

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.
(должность, уч. степень, звание)
С.Г. Бурлуцкий
(подпись)

« 29 » мая 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Информационно-измерительные системы беспилотных летательных аппаратов
и робототехники»
(Название дисциплины)

Код направления	25.05.02
Наименование направления/ специальности	Техническая эксплуатация и восстановление электросистем и пилотажно-навигационных комплексов боевых летательных аппаратов
Наименование направленности	Техническая эксплуатация и ремонт авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2020г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание


 _____ 20__ г
 подпись, дата

В.И. Тимофеев

инициалы, фамилия

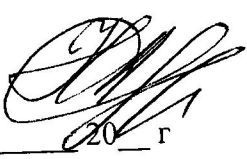
Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«14» 05 2020 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 13

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание


 «__» _____ 20__ г
 подпись, дата

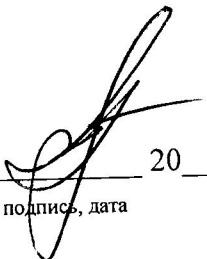
Н.А.Овчинникова

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 25.05.02(02)

доц., к.т.н.

должность, уч. степень, звание


 «__» _____ 20__ г
 подпись, дата

С.Г. Бурлуцкий

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 1 по методической работе

должность, уч. степень, звание


 «__» _____ 20__ г
 подпись, дата

В.Е. Таратун

инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Информационно-измерительные системы беспилотных летательных аппаратов и робототехники» является факультативной дисциплиной образовательной программы по специальности «25.05.02 «Техническая эксплуатация и восстановление электросистем и пилотажно-навигационных комплексов боевых летательных аппаратов» направленность «Общая направленность». Дисциплина реализуется кафедрой №13.

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование

общепрофессиональных компетенций

ОПК-1 «способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики»,

ОПК-3 «способность составлять алгоритмы для решения профессиональных задач и осуществлять их реализацию с использованием вычислительной техники»,

профессиональных компетенций:

ремонту авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов»,

ПК-25 «способность проектировать и разрабатывать средства эксплуатации авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов».

ПК-27 «способность разрабатывать математические модели, адекватно отражающие процессы функционирования авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов»,

ПК-28 «способность проводить сбор, обработку анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбирать методики и средства решения научных задач»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разработкой, испытаниями эксплуатацией и восстановлением электросистем и пилотажно-навигационных комплексов боевых летательных аппаратов

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса лекции самостоятельную работу учащихся

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 часов

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями преподавания дисциплины являются получение необходимых знаний и навыков в сферах науки и техники, имеющих полидисциплинарный характер и связанных с разработкой, испытаниями, эксплуатацией и восстановлением электросистем и пилотажно-навигационных комплексов боевых летательных аппаратов.

Знания и навыки выпускников, полученные при изучении данной дисциплины, применяются в следующих видах профессиональной деятельности:

- по гражданской специальности: эксплуатационно-техническая, производственно-технологическая, организационно-управленческая, проектно-конструкторская и испытательная, научно-исследовательская;
- в военно-профессиональной деятельности выпускников: служебная (боевая и повседневная), эксплуатационно-техническая; производственно-технологическая, проектно-конструкторская и испытательная; научно-исследовательская; военно-педагогическая (воспитательная и обучающая).

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся расширяет следующие компетенции:

ОПК-1 «способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики»;

знать - знания основные положения, законы и методы естественных наук и математики

уметь - применять методы естественных наук и математики

владеть навыками – применения методов естественных наук и математики при моделировании информационных систем,

иметь опыт деятельности, полученный в результате практик по моделированию информационных систем на основе знаний общей физики, химии и математики.

ОПК-3 «способность составлять алгоритмы для решения профессиональных задач и осуществлять их реализацию с использованием вычислительной техники»

ПК-27 «способность разрабатывать математические модели, адекватно отражающие процессы функционирования авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов»

знать – теорию алгоритмов, методы системного анализа и процессы функционирования авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов;

уметь – составлять алгоритмы и формировать математические модели для решения профессиональных задач;

владеть навыками – применения вычислительной техники

иметь опыт деятельности, полученный в результате практик по составлению и реализации алгоритмов с применением вычислительной техники.

ПК-21 «способность разрабатывать тактико-технические требования к новым образцам авиационной техники и контролировать их реализацию, в том числе по результатам испытаний»;

ПК-22 «способность оценивать эксплуатационно-технические характеристики образцов авиационного оборудования на этапах создания и испытания»

ПК-23 «способность использовать современные информационные технологии при разработке и проектировании новых образцов авиационной техники»

ПК-24 «способность разрабатывать нормативно-техническую документацию по техническому обслуживанию и ремонту авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов»/

ПК-25 «способность проектировать и разрабатывать средства эксплуатации авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов».

