

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
Высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Кафедра №13

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

Долж. К.Т.Н. Доц.

В.К. Пономарев  
(подпись)

«29» 05 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория гироскопов и гиростабилизаторов»  
(Название дисциплины)

Код направления	24.05.06
Наименование направления	Система управления летательными аппаратами
Наименование направленности	Приборы систем управления летательных аппаратов
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

проф. Д.Т.Н. проф.

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

Л.А. Северов  
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«29» 05 2020 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 13

К.Т.Н.

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

Н.А. Овчинникова  
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 24.05.06(04)

Долж. К.Т.Н. Доц.

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

В.К. Пономарев  
инициалы, фамилия

Заместитель директора института (факультета) № 1 по методической работе

ассистент

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

В.Е. Тарагун  
инициалы, фамилия

Дисциплина «Теория гироскопов и гиросtabilизаторов» входит в базовую часть образовательной программы подготовки студентов по направлению «24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленность «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой №13.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника общепрофессиональных компетенций:

ОПК-3 «способность использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить основные теории и концепции, границы их применимости»;

профессиональных компетенций:

ПК-4 «способность на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденцию развития их как объектов управления и тактики их применения».

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 возможностей систем гироскопической стабилизации. Рассматриваются одноосные, двухосные и трехосные гиросtabilизаторы, составляющие основу современных систем ориентации и комплексных приборов.

Преподвание 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 4 зачетных единицы, 144 часа. Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

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

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соответствующих с планируемым результатам освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-3 «способность использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить основные теории и концепции, границы их применимости»;

знать – основы теории гироскопов и гиросtabilизаторов;

уметь - анализировать работу гироскопов и гиросtabilизаторов;

владеть навыками – экспериментального исследования гироскопов и гиросtabilизаторов; иметь опыт деятельности – в составлении математических моделей гироскопических приборов и гиросtabilизаторов.

ПК-4 «способность на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденцию развития их как объектов управления и тактики их применения»;

знать - схемы и принципы действия гироскопов и гиросtabilизаторов;

уметь - анализировать работу гироскопов и гиросtabilизаторов;

владеть навыками – экспериментального исследования гироскопов и гиросtabilизаторов; иметь опыт деятельности – в составлении математических моделей гироскопических приборов и гиросtabilизаторов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами 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 гироскопов,

– Элементы гироскопических приборов и систем.

### 3. Объем дисциплины в Э/академ. час

Данные об объеме объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№6	№6
1	2		3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЭЭ/час</b>	<b>4/ 144</b>		<b>4/ 144</b>
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	<b>85</b>		<b>85</b>
<b>В том числе</b>			
лекции (ЛЛ), (час)	51		51
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17		17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17		17
курсовой проект (работы) (КП, КР), (час)			
Экзамен, (час)	36		36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	<b>23</b>		<b>23</b>
<b>Вид промежуточной аттестации: зачет, экзамен, дифференцированный зачет (Зачет, Экз, Дифф. зач)</b>	<b>Экз.</b>		<b>Экз.</b>

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.  
Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Раздел 1. Гироскопические инерциальные чувствительные элементы	26	6	8		8
Тема 1.1. Гироскопы в кардановом подвесе.					
Тема 1.2. Гироскопы со сферическим подвесом ротора					
Тема 1.3. Динамически настраиваемые					

гироскопы.					
Тема 1.4. Оптические гироскопы.					
Тема 1.5. Волновые твердотельные гироскопы.					

Раздел 2. Датчики угловой скорости.	8	2	4		4
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		5
Тема 3.1. Одноосные гиросtabilизаторы.					
Тема 3.2. Двухосные гиросtabilизаторы.					
Тема 3.3. Трехосные гиросtabilизаторы.					
Итого в семестре:	51	17	17		23
Итого:	51	17	17	0	23

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p><b>Раздел 1. Гироскопические инерциальные чувствительные элементы</b></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 вылете. Прецессионное 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</p>

