

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

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к.т.н. _____
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.А. Овчинникова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«24» 06 2024 г, протокол № 11

Заведующий кафедрой № 13

доцент, 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)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Гироскопические приборы и системы»
(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

Аннотация

Дисциплина «Гирскопические приборы и системы» 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 принципами построения теорией и основными характеристиками гироскопических приборов и систем ориентации подвижных объектов. В пяти разделах последовательно рассматриваются: параметры ориентации и описание вращения подвижных объектов; курсовые гироскопические приборы и системы; указатели направления вертикали; курсовертикали платформенного типа; бесплатформенные инерциальные системы ориентации. Основное внимание уделяется схемам и принципам функционирования, описания динамики, анализу погрешностей гироскопических приборов и систем ориентации.

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

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 является получение студентами необходимых знаний по устройству, функционированию и математическому описанию движения гироскопических приборов и гироскопических систем, 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 общеинженерные 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.1 уметь применять знания в области математических и естественных наук (в том числе общеинженерного блока) для решения практических задач в профессиональной деятельности 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,
- Теория гироскопов и гиросtabilизаторов,

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

- Инерциальные навигационные системы,
- Расчет и синтез гироскопов и систем,
- 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
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	25	25
Аудиторные занятия, всего час.	85	85
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	27	27
Самостоятельная работа, всего (час)	32	32
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) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Гироскопические приборы и системы ориентации. Общие сведения.	2	6			

Раздел 2. Раздел 2. Курсовые гироскопические приборы и системы Тема 2.1 .Указатели направления ортодромии Тема 2.2. Маятниковые гирокомпасы Тема 2.3. Гиромагнитные компасы Тема 2.4. Гирокомпасы с косвенной коррекцией Тема 2.5. Орбитальный гирокомпас Тема 2.6. Авиационные курсовые системы	10	2	8		8
Раздел 3. Указатели направления вертикали Тема 3.1. Гиروهоризонты Тема 3.2. Центральные гировертикали Тема 3.3. Инерциальные построители вертикали	6	4	10		8
Раздел 4. Курсовертикали платформенного типа Тема 4.1. Контуры построения вертикали Тема 4.2. Системы физического гирокомпасирования Тема 4.3. Системы аналитического гирокомпасирования	8	2	8		8
Раздел 5. Бесплатформенные инерциальные системы ориентации (БИСО) Тема 5.1. БИСО, основанная на интегрировании кинематических уравнений Эйлера Тема 5.2. БИСО, основанная на интегрировании уравнений Пуассона Тема 5.3. Методические и инструментальные погрешности БИСО	8	3	8		8
Итого в семестре:	34	17	34		32
Итого	34	17	34	0	32

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. Гироскопические системы ориентации. Общие сведения. Базовые системы координат. Параметры ориентации описание вращения подвижных объектов. Кинематические уравнения Эйлера, уравнение Пуассона, описание вращения в кватернионах
2	Раздел 2. Курсовые гироскопические системы Тема 2.1 .Указатели направления ортодромии Основные свойства ортодромических траекторий. Теорема Клеро. Схема и принцип действия гироскопа направления (ГН). Принцип широтной коррекции ГН. Методические и инструментальные погрешности ГН.

	<p>Тема 2.2. Маятниковые гирокомпасы</p> <p>Схема и принцип действия маятникового гирокомпаса (МГК). Прецессионная теория МГК. Скоростные, баллистические и кардановые погрешности МГК. Принцип невозмущаемости МГК линейными ускорениями.</p> <p>Тема 2.3. Гиромагнитные компасы</p> <p>Схема и принцип действия гиरोиндукционного компаса (ГИК).</p> <p>Индукционный датчик магнитного курса. Оптимизация параметров ГИК при случайных погрешностях гироскопа и индукционного датчика.</p> <p>Тема 2.4. Гирокомпасы с косвенной коррекцией</p> <p>Схема и принцип действия гирокомпаса с косвенной коррекцией. Прецессионная теория ГК с косвенной коррекцией. Широтная погрешность ГК.</p> <p>Тема 2.5. Орбитальный гирокомпас</p> <p>Схема и принцип действия орбитального компаса (ОГК). Уравнения динамики ОГК. Инструментальные погрешности ОГК. Погрешности, обусловленные регрессией орбиты.</p> <p>Тема 2.6. Авиационные курсовые системы</p> <p>Принципы комплексирования УНО, датчиков магнитного курса, астрокомпасов в авиационных курсовых системах. Условие несмещенности оценки курса</p>
<p>3</p>	<p>Раздел 3. Указатели направления вертикали</p> <p>Тема 3.1. Гирогоризонты</p> <p>Схема и принцип действия гироскопической вертикали (ГВ). Прецессионная теория ГВ с пропорциональной коррекцией. Скоростные баллистические и моментные погрешности ГВ. Зоны застоя ГВ.</p> <p>Тема 3.2. Центральные гировертикали</p> <p>Схема и принцип действия центральной гировертикали (ЦГВ) на основе ДГС. Методические и инструментальные погрешности ЦГВ.</p> <p>Тема 3.3. Инерциальные построители вертикали</p> <p>Принцип интегральной коррекции гироскопа Левенталья-Кофмана. Схема и принцип действия инерциального построителя вертикали (ИПВ). Условие невозмущаемости ИПВ линейными ускорениями объекта. Инструментальные и методические погрешности ИПВ.</p>
<p>4</p>	<p>Раздел 4. Курсовые вертикали платформенного типа</p> <p>Тема 4.1. Контуры построения вертикали</p> <p>Структура контуров построения вертикали системы ориентации на основе ТГС. Варианты построителей вертикали в географической и ортодромической системах координат.</p> <p>Тема 4.2. Системы физического гирокомпасирования</p>