ПК-28 «способность проводить сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбирать методики и средства решения научных задач»

знать – современные требования к новым образцам авиационной техники на уровне технических заданий, состав и содержание отраслевой нормативно – технической документации.

уметь – формировать основные проектные параметры авиатехники для постановки технических заданий.

владеть навыками – контроля параметров авиатехники, составления отчетной документации;

иметь опыт деятельности, полученный в результате практик по использованию систем бортовых измерений при испытаниях авиационной техники.

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика. Математический анализ. Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Дифференциальные уравнения
- Физика.
- Основы теории вероятностей и математическая статистика
- Теоретическая механика.
- Прикладная механика
- Информатика.
- Информатика. Информационные технологии
- Летательные аппараты и авиадвигатели
- Сопотвление материалов
- Аэродинамика
- Динамика полета
- Автоматика и управление
- Моделирование систем и процессов
- Надежность и техническая диагностика. Надежность
- Микромеханические датчики авионики
- Статистические методы обработки результатов испытаний авиационного оборудования
- Электротехника и электроника. Электротехника
- Метрология, стандартизация и сертификация
- Бортовые цифровые вычислительные устройства и машины
- Системы электроснабжения воздушных судов
- Автоматика и управление
- Современные транспортные ЛА
- Надежность и техническая диагностика. Надежность
- Бортовые цифровые вычислительные устройства и машины
- Теоретические основы эксплуатации авиационного оборудования
- Бортовые радиоэлектронные системы
- Теоретические основы эксплуатации авиационного оборудования
- Электрифицированное оборудование воздушных судов.

- Микромеханические датчики авионики.
- Авиационные приборы и информационно-измерительные системы

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

- Пилотажно-навигационные комплексы.
- Системы автоматического управления полетом.
- Системы стабилизации и ориентации космических аппаратов.
- Системы автоматизированного проектирования базовых элементов ЛО.

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 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№8
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	1/ 36	1/ 36
Аудиторные занятия, всего час.,	17	17
В том числе		
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего	19	19
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Зачет	Зачет

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)
Семестр 8					
Тема №1. Беспилотные ЛА и микросистемы авионики.	1				2
Тема №2. Бесплатформенные системы ориентации.	2				2
Тема №3 Магнитометрические системы ориентации.	2				2
Тема №4. Видеосистемы ориентации и системы технического зрения.	2				2
Тема №5. Пирометрические системы ориентации	2				2
Тема №6. Локационные информационные системы.	2				2
Тема №7. Спутниковые навигационные системы.	2				2
Тема №8. Информационные устройства робототехнических систем.	2				2
Итого в семестре:	17				19
Итого:	17	0	0	0	19

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
Тема №1. Беспилотные ЛА и микросистемы авионики.	Малоразмерные беспилотные ЛА. Микросистемная авионика. Системы воздушных сигналов. ADIRS - Pitot Probe. ADIRS - Static Probe .Air Data Module (ADM). Air Data Module (ADM), вычислители. Датчики углов атаки, датчики температуры торможения. Прикладные задачи навигации, связи и управления.
Тема №2. Бесплатформенные системы ориентации.	Инерциальное управление БПЛА. Задача ориентации БПЛА. Инерциальный измерительный модуль. Численная реализация алгоритмов бесплатформенной системы ориентации БПЛА. Коррекция погрешностей БСО. Комплексирование БСО с акселерометрами.
Тема №3 Магнитометрические	Принцип работы. Неопределенность определения параметров ориентации БПЛА по показаниям магнитных датчиков.