	<p>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 теории 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). Колыбаева модель динамики ВТГ. Режимы работы ВТГ. Способы возбуждения ВТГ. Модели погрешностей ВТГ в интегрирующем режиме.</p>
2	<p><b>Раздел 2. Датчики угловой скорости.</b></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 гироскопа. Масштабный коэффициент преобразования и полосу частот пропускающая 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><b>Раздел 3. Гиростабилизированные платформы.</b></p> <p>Тема 3.1. Одноосные гиростабилизаторы.</p> <p>Схема и принцип действия одноосного гиростабилизатора (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 гиростабилизаторы.</p> <p>Схема и принцип действия двухосного гиростабилизатора (ДГС). Области использования ДГС. Анализ условий устойчивости ДГС. Выбор схемы ориентации гироскопов в ДГС. Погрешности</p>

ДГС.	Тема 3.3. Трехосные гиростабилизаторы.	Классификация и области использования трехосных гиростабилизаторов (ТГС). Уравнения динамики ТГС на подвижном основании. Перекрестные связи каналов стабилизации платформ. Преобразованием координат в ТГС. Динамические ходы ТГС.
------	--	--

4.3. Практические (семинарские) занятия  
Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.  
Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6				
1	Изучение конструкции гироскопов в кардановом подвесе	Работа с натурными и претипарированными образцами	4	1
2	Изучение конструкции оптических гироскопов	Работа с натурными и претипарированными образцами	4	1
3	Изучение конструкции датчиков угловой скорости	Работа с натурными и претипарированными образцами	3	2
4	Изучение конструкций гироскопических стабилизаторов	Работа с натурными и претипарированными образцами	6	3
Всего:			17	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6			
1	Прецессионное движение гироскопа в кардановом подвесе	2	1
2	Нутационные колебания гироскопа в 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 гиросtabilизатора (моделирование)	3	3
7	Исследование погрешностей двухосного гиросtabilизатора на качающемся основании	4	3
Всего:		17	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
Самостоятельная работа, всего	23	23
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		19

курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)		4

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов указаны в пп. 8-10.

#### 6. Перечень основной и дополнительной литературы

##### 6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
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. Расолюнов, Ю. В. Филатов; Концерн "ЦНИИ "Электронприбор". - СПб.: Изд-во ЦНИИ "Электронприбор", 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. В. 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

##### 6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.  
Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
629.7 Г51	Под ред. Целыгора Д.С. Гирскоопические системы. Гирскоопические приборы и системы, – М.: высшая школа, 1988, 424 с. Учебник для вузов.	11
629.7 Р41	Ориентация и навигация подвижных объектов /Под ред. Алешина Б.С., Веремеенко К.К., Черноморского А.И. – М.: Физматгиз, 2006, 422 с. [mltdx.com/file/126419/]	9
629.7 С28	Северов Л.А., Быкова Г.М. Расчет и проектирование гирскоопических систем ориентации и навигации. – Л.: ЦИАП, 1986, 58 с. Учебное пособие.	24

#### 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
-----------	--------------

#### 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

##### 8.1 Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

##### 8.2 Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

#### 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории
1	Лекционная аудитория	13-04
2	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04
3	Специализированная лаборатория «Гирскоопических проборов и систем»	13-03
4	Стенды с препарированными приборами	13-03

#### 10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

##### 10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и статьи их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОПК-3 «Способность использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить основные теории и концепции, границы их применимости»	
1	Математика. Математический анализ
	Физика
1	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
2	Физика
2	Математика. Математический анализ
2	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
2	Математика. Дифференциальные уравнения
3	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
3	Сопровождение материалов
3	Теоретическая механика
3	Материаловедение

3	Физика
3	Авиацонные материалы
4	Метрология, стандартизация и сертификация
4	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
5	Аналитическая механика
5	Основы теории управления
6	Основы теории пилотажно-навигационных комплексов
6	Динамика полета
6	Теория гироскопов и гиросtabilизаторов
7	Пирокосмические приборы и системы
7	Системы управления летательными аппаратами
8	Системы управления летательными аппаратами
9	Микромеханические приборы и устройства
9	Надежность приборов и систем
9	Системы управления летательными аппаратами
9	Микромеханические инерциальные чувствительные элементы
10	Производственная преддипломная практика
ПК-4 «Способность на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов-ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденции развития их как объектов управления и тактики их применения»	
5	Основы прикладной гидро- и аэродинамики
5	Аэромеханика
6	Теория гироскопов и гиросtabilизаторов
7	Цифровые системы управления и обработки информации
7	Системы управления летательными аппаратами
8	Системы управления летательными аппаратами
8	Производственная практика (научно-исследовательская работа)
9	Производственная практика (научно-исследовательская работа)
9	Системы управления летательными аппаратами

