образцами | 4 | 1 | |
| 3 | Изучение конструкций датчиков угловой скорости | Работа с натурными и препарированными образцами | 9 | 2 | |
| 4 | Изучение конструкций гироскопических стабилизаторов | Работа с натурными и препарированными образцами | 7 | 3 | |
| 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 |
|-----------|---|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 6 | | | | |
| 1 | Прецессионное движение гироскопа кардановом подвесе | 2 | 1 | |
| 2 | Нутационные колебания гироскопа кардановом подвесе | 2 | 1 | |
| 3 | Видимый уход гироскопа в кардановом подвесе | 2 | 1 | |
| 4 | Датчик угловой скорости прямого преобразования | 2 | 2 | |
| 5 | Статические и динамические характеристики датчика угловой скорости компенсационного типа (моделирование) | 2 | 2 | |
| 6 | Статические и динамические характеристики контура стабилизации одноосного гиростабилизатора (моделирование) | 3 | 3 | |
| 7 | Исследование погрешностей двухосного гиростабилизатора на качающемся основании | 4 | 3 | |
| Всего | | 17 | | |

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы | Всего, час | Семестр 6, час |
|---|------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 22 | 22 |
| Курсовое проектирование (КП, КР) | | |
| Расчетно-графические задания (РГЗ) | 10 | 10 |
| Выполнение реферата (Р) | | |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | | |
| Домашнее задание (ДЗ) | 2 | 2 |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА) | | |
| Всего: | 42 | 42 |

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 | Северов Л.А. Механика гироскопических систем. – М.: МАИ, 1996, 212 с. | 57 |
| 531 Л 84 | Лукьянов, Д. П. Прикладная теория гироскопов [Текст] : учебник / Д. П. Лукьянов, В. Я. Распопов, Ю. В. Филатов ; Концерн "ЦНИИ "Электроприбор". - СПб. : Изд-во ЦНИИ "Электроприбор", 2015. - 316 с. | 15 |
| 629.7 С28 | Северов Л.А. Гироскопические системы. Уравнения движения гироскопических систем, одноосные и двухосные гиросtabilизаторы [Текст] : лекции / Л. А. Северов, П. Б. Дергачев, В. С. Слепков ; Ленингр. электротехн. ин-т им. В. И. Ульянова (Ленина), Ленингр. ин-т авиац. приборостроения. - Л. : [б. и.], 1977. - 61 с. | 38 |
| 629.7 Г51 | Под ред. Пельпора Д.С. Гироскопические системы. Гироскопические приборы и системы, – М.: высшая школа, 1988, 424 с. Учебник для вузов. | 11 |
| 629.7 Р41 | Репников, А. В. Гироскопические системы [Текст] : учебное пособие / А. В. Репников, Г. П. Сачков, А. И. Черноморский ; Ред. А. В. Репников. - М. : Машиностроение, 1983. - 319 с. | 9 |
| 629.7.054 С 28 | Северов Л.А., Быкова Г.М. Расчет и проектирование гироскопических систем ориентации и навигации. – Л.: ЛИАП, 1986, 58 с. Учебное пособие. | 24 |

**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 таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|--|-------------------------------------|
| 1 | Лекционная аудитория | 13-04 |
| 2 | Мультимедийная лекционная аудитория | 13-04 |
| 3 | Специализированная лаборатория «Гироскопических проборов и систем» | 13-03 |
| 4 | Стенды с препарированными гиросприборами | 13-03 |

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; |

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

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции | Характеристика сформированных компетенций |
|---------------------------------------|---|
| 5-балльная шкала | |
| «отлично» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. |
| «хорошо» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. |
| «удовлетворительно» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. |
| «неудовлетворительно» «не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код индикатора |
|-------|--|--|
| 1 | Уравнения динамики гироскопа с тремя степенями свободы (ТГ). | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 2 | Основные свойства ТГ (прецессия, нутация, видимый уход) | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2, ОПК-1.В.1, |

| | | |
|----|---|--|
| | | ПК-8.В.1 |
| 3 | Уравнение динамики и основные свойства гироскопа с двумя степенями свободы | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2, ОПК-1.В.1, |
| 4 | Основные схемы и динамика гироскопов со сферическим подвесом ротора | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 5 | Уравнение динамики и структурная схема динамически настраиваемого гироскопа (ДНГ) с двумя степенями свободы | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 6 | Условие динамической настройки и основные погрешности ДНГ с двумя степенями свободы | ОПК-1.3.1, |
| 7 | Уравнения динамики и структурная схема ДНГ с тремя степенями свободы | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 8 | Условие динамической настройки и основные погрешности ДНГ с тремя степенями свободы | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 9 | Схема и основные технические характеристики лазерного гироскопа (ЛГ) | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 10 | Кинематическая теория ЛГ | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 11 | Доплеровская теория ЛГ | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 12 | Схема и принцип действия волоконного оптического гироскопа (ВОГ) | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 13 | Обработка информации в ВОГ | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 14 | Схема и принцип действия волоконного твердотельного гироскопа (ВТГ) | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 15 | Кольцевая модель динамики ВТГ и его работа в интегрирующем режиме | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 16 | Схема и принцип действия датчика угловой скорости (ДУС) прямого преобразования на основе двухстепенного гироскопа | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 17 | Анализ динамики и основных погрешностей ДУС прямого преобразования | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2, ОПК-1.В.1, ПК-8.В.1 |
| 18 | Структурная схема , передаточные функции и основные характеристики ДУС компенсационного типа | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2, ОПК-1.В.1, ПК-8.В.1 |
| 19 | Структурная схема и передаточные функции ДУС на основе ДНГ | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 20 | Схема и принцип действия ДУС на основе ДНГ с позиционным возбуждением | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 21 | Схема и принцип действия одноосного гиростабилизатора (ОГС) | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 22 | Уравнения динамик ОГС на подвижном основании | ОПК-1.3.1, |

