

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

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



В.К. Пономарев

(подпись)

«29» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы ориентации и управления космическими аппаратами»
(Название дисциплины)

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

Санкт-Петербург 2021

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц., к.т.н. доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

В.К. Пономарев

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«29» мая 2021 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 13

доц., к.т.н.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

Н,А, Овчинникова

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 24.04.02(01)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

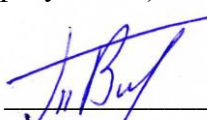
В.К. Пономарев

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (факультета) № 1 по методической работе

Ст. преподаватель

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

В.Е. Таратун

инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Системы ориентации и управления космическими аппаратами» 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-7 «Способен на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательными аппаратами различного назначения, как объектов ориентации, стабилизации, навигации, управления движением, а также создавать математические модели, позволяющие прогнозировать тенденцию их развития как объектов управления и тактики их применения»

ОПК-8 «Способен проводить динамические расчеты систем управления летательными аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением)»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием систем управления движением космических аппаратов. Раскрываются цели и задачи систем управления движением современных космических аппаратов. Дает представление о строении и функционировании систем управления движением космических аппаратов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, 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 зачетные единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является получение обучающимися необходимых знаний, навыков и умений в области исследования и проектирования систем ориентации и управления космическими аппаратами.

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 образовательной программы

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-7 Способен на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательными аппаратами различного назначения, как объектов ориентации, стабилизации, навигации, управления движением, а также создавать математические модели, позволяющие прогнозировать тенденцию их развития как объектов управления и тактики их применения	ОПК-7.3.1 знать математическое описание элементов и систем управления летательными аппаратами ОПК-7.У.1 уметь проводить динамические расчеты систем управления летательных аппаратов и создавать математические модели их движения ОПК-7.В.1 владеть навыками исследования динамики систем управления летательных аппаратов
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-8 Способен проводить динамические расчеты систем управления летательными аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением)"	ОПК-8.3.1 знать математический аппарат и методики расчета динамических характеристик систем управления летательными аппаратами; специализированные программные продукты анализа и синтеза динамических систем; методики математического и полунатурного моделирования комплекса "подвижный объект - система управления" ОПК-8.У.1 уметь выполнять динамические расчеты, связанные с проектированием систем управления летательными аппаратами; решать задачи синтеза и анализа динамических систем, используя методики

		математического и полунатурного моделирования ОПК-8.В.1 владеть навыками решения практических задач, связанных с анализом и синтезом систем управления летательными аппаратами
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Математика;
- Физика;
- Теоретическая механика;
- Аналитическая механика;
- Динамика полета;
- Теория автоматического управления;
- Системы управления летательными аппаратами;
- Гироскопические приборы и системы;
- Основы прикладной гидро-аэродинамики;
- Основы теории пилот. нав. комплексов;
- Инерциальные навигационные системы.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют самостоятельное значение и используются при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

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
		№10
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		

экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа , всего (час)	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции и (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 10					
Раздел 1. Вводная часть	2				
Раздел 2. Введение в космическую баллистику	2	2			5
Раздел 3. Космический аппарат как объект управления	8	4			12
Раздел 4. Построение систем управления движением	8	4			8
Раздел 5. Алгоритмы определения ориентации и угловой скорости	2	2			8
Раздел 6. Системы управления на базе ракетных двигателей	2	2			10
Раздел 7. Системы управления на базе электромеханических исполнительных органов	8	3			8
Раздел 8. Контроль работы СУД	2	-			6
Итого в семестре:	34	17			57
Итого:	34	17	0	0	57

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Раздел 1. Вводная часть</p> <p>Цели, задачи, требования и ограничения для системы управления движением космических аппаратов. Условия функционирования космических аппаратов, космическая радиация. Системы координат</p>

