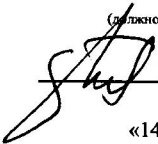


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
 ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
 АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Кафедра №13

«УТВЕРЖДАЮ»  
 Руководитель направления  
доц., к.т.н., доц.  
 (должность, уч. степень, звание)  
  
 В.К. Пономарев  
 (подпись)  
 «14» июня 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Инерциально-спутниковые навигационные комплексы»  
 (Название дисциплины)

Код направления	24.04.02
Наименование направления	Системы управления движением и навигация
Наименование направленности	Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2022г.

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  
 «14» июня 2022 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 13  
 доц., к.т.н., доц.  
 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 «Инерциально-спутниковые навигационные комплексы» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 24.04.02 «Системы управления движением и навигация» направленности «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен формировать новые направления научных исследований и опытно- конструкторских разработок»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими и практическими методами и алгоритмами интеграции инерциальных и спутниковых навигации, являющиеся информационной основой современных систем автоматического управления движением подвижных аэрокосмических объектов. Рассматриваются назначение, решаемые задачи и принципы построения, а также приводятся алгоритмы функционирования бесплатформенных инерциальных измерительных модулей, приемной аппаратуры спутниковых навигационных систем. Приводятся математические модели погрешностей инерциальных модулей, построенных на различных типах гироскопов. Изложены современное состояние и проблемы разработки основных инерциальных модулей, а также определены современные требования и состав интеграции системы ориентации и навигации для современных аэрокосмических объектов различных классов.

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

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

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

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является подготовка к профессиональной деятельности магистров в области наукоемких отраслей техники и технологии, охватывающие проблемы интегрирования взаимодействующих измерительных, информационных, вычислительных, управляющих и энергетических систем, построенных на элементах и узлах высокоточной механики, нано- и микромеханики с электронными, электротехническими, оптическими и компьютерными компонентами, и обеспечивающей проектирование и производство качественно новых оптимальных, адаптивных и интеллектуальных систем и комплексов управления движением, навигации, ориентации в целом и их подсистем для подвижных объектов различного назначения. Имеет своей целью приобретение знаний и навыков, необходимых для проведения научных исследований и создания интегрированных систем ориентации и навигации (ИСОИ), построенных на основе бескарданных инерциальных измерительных модулей (БИИМ) и приемной аппаратуры GPS/ГЛОНАСС. ИСОИ предназначены для систем управления как объектов, движущихся вблизи поверхности Земли, так и для орбитальных космических аппаратов.

Объектами профессиональной деятельности выпускников являются: управляющие, пилотажно-навигационные и электроэнергетические комплексы летательных аппаратов; приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации; системы управления летательными аппаратами

**1.2.** Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, 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
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок	ПК-1.3.1 знать современные тенденции развития приборов и систем ориентации, стабилизации и навигации летательных аппаратов и техники в целом ПК-1.У.1 уметь на основе новых знаний формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок ПК-1.В.1 владеть современными методами аналитического анализа, математического и имитационного моделирования, постановки экспериментальных исследований

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика;
- Физика;
- Методы и системы сбора и обработки данных;
- Методы теории фильтрации в задачах навигации и управления;
- Современная теория управления;
- Спутниковые навигационные системы.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при проведении научно-исследовательской работы и подготовке ВКР.

## 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
		№ 3
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	5/ 180	5/ 180
<i>Из них часов практической подготовки</i>	34	34
<i>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</i>	51	51
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	54	54
<i>Самостоятельная работа, всего (час)</i>	75	75
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>	Экзамен	Экзамен

#### 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	Лекци и	ПЗ (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 3					
<p>Раздел 1. Теория инерциальных и корректирующих систем</p> <p>Тема 1.1. Назначение и требования к интегрированным системам ориентации и навигации. Структура построения систем.</p> <p>Тема 1.2. Алгоритмы функционирования бескарданных инерциальных измерительных модулей</p> <p>Тема 1.3. Методы и алгоритмы навигационных определений в спутниковых и радиотехнических наземных навигационных системах</p>	5	10			26
<p>Раздел 2. Математические модели ошибок и алгоритмы комплексирования инерциальных и корректирующих систем</p> <p>Тема 2.1. Модели погрешностей инерциальных измерительных модулей</p> <p>Тема 2.2. Модели погрешностей интегрированных системы ориентации и навигации.</p> <p>Тема 2.3. Коррекция инерциальных систем от доплеровского измерителя скорости или лага</p> <p>Тема 2.4. Алгоритмы комплексирования в рамках слабо и жестко связанных систем</p>	8	16			26

Раздел 3. Анализ точности комплексных систем  Тема 3.1. Анализ точности интегрированных систем ориентации и навигации а выработке навигационных и динамических параметров движения подвижных объектов на лазерных гироскопах и волоконно-оптических гироскопах  Тема 3.2. Интегрированная система ориентации и навигации на микромеханических гироскопах и акселерометрах, анализ точности и область применения	4	8			23
Итого в семестре:	17	34			75
Итого:	17	34	0	0	75