| | | |
|----|---|--|
| | | ОПК-1.У.2 |
| 23 | Структурная схема и передаточные функции контура стабилизации ОГС | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2, ОПК-1.У.3 , ОПК-1.В.1, ПК-8.В.1 |
| 24 | Статические характеристики ОГС | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2, ОПК-1.В.1, ОПК-1.У.3, ПК-8.В.1 |
| 25 | Обеспечение устойчивости ОГС демпферами | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2, ОПК-1.В.1, ОПК-1.У.3, ПК-8.В.1 |
| 26 | Обеспечение устойчивости ОГС астатического типа | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2, ОПК-1.В.1, ОПК-1.У.3, ПК-8.В.1 |
| 27 | Обеспечение устойчивости ОГС статического типа | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2, ОПК-1.В.1, ОПК-1.У.3, ПК-8.В.1 |
| 28 | Погрешности ОГС при колебаниях основания | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2, ОПК-1.В.1, ОПК-1.У.3, ПК-8.В.1 |
| 29 | Схема , принцип действия и области использования двухосных гиростабилизаторов (ДГС) | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 30 | Кинематика подвеса платформы ДГС | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 31 | Уравнения динамики ДГС на подвижном основании | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2, ОПК-1.В.1, ОПК-1.У.3, ПК-8.В.1 |
| 32 | Выбор схемы ориентации гироблоков в ДГС и их основные погрешности | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 33 | Схема , принцип действия и области использования трехосных гиростабилизаторов (ТГС) | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 34 | Кинематика подвеса платформы ТГС | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |

| | | |
|----|---|--|
| 35 | Уравнения динамики ТГС на подвижном основании | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 36 | Определение обобщенных моментов в ТГС | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 37 | Преобразователи координат в ТГС | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 38 | Схема и принцип действия ТГС индикаторного типа | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2 |
| 39 | Основные погрешности ТГС | ОПК-1.3.1, ОПК-1.У.2, ОПК-1.В.1, ОПК-1.У.3, ПК-8.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 |
|-------|--|
| | 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 | Каковы основные свойства гироскопа с тремя степенями свободы (ТГ). | ПК-2.3.1 |
| 2 | Указать основные общетехнические характеристики ГПС | ПК-2.3.1 |
| 3 | Указать основные метрологические характеристики ГПС | ПК-2.3.1 |
| | 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-2.3.1 |
| 4 | Что обеспечивает устойчивость ОГС астатического типа | ПК-2.3.1 |
| 5 | Назначение, кинематическая схема, принцип работы форсирующего | ПК-2.3.1 |

| | | |
|----|--|----------|
| | гироскопа. Вывод основных соотношений. Достоинства. Недостатки. | |
| 6 | Перечислите достоинства и недостатки использования ДНГ | ПК-2.3.1 |
| 7 | Почему в гироскопе направления (ГН) необходимо корректировать гироскоп относительно обеих осей подвеса, а не только в азимуте? | ПК-2.3.1 |
| 8 | Почему в схеме невыбиваемой ГВ датчики угла крена и тангажа размещены не на осях наружной и внутренней рамок, а на осях следящей и наружной рамки? | ПК-2.3.1 |
| 9 | При выполнении какого условия ГВ с интегральной коррекцией нечувствительна к ускорениям основания | ПК-2.3.1 |
| 10 | Кинематическая схема, назначение и принцип работы одноосного гиростабилизатора (ОГС) | ПК-2.3.1 |

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 обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- описание методов и алгоритмов, применяемых в современных системах ориентации, навигации и управления летательными аппаратами;
- демонстрация примеров решения конкретных задач по теме;
- обобщение изложенного материала;
- ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

11.2. 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 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.

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.

Практические занятия проводятся в не интерактивной форме путем решения типовых задач, связанных с аналитическими расчетами а также в интерактивной форме по моделированию систем стабилизации, навигации и управления.

Отчеты по практическим занятиям оформляются по ГОСТ 7.32-2001 издания 2008года. Титульный лист оформляется по утвержденной форме. Форма титульного листа размещена на сайте ГУАП.

Требования к проведению практических занятий

При проведении практических занятий

преподаватель должен придерживаться следующего плана:

- изложить суть практического занятия и методику его выполнения;
- выдать индивидуальное задание каждому студенту группы;
- контролировать активность студентов в процессе выполнения задания;
- проверить результат выполнения задания и оценить полноту и качество выполнения по 100 бальной шкале рейтинга;
- отметить в журнале посещения персональное присутствие студентов;
- провести консультации по пропущенным темам практических занятий;
- проверить результаты самостоятельного освоения материала по пропущенным темам.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетноаналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Студенты разбиваются на подгруппы, по 3-4 человека. Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающиеся должны подготовить необходимые данные, получить от преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «Сектор нормативной документации».

11.4. 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.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине и проводится в форме экзамена с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |
| | | | |