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (овладения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно-рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100-балльная и 4-балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций		Характеристика сформированных компетенций
Оценка компетенции	4-балльная шкала	
100-балльная шкала	«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>
$70 \leq K < 84$	«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>- выявляет 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>
$55 \leq K < 69$	«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>
$K < 54$	«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 раскрытии 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>

## 10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

## 1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	Уравнения динамики гироскопа с тремя степенями свободы (ТГ).
2	Основные свойства ТГ (прецессия, нутация, видимый уход)
3	Уравнение динамики и основные свойства гироскопа с двумя степенями свободы
4	Основные схемы и динамика гироскопов со сферическим подвесом ротора
5	Уравнение динамики и структурная схема динамически настроенного гироскопа (ДНГ) с двумя степенями свободы
6	Условие динамической настройки и основные погрешности ДНГ с двумя степенями свободы
7	Уравнения динамики и структурная схема ДНГ с тремя степенями свободы
8	Условие динамической настройки и основные погрешности ДНГ с тремя степенями свободы
9	Схема и основные технические характеристики лазерного гироскопа (ЛГ)
10	Кинематическая теория ЛГ
11	Доплеровская теория ЛГ
12	Схема и принцип действия волоконного оптического гироскопа (ВОГ)
13	Обработка информации в ВОГ
14	Схема и принцип действия волоконного твердотельного гироскопа (ВТГ)
15	Кольцевая модель динамики ВТГ и его работа в интегрирующем режиме
16	Схема и принцип действия датчика угловой скорости (ДУС) прямого преобразования на основе двухстепенного гироскопа
17	Анализ динамики и основных погрешностей ДУС прямого преобразования
18	Структурная схема, передаточные функции и основные характеристики ДУС компенсационного типа
19	Структурная схема и передаточные функции ДУС на основе ДНГ
20	Схема и принцип действия ДУС на основе ДНГ с позиционным возмущением
21	Схема и принцип действия одноосного гиросtabilизатора (ОГС)

22	Уравнения динамик ОГС на подвижном основании
23	Структурная схема и передаточные функции контура стабилизации ОГС
24	Статические характеристики ОГС
25	Обеспечение устойчивости ОГС демпферами
26	Обеспечение устойчивости ОГС астатического типа
27	Обеспечение устойчивости ОГС статического типа
28	Погрешности ОГС при колебаниях основания
29	Схема, принцип действия и области использования двухосных гиросtabilизаторов (ДГС)
30	Кинематика подвеса платформы ДГС
31	Уравнения динамики ДГС на подвижном основании
32	Выбор схемы ориентации гироблоков в ДГС и их основные погрешности
33	Схема, принцип действия и области использования трехосных гиросtabilизаторов (ТГС)
34	Кинематика подвеса платформы ТГС
35	Уравнения динамики ТГС на подвижном основании
36	Определение обобщенных моментов в ТГС
37	Преобразователи координат в ТГС
38	Схема и принцип действия ТГС индикаторного типа
39	Основные погрешности ТГС

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)  
Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / диф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	Учебным планом не предусмотрено

3. Темы и задания для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)  
Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено



4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	не предусмотрено

5. Контрольные и практические задания / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	не предусмотрено

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержится в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

**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.

- планируются 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-деятельных качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- повышение 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 представления 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.

**Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий**

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся 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 обучающихся является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируются 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 методами 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 результаты выполнения задания и оценить полностью и качество выполнения по 100 балльной шкале рейтинга;
- отметить в журнале посещения персональное присутствие студентов;
- провести консультации по пропущенным темам практических занятий;
- проверить результаты самостоятельного освоения материала по пропущенным темам работ

#### **Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ**

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

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач 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 обучающиеся 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 записать 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.giap.ru](http://www.giap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.giap.ru](http://www.giap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации».

#### **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 целеобразное 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 обучающегося являются учебно-методический материал по дисциплине.

#### **Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине и проводится в форме дифференцированного зачета 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 программам 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