#### 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><b>Раздел 1. Теория инерциальных и корректирующих систем</b></p> <p>Тема 1.1. Назначение и требования к интегрированным системам ориентации и навигации. Структура построения систем.</p> <p>Современное состояние (анализ отечественных и зарубежных систем) и перспектива развития. Режимы работы, алгоритмы и модели погрешностей</p> <p>Тема 1.2. Алгоритмы функционирования бескарданных инерциальных измерительных модулей</p> <p>Акселерометры и датчики угловой скорости, их типы, физические принципы, на которых они работают. Алгоритмы задачи интеграции данных БИИМ и СНС. Измерения, расчетная модель, ковариационный и оценочный каналы ФК, формирование обратных связей. Моделирование непрерывных и дискретных алгоритмов ИСОН с БИИМ на лазерных, волоконно-оптических или микромеханических гироскопах в пакете MATLAB (Simulink).</p> <p>Тема 1.1. Методы и алгоритмы навигационных определений в спутниковых радиотехнических наземных навигационных системах</p> <p>Принципы действия спутниковых и радиотехнических наземных навигационных систем. Формат сигналов в спутниковых системах навигации. Приведение измерений к единому базису и формирование математических моделей ошибок.</p>

2	<p><b>Раздел 2. Математические модели ошибок и алгоритмы комплексирования инерциальных и корректирующих систем</b></p> <p>Тема 1.1. Модели погрешностей инерциальных инерциальных измерительных модулей.</p> <p>Модели ошибок акселерометров и датчиков угловой скорости различных типов. Методы и алгоритмы повышения точности инерциальных измерительных модулей. БИИМ на позиционных гироскопах. БИИМ на датчиках угловой скорости.</p> <p>Тема 1.2. Модели погрешностей интегрированных системы ориентации и навигации</p> <p>Уравнения ошибок систем инерциальной навигации. Основные инструментальные ошибки. Уравнения ошибок определения координат. Уравнения ошибок ориентации чувствительных элементов и определение заданных направлений в пространстве. Модель гиросtabilизированной платформы с учетом составляющих дрейфа и ошибок акселерометров. Модель бесплатформенной ИНС с учетом ошибок акселерометров и ДУС.</p> <p>Тема 1.3. Коррекция инерциальных систем от доплеровского измерителя скорости или лага</p> <p>Демпфирование ИНС с использованием информации о скорости от доплеровского измерителя скорости. Исследование устойчивости и уравнения ошибок.</p> <p>Тема 1.4. Алгоритмы комплексирования в рамках слабо и жестко связанных систем</p> <p>Схемы алгоритмов, исследование их свойств. Реализация алгоритмов и их моделирование для аэрокосмических систем. Современное состояние, основные проблемы и пути их решения</p>
3	<p><b>Раздел 3. Анализ точности комплексных систем</b></p> <p>Тема 1.1. Анализ точности интегрированных систем ориентации и навигации а выработке навигационных и динамических параметров движения подвижных объектов на лазерных гироскопах и волоконно-оптических гироскопах</p> <p>ИСОИ на основе БИИМ с измерительным блоком на лазерных гироскопах. Анализ результатов стендовых испытаний, влияние внешнего магнитного поля. ИСОИ для орбитальных КА. Структура построения. Имитационная модель работы в пакете MATLAB (Simulink), анализ погрешностей</p> <p>Тема 3.2. Интегрированная система ориентации и навигации на микромеханических гироскопах и акселерометрах, анализ точности и область применения.</p> <p>Метрологические характеристики микромеханических гироскопов и акселерометров. Модули инерциальных чувствительных элементов. Особенности построения алгоритмов обработки сигналов гироскопов и акселерометров при формировании курсоверткали. Счисление координат. Комплексирование координатной информации с данными спутниковой навигационной системы.</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)	№ раздел а дисциплины
Семестр 3				
1	Структура построения интегрированных систем	Составление и анализ структур	2	1.1
2	Алгоритмы функционирования инерциальных измерительных модулей	Разработка алгоритмов функционирования инерциальных измерительных модулей	4	1.2
3	Алгоритмы навигационных определений	Анализ алгоритмов инерциальной навигации	4	1.3
4	Модели погрешностей инерциальных измерительных модулей	Разработка моделей погрешностей инерциальных измерительных модулей	4	2.1
5	Модели погрешностей интегрированных системы ориентации и навигации	Анализ погрешностей интегрированных системы ориентации и навигации	4	2.2
6	Коррекция инерциальных систем от доплеровского измерителя скорости или лага	Разработка алгоритмов коррекции и их анализ	4	2.3
7	Алгоритмы комплексирования в рамках слабо и жестко связанных систем	Анализ слабо и жестко связанных систем	4	2.4
8	Анализ точности интегрированных систем ориентации и навигации в выработке навигационных и динамических параметров движения подвижных объектов	Моделирование для анализа точности интегрированных систем ориентации и навигации	4	3.1
9	Исследование ошибок построителя курсовых вертикали на микромеханических гироскопах и акселерометрах	Имитационное моделирование	4	3.2
Всего:			34	