	<p>Структура системы физического гироскопирования платформы с датчиком угловой скорости. Структура системы физического гироскопирования, основанная на принципе гироскопа с косвенной коррекцией. Погрешности систем физического гироскопирования.</p> <p>Тема 4.3. Системы аналитического гироскопирования</p> <p>Структуры систем аналитического гироскопирования платформы в режиме начальной выставки. Погрешности системы аналитического гироскопирования обусловленные погрешностями гироскопов и акселерометров.</p>
5	<p>Раздел 5. Бесплатформенные инерциальные системы ориентации (БИСО)</p> <p>Тема 5.1. БИСО, основанная на интегрировании кинематических уравнений Эйлера</p> <p>Структурная схема и принцип функционирования бесплатформенной инерциальной системы ориентации (БИСО), основанной на интегрировании кинематических уравнений Эйлера. Компенсация кориолисовых и центробежных ускорений в показаниях акселерометров.</p> <p>Тема 5.2. БИСО, основанная на интегрировании уравнений Пуассона</p> <p>Структурная схема и принцип функционирования БИСО, основанной на интегрировании уравнений Пуассона.</p> <p>Тема 5.3. Методические и инструментальные погрешности БИСО</p> <p>Инструментальные погрешности БИСО обусловленные погрешностями интегральных чувствительных элементов и погрешностями алгоритмов интегрирования. Методические погрешности БИСО обусловленные неточностью описания формы и гравитационного поля Земли.</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 7					
1.	Физическая природа гироскопических явлений, «классические» двух- и трехстепенные гироскопы с быстровращающимся ротором	решение задач	6		
2.	Гироскоп как сложная	имитационные	1		2

	система с тепловыми, термо-упругими, аэрогидромеханическими и оптическими процессами	занятия			
3.	Гироскоп направления с интегрально-позиционной горизонтальной коррекцией на вираже	занятия по моделированию реальных условий	2		2,3
4.	Гироскоп направления с интегрально-позиционной горизонтальной коррекцией на качке	занятия по моделированию реальных условий	3		3
5	Моделирования различных алгоритмов курсовертикали с использованием коррекции от СНС	занятия по моделированию	2		4
6	Моделирование БИСО в среде Matlab/Simulink	занятия по моделированию	3		5
Всего			17		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1.	Исследование характеристик указателя направления ортодромии	4		2
2.	Исследование кардановых погрешностей гироагрегата ГА-б.	4		2
3.	Исследование характеристик малогабаритной гироскопической вертикали	4		3
4.	Исследование погрешностей малогабаритной силовой гировертикали на качающемся основании	4		3
5.	Анализ погрешностей инерциального построителя вертикали (моделирование)	2		3
6.	Исследование бесплатформенной курсовертикали (моделирование)	4		4
7.	Анализ систем гирокомпасирования	4		4

	(моделирование)			
8.	Контур определения параметров ориентации на основе интегрирования кинематических уравнений Эйлера (моделирование)	4		5
9.	Контур определения параметров ориентации на основе интегрирования уравнений Пуассона (моделирование)	4		5
Всего		34		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		2
Всего:	32	32

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(ЛИАП) С28	Северов Л.А., Сазонов А.В. Комплексные гироскопические системы. Курсовые системы. – Л.: ЛИАП, 1985, 78 с.	48
twirpx.com/file/126419/	Ориентация и навигация подвижных объектов /Под ред. Алешина Б.С., Веремеенко К.К., Черноморского А.И. – М.: Физматгиз, 2006, 422 с.	