2	<p>Раздел 2. Введение в космическую баллистику</p> <p>Описание движения космического аппарата по орбите, уравнения невозмущенного движения. Уравнения возмущенного движения. Связь между системами координат. Трасса спутника. Маневрирование. Характеристическая скорость. Типы орбит и классы решаемых задач. Характеристики современных ракет-носителей</p>
3	<p>Раздел 3. Космический аппарат как объект управления</p> <p>Определение ориентации: углы Эйлера-Крылова, матрицы направляющих косинусов, кватернионы. Связь между параметрами ориентации. Кинематические уравнения. Динамические уравнения Эйлера. Динамика углового движения космического аппарата с носимыми телами. Динамика углового движения с гибкими выносными элементами. Возмущающие моменты: внутренние, гравитационный, магнитный, аэродинамический, светового давления. Частные случаи динамических уравнений.</p>
4	<p>Раздел 4. Построение систем управления движением</p> <p>Виды космических аппаратов и их систем управления движением, краткий исторический обзор; пассивные и комбинированные системы ориентации (гравитационная стабилизация, аппараты стабилизированные вращением или содержащие быстровращающийся маховик, стабилизированные в магнитном поле); построение современных активных систем управления движением (СУД) космических аппаратов и их место в управлении космическими аппаратами; структурная СУД автоматизированные системы управления КА, бортовые комплексы управления, элементы современных систем управления: датчики и приборы используемые для определения ориентации и угловой скорости космических аппаратов, исполнительные органы: ракетные двигатели, исполнительные органы: двигатели-маховики, силовые гироскопы, электромагниты, бортовой вычислительный комплекс, программное обеспечение СУД; режимы и участки работы системы управления движением; приведение в ориентированное в ОСК положение, построение солнечной ориентации, программное движение, проведение маневра, управление в нештатных ситуациях.</p>
5	<p>Раздел 5. Определение ориентации и угловой скорости</p> <p>Определение ориентации:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ИКПМВ и ИУС; - астрокоординатора и БИСО (ИУС); - по двум векторам; - использование систем спутниковой навигации <p>Методы фильтрации</p>
6	<p>Раздел 6. Системы управления на базе ракетных двигателей</p> <p>Динамика релейной системы в режиме стабилизации. Двусторонние одноимпульсные колебания. Односторонние колебания. Анализ устойчивости. Оценка расхода топлива.</p>
7	<p>Раздел 7. Системы управления на базе электромеханических</p>

	<p>исполнительных органов</p> <p>Общий принцип действия систем ориентации и стабилизации на базе электромеханических исполнительных органов (ЭМИО). Основные характеристики.</p> <p>Схемы установки двигателей маховиков. Использование псевдообращенной матрицы при управлении.</p> <p>Использование двухступенных силовых гироскопов. Свойство усиление момента. Сингулярные точки. Построение и анализ особых поверхностей. Схемы установки. Задача настройки.</p> <p>Использование трехступенных силовых гироскопов. Оценка энергопотребления и массы ЭМИО. Разгрузка электромеханических исполнительных органов: - с использованием двигателей ориентации; - с использованием электроракетных двигателей; - с использованием электромагнитов; - гравитационная разгрузка. Анализ устойчивости.</p>
8	<p>Раздел 8. Контроль работы СУД</p> <p>Методы идентификации и парирования отказов системы управления движением.</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)	№ раздела дисциплины
Семестр 10				
1	Введение в космическую баллистику	Решение задач	2	2
2	Космический аппарат как объект управления	Решение задач	4	3
3	Построение систем управления движением	Групповые дискуссии	4	4
4	Определение ориентации и угловой скорости	Расчеты и математическое моделирование	2	5
5	Системы управления на базе ракетных двигателей	Математическое моделирование	2	6
6	Системы управления на базе электромеханических исполнительных органов	Математическое моделирование	3	7
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)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено			
Всего:			

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 10, час
1	2	3
Самостоятельная работа, всего	57	57
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	40
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	17	17
домашнее задание (ДЗ)		
контрольные работы заочников (КРЗ)		

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов 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	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
629.76/78 P25	Б.В. Раушенбах, Е.Н. Токарь Управление ориентацией космических аппаратов. Наука, 1974. - 600 с	8
531 Б93	Курс теоретической механики [Текст] : в 2 т : учебник. Т. 2. Динамика / Н. В. Бутенин, Я. А. Лунц, Д. Р. Меркин. - 3-е изд., испр. - М. : Наука : Физматлит, 1985. - 496 с.	105
	Белецкий В.В. Движение искусственного спутника относительно центра масс. - М.: Наука, 1965. - 416с. twirpx.com>file/293616/ twirpx.com>comment/1150148/	
	В.Н. Васильев Системы ориентации космических аппаратов, М.: ФГУП “НПП ВНИИЭМ”, 2009. - 309с.	
	Бровкин А.Г., Бурдыгов Б.Г., Гордийко С.В. и др. под редакцией А.С. Сырова. Бортовые системы управления космическими аппаратами – М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010.-304с. epizodsspace.no-ip.org>...bortovye/bortovye...2010.pdf	
	Попов В.И. Системы ориентации и стабилизации космических аппаратов. М.: Машиностроение, 1986. - 184 с twirpx.com>file/266707/	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ

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

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	ПО Матлаб

8.2. Перечень информационно-справочных систем

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 представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории
1	Лекционная аудитория	13 - 03
2	Мультимедийная лекционная аудитория	13 - 04

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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;

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

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<p>практической деятельностью направления;</p> <ul style="list-style-type: none"> – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
<p>«хорошо» «зачтено»</p>	<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.
<p>«удовлетворительно» «зачтено»</p>	<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.
<p>«неудовлетворительно» «не зачтено»</p>	<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	Описание движения космического аппарата по орбите, уравнения невозмущенного движения.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1,
2	Уравнения возмущенного движения космического аппарата по орбите.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, , ОПК-8.3.1,

		ОПК-8.У.1,
3	Трасса спутника. Маневрирование. Характеристическая скорость. Типы орбит и классы решаемых задач.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1,
4	.Определение ориентации космического аппарата на орбите.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
5	Связь между параметрами ориентации. Кинематические уравнения движения космического аппарата по орбите.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1,
6	Динамика углового движения космического аппарата с носимыми телами.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
7	Динамика углового движения с гибкими выносными элементами.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
8	Возмущающие моменты: внутренние, гравитационный, магнитный, аэродинамический, светового давления.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1,
9	Частные случаи динамических уравнений.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
10	Виды космических аппаратов и их систем управления движением.	ОПК-7.3.1,
11	Пассивные и комбинированные системы ориентации.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1,

		ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1,
12	Построение современных активных систем управления движением (СУД) космических аппаратов.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
13	Датчики и приборы используемые для определения ориентации и угловой скорости космических аппаратов.	ОПК-7.3.1,
14	Исполнительные органы системы ориентации.	ОПК-7.3.1,
15	. Режимы и участки работы системы управления движением; приведение в ориентированное в ОСК положение.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
16	Построение системы солнечной ориентации.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
17	Программное движение космического аппарата, проведение маневра, управление в нештатных ситуациях.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
18	Определение ориентации с помощью инерциальных датчиков.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
19	Определение ориентации с помощью астрокоординатора и БИСО (ИУС).	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
20	Определение ориентации по двум векторам.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1,

		ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
21	Использование систем спутниковой навигации в задачах ориентации.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
22	Релейные системы стабилизации. Оценка расхода топлива.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
23	Общий принцип действия систем ориентации и стабилизации на базе электромеханических исполнительных органов (ЭМИО).	ОПК-7.3.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
24	Схемы установки двигателей маховиков.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1,
25	Использование двухступенных силовых гироскопов.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
26	Использование трехступенных силовых гироскопов.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
27	Оценка энергопотребления и массы ЭМИО.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1
28	Разгрузка электромеханических исполнительных органов	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1,

		ОПК-8.У.1,
--	--	------------

Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

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

Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта представлены в таблице 17.

Таблица 17 – 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

Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Не предусмотрено

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	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:

- ознакомление студентов с физическими законами и принципами функционирования микромеханических гироскопов и акселерометров;
- изложение методов математического описания динамики движения микромеханических гироскопов и акселерометров различных типов и оценки их метрологических характеристик;
- ознакомление с методами возбуждения и стабилизации колебаний механических масс микромеханических гироскопов;
- изложение способов регистрации движения чувствительных масс в микромеханических гироскопах и акселерометрах и первичной обработки измерений;
- ознакомление с вопросами проектирования отдельных функциональных узлов микрогироскопов и акселерометров и – приборов в целом;
- изложение методов и способов формирования обратных связей в микромеханических гироскопах и акселерометрах компенсационного типа;
- ознакомление со средствами автоматизации исследования и проектирования МЭМС;
- ознакомление с вопросами технологии изготовления микромеханических приборов и устройств;
- изучение факторов, определяющих погрешности микромеханических гироскопов и акселерометров и способов их компенсации.

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.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями 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 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 является учебно-методический материал по дисциплине.

11.4. 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».

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

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

Система оценок и требования к методам проведения 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