#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплин ы
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 3, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	<b>75</b>	<b>75</b>
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	25	25
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
629.7.05 А65	Андреев, В. Д. Теория инерциальной навигации. Корректируемые системы / В. Д. Андреев. - М. : Наука, 1967. - 647 с.	4
621.396.9 А73	О. Н. Анучин, Г. И. Емельянцева ; ред. В. Г. Пешехонов ; Интегрированные системы ориентации и навигации для морских подвижных объектов / Гос. науч. центр РФ - ЦНИИ "Электроприбор". - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : [б. и.], 2003. - 390 с.	3
629.7 М 59	Микросистемы ориентации беспилотных летательных аппаратов / Р. В. Алалуев [и др.] ред. В. Я. Распопов. - М. : Машиностроение, 2011. - 184 с. :	6
629.7 М 33	В. В. Матвеев, В. Я. Распопов. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем: Учебное пособие; ГНЦ РФ - ЦНИИ "Электроприбор", 2009. - 278 с.	1
681.5 Н 49	О. А. Степанов. Основы теории оценивания с приложениями к задачам обработки навигационной информации. Учебное пособие. Ч. 2. Введение в теорию - СПб. : Изд-во ГНЦ РФ - ЦНИИ "Электроприбор", 2012. - 417 с.	20

## 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ

Перечень образовательных 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
1.	MATLAB, MATHCAD

### 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	13-03а
2	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04
3	Дисплейный класс	13-03в

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1.Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты.

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 практической деятельностью направления;

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

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Назначение и требования к интегрированным системам ориентации и навигации.	ПК-1.3.1
2	Структурные схемы систем ориентации и навигации.	ПК-1.3.1
3	Современное состояние (анализ отечественных и зарубежных систем) и перспектива развития.	ПК-1.3.1
4	Режимы работы, алгоритмы и модели погрешностей.	ПК-1.3.1
5	Алгоритмы функционирования бескарданных инерциальных измерительных модулей.	ПК-1.3.1
6	Акселерометры и датчики угловой скорости, их типы,	ПК-1.3.1

	физические принципы, на которых они работают.	
7	Алгоритмы задачи интеграции данных БИИМ и СНС.	ПК-1.3.1
8	Измерения, расчетная модель, ковариационный и оценочный каналы ФК, формирование обратных связей.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
9	Методика моделирование непрерывных алгоритмов ИСОН с БИИМ на лазерных, волоконно-оптических или микромеханических гироскопах в пакете MATLAB (Simulink).	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
10	Методика моделирование дискретных алгоритмов ИСОН с БИИМ на лазерных, волоконно-оптических или микромеханических гироскопах в пакете MATLAB (Simulink).	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
11	Методы и алгоритмы навигационных определений в спутниковых и радиотехнических наземных навигационных системах.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
12	Принципы действия спутниковых и радиотехнических наземных навигационных систем. Формат сигналов в спутниковых системах навигации.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1,
13	Приведение измерений к единому базису и формирование математических моделей ошибок.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
14	Математические модели ошибок и алгоритмы комплексирования инерциальных и корректирующих систем.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
15	Модели погрешностей инерциальных инерциальных измерительных модулей.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
16	Модели ошибок акселерометров и датчиков угловой скорости различных типов.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
17	Методы и алгоритмы повышения точности инерциальных измерительных модулей.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
18	. БИИМ на позиционных гироскопах	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1,
19	БИИМ на датчиках угловой скорости.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1,
20	Модели погрешностей интегрированных системы ориентации и навигации.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
20	Уравнения ошибок систем инерциальной навигации.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
22	Основные инструментальные ошибки.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1,
23	Уравнения ошибок определения координат.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1,

		ПК-1.В.1
24	Уравнения ошибок ориентации чувствительных элементов и определение заданных направлений в пространстве.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
25	Модель гиросtabilизированной платформы с учетом составляющих дрейфа и ошибок акселерометров.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
26	Модель бесплатформенной ИНС с учетом ошибок акселерометров и ДУС.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
27	Коррекция инерциальных систем от доплеровского измерителя скорости или лага.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
28	Демпфирование ИНС с использованием информации о скорости от доплеровского измерителя скорости.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
29	Исследование устойчивости и уравнения ошибок.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
30	Алгоритмы комплексирования в рамках слабо и жестко связанных систем.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
30	Схемы алгоритмов, исследование их свойств.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
31	Реализация алгоритмов и их моделирование для аэрокосмических систем.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
33	Современное состояние, основные проблемы и пути их решения.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1,
33	Анализ точности комплексных систем.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
35	Анализ точности интегрированных систем ориентации и навигации на лазерных гироскопах.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
36	Анализ точности интегрированных систем ориентации и навигации на волоконно-оптических гироскопах.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.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 / дифференцированного 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
	Учебным планом не предусмотрено

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.

Планируемы результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

– получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;

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

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

Структура предоставления лекционного материала:

- Изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- Описание методов и алгоритмов, применяемых для решения технических задач моделирования электромеханических систем навигации и управления подвижными объектами;
- Демонстрация примеров решения задач;
- 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 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.

### **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.

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