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
twirpx.com/file/688307/	Матвеев В.В., Распопов В.Я. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем. – СПб: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2009, 280 с

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 приборов и систем»	13-03
4	Стенд с препарированными гироскопами	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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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 зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Основные свойства ортодромических траекторий. Теорема Клеро.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.1
2	Схема и принцип действия указателя направления ортодромии	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.1, ПК-8.В.1,
3	Схема и принцип действия маятникового гирокомпаса (МГК)	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.1
4	Скоростная погрешность МГК	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.1
5	Баллистическая погрешность МГК	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.1
6	Корректируемый гирокомпас	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.1
7	Схема и принцип действия орбитального гирокомпаса	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1,

8	Структура авиационных курсовых систем	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.1
9	Схема, принцип действия и основные погрешности гиромагнитного компаса	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.1, ПК-8.В.1,
10	Схема, принцип действия и основные погрешности гировертикали (ГВ) с маятниковой коррекцией	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.2
11	Схема и принцип действия центральной гировертикали на основе двухосного гиросtabilизатора	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.1
12	Скоростные, баллистические и моментные погрешности ГВ	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.2
13	Схема и принцип действия инерциального построителя вертикали	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.1
14	Схема и принцип действия курсовертикали на основе трехосного гиросtabilизатора (ТГС)	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.1
15	Структура контуров построения вертикали систем ориентации на основе ТГС	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.1
16	Структуры систем физического гирокомпасирования курсовертикалей платформенного типа	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.1
17	Структуры систем аналитического гирокомпасирования курсовертикалей платформенного типа	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.1
18	Принцип построения бесплатформенных инерциальных систем ориентации (БИСО)	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.У.3, ОПК-1.В.1, ПК-8.В.1,
19	Структурная схема и принцип функционирования БИСО,	ОПК-1.3.1

	основанная на интегрировании кинематических уравнений Эйлера	ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.1
20	Структурная схема и принцип функционирования БИСО, основанная на интегрировании уравнений Пуассона	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2, ОПК-1.У.3 ОПК-1.В.1, ПК-8.В.1,
21	Структурная схема и принцип функционирования БИСО, основанная на использовании кватернионов	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2 ОПК-1.В.1
22	Инструментальные и методические погрешности БИСО	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1, ОПК-1.У.2, ОПК-1.У.3 ОПК-1.В.1 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	Прецессия – это: Движение гироскопа под действием постоянного внешнего момента; Движение гироскопа под действием момента мгновенных внешних сил; Движение гироскопа, вызванное вращением Земли Все ответы правильные	ОПК-1.3.1
2	Угловая скорость собственного вращения тяжелого гироскопа 200 с^{-1} . Масса 10 Н . Момент инерции гироскопа относительно оси симметрии $0.005 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Расстояние $OC = 0.04 \text{ м}$. Определите величину угловой скорости прецессии $[\text{с}^{-1}]$.	ОПК-1.У.2 ОПК-1.У.3

	<p>Решение. Угловая скорость прецессии $\omega = \frac{M^E}{J\Omega \sin \theta}$. Момент внешних сил $M^E = G \cdot OC \sin \theta$.</p> <p>Поэтому $\omega = \frac{G \cdot OC \sin \theta}{J\Omega \sin \theta} = \frac{G \cdot OC}{J\Omega} = \frac{10 \cdot 0,04}{0,005 \cdot 200} = 0,4 \text{ с}^{-1}$.</p> <p>Ответ: $0,4 \text{ с}^{-1}$</p>	
3	<p>Угловая скорость прецессии тяжелого волчка $\omega = 0,1 \text{ с}^{-1}$. Масса волчка $G = 1 \text{ Н}$. Расстояние $OC = 0,1 \text{ м}$. Момент инерции волчка относительно оси симметрии $J = 0,002 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.</p> <p>Определите угловую скорость собственного вращения волчка Ω [с⁻¹].</p> <p>Решение. Угловая скорость прецессии $\omega = \frac{M^E}{J\Omega \sin \theta}$. Момент внешних сил $M^E = G \cdot OC \sin \theta$.</p> <p>Поэтому $\Omega = \frac{G \cdot OC \sin \theta}{J\omega \sin \theta} = \frac{G \cdot OC}{J\omega} = \frac{1 \cdot 0,1}{0,002 \cdot 0,1} = 500 \text{ с}^{-1}$.</p> <p>Ответ: 500 с^{-1}.</p>	ОПК-1.У.2 ОПК-1.У.3
4	<p>Роторный вибрационный ДНГ: момент инерции ротора относительно оси X $A = 0.00005 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$; моменты инерции ротора относительно осей Y, Z $B=C=0.00003 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$; угловая скорость вращения ротора 2000 с^{-1}. Определить кинетический момент H гироскопа и, из условия динамической настройки, $c_1=(2B-A)(\omega)^2$ необходимую жесткость торсиона на кручение с1.</p> <p>$H=0,01 \text{ Нмс}$, $c_1=40\text{Нм}$; $H=0,1 \text{ Нмс}$, $c_1=40\text{Нм}$; $H=0,1 \text{ Нмс}$, $c_1=4\text{Нм}$; $H=10 \text{ Нмс}$, $c_1=4\text{Нм}$;</p>	ОПК-1.У.2
5	<p>На каком эффекте основан принцип действия лазерного и волоконно-оптического гироскопов:</p> <p>эффект Доплера Эффект Ньютона Эффект Саньяка Эффект Дальтона</p>	ОПК-1.3.1
6	<p>К каким последствиям приводит наличие момента сил сухого трения на оси подвеса внутренней рамки гироскопа направления?</p> <p>Появлению порога чувствительности по величине, корректируемой вертикальной составляющей угловой скорости основания пропорционального моменту трения</p> <p>Неработоспособности прибора Колебаниям вектора в вертикальной плоскости Все ответы верны</p>	ОПК-1.3.1
7	<p>При движении по локсодромии, какой параметр движения у подвижного объекта не изменяется?</p> <p>Скорость Курс Масса Все ответы верны</p>	ОПК-1.В.1

8	<p>Чем принцип работы гироскопа направления отличается от компасов? Габаритами Отсутствием момента устанавливающего подвижную часть прибора в плоскость меридиана Отсутствием подвижной части Нет верного ответа</p>	ПК-8.В.1
9	<p>Возможно ли использование гироскопической вертикали с электромагнитной системой коррекции на искусственном спутнике Земли? Почему? Да, можно, т.к. все законы физики действуют и на орбите Нет, нельзя, т.к. на орбите не ввести понятие вертикали Нет, нельзя, т.к. на орбите равнодействующая ускорения силы тяжести и центробежного ускорения равна нулю (невесомость), и маятники системы коррекции не работают Нет верного ответа</p>	ПК-8.В.1
10	<p>Где расположено начало гелиоцентрической системы координат? В центре Солнца В центре Земли В точке весеннего равноденствия Нет верного ответа</p>	ОПК-1.3.1
11	<p>К группе каких погрешностей относится скоростная погрешность гирокомпасов? Инструментальных Методических Случайных Нет верного ответа</p>	ОПК-1.3.1
12	<p>Какой чувствительный элемент может использоваться в гироскопе направления как индикатор горизонта? Акселерометр Ареометр Одометр Все ответы верны</p>	ОПК-1.3.1
13	<p>Чем вызвана баллистическая погрешность гирокомпасов на подвижном объекте? Попутным течением Креном корабля Ускорением подвижного объекта Нет верного ответа</p>	ОПК-1.У.2
14	<p>В состав электромагнитных систем коррекции гироскопической вертикали обязательно входит: Датчик момента Одометр Датчик температуры Нет верного ответа</p>	ОПК-1.У.2

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

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

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

Структура предоставления лекционного материала:

- изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- описание методов и алгоритмов, применяемых в 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 обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися 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

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 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

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».

Методические указания к выполнению лабораторной работы

1. Пономарев, В.К., Овчинникова, Н.А. / Исследование азимутального гироскопа направления (гироагрегат ГА-6), СПб.: ГУАП. – 2015.
2. Сазонов, А.В., Скорина, С.Ф. / Гироскопические системы ориентации и навигации, СПб.: ГААП. – 1994.

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.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

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;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.5. 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.

Порядок прохождения текущего контроля успеваемости определяется Положениями ГУАП «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».

Система оценивания:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное

совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

По итогам тестирования выставляется оценка: «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно». При получении менее 3-х баллов («неудовлетворительно») обучающемуся предоставляется возможность подготовиться и повторно пройти тестирование в сроки, предусмотренные учебным планом.

К промежуточной аттестации допускаются обучающиеся, полностью выполнившие учебный план, предусмотренный рабочей программой дисциплины, по всем видам учебных занятий.

11.6. 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».

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf.

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