системы ориентации.	Электронный компас. Анализ точности. Магнитометрическая система определения вертикали места и измерения углов тангажа и крена. Анализ точности.
Тема №4. Видеосистемы ориентации и системы технического зрения.	Основные принципы построения многоспектральных систем технического зрения. Датчики изображения. Математические модели зон обзора в плоскости Земли для различных типов датчиков. Устройства ввода и хранения изображений. Форматы хранения изображений. Базовые алгоритмы обработки и распознавания изображений. Методы совмещения изображений. Центральнопоектная система. Катадиоптрическая система. Состав и алгоритмы функционирования.
Тема №5. Пирометрические системы ориентации	Принцип действия пировертикали. Требования к элементному составу. Определение углов ориентации пировертикалю с четырьмя пирометрами. Определение углов ориентации пировертикалю с шестью пирометрами. Взаимовлияние углов крена и тангажа. Анализ точности. Определение рабочих характеристик. Цифровая обработка сигналов пировертикали. Комплексирование и оценка качества телевизионных и тепловизионных изображений.
Тема №6. Локационные информационные системы.	Направленность излучения, модуляция и детектирование сигналов. Магнитные локационные системы. Вихрековые локационные системы. Электромагнитные локационные системы специального назначения. Оптические локационные системы и их характеристики. Лазерные дальномеры, лазерные локаторы. Радиолокация, миллиметровая радиолокация. Методы управления диаграммой направленности ФАР. Методы исследования полей рассеивания и селекция целей.
Тема №7. Спутниковые навигационные системы.	Системы координат и преобразования систем координат в ГНСС – технологиях. Орбитальное построение ГНСС Частотно – временное и эфемеридное обеспечения ГНСС. Погрешности: космического и атмосферного сегментов. Информационные ГНСС технологии на основе запросных и беззапросных наземных станций. ГНСС – технологии на основе межспутниковых измерений. Абсолютный и относительный режимы навигации. Навигация КА на геостационарной и высокоэллиптической орбитах. Перспективные задачи навигации и наведения БПЛА на основе ГНСС – технологий.
Тема №8. Информационные устройства робототехнических систем.	<i>Кинестетические датчики:</i> датчики положения и перемещения. <i>Измерение скорости и динамических факторов:</i> датчики скорости, пьезоэлектрические, магнитоупругие, электростатические, электромагнитные датчики. <i>Системы тактильного типа:</i> датчики систем силомометрического оучувствления роботов; тактильные датчики. <i>Принципы силомоментного оучувствления роботов и методы распознавания контактных ситуаций.</i>

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
Учебным планом не предусмотрено				

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
Учебным планом не предусмотрено			

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час
1	2	3
Самостоятельная работа, всего	19	19
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	15	15
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)		
домашнее задание (ДЗ)	4	4
контрольные работы, заочников (КРЗ)		

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 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 (кроме электронных экземпляров)
629.7 Е 60	Емельянец, Г. И. Интегрированные инерциально-спутниковые системы ориентации и навигации [Текст] / Г. И. Емельянец, А. П. Степанов ; ред. В. Г. Пешехонов ; Концерн ЦНИИ Электроприбор. - М. : Изд-во ЦНИИ "Электроприбор", 2016. - 393 с. : рис. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - Библиогр.: с. 385 - 393. - ISBN 978-5-91995-029-5 : 600 р.	13
621.396.9 А73	Анучин, Олег Николаевич. Интегрированные системы ориентации и навигации для морских подвижных объектов [Текст] / О. Н. Анучин, Г. И. Емельянец ; ред. В. Г. Пешехонов ; Гос. науч. центр РФ - ЦНИИ "Электроприбор". - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : [б. и.], 2003. - 390 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 384 - 387 (83 назв.) - ISBN 5-900780-47-3 : 100.00 р., 169.00 р. На с. 10 - 12: Перечень основных обозначений, символов и сокращений	3

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 (кроме электронных экземпляров)
	Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных ДА. Москва. Под ред. Красильщикова М.Н., Г.Г. Серебрякова. Физматлит. 2009.	
	Информационные устройства робототехнических систем. С.А. Воронников. Изд. МГТУ им. Баумана. 2005 г.	
	Микросистемы ориентации беспилотных летательных аппаратов. Под. Ред В.Я. Рапопова. Машиностроение. 2011	
	Обработка изображений в авиационных системах	

технического зрения Под ред. Д.Н. Костяшкина, М.Б. Никифорова Москва Физматлит. 2016
--

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
http://www.tnzasas.ru/	Компания «Транзас»
http://www.sics-spb.ru/	ООО «Специальный технологический центр»
http://www.miravita.ru	ОКБ «Мир»
http://www.sukhoi.org/	ОКБ «Сухой»
http://www.tprolev.ru/	ОКБ «Туполев»

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 (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	

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

Зачет	Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств	Список вопросов.
			<p>10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.</p> <p>Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы</p>
			<p>ОПК-1 «Способность представлять адекватную современному уровню знаний научно-картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики»</p>
	Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП	
	1	Математика. Математический анализ	1
	1	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра	1
	2	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра	2
	2	Математика. Математический анализ	2
	2	Математика. Дифференциальные уравнения	2
	3	Основы теории вероятностей и математическая статистика	3
	3	Физика	3
	3	Теоретическая механика	3
	4	Основы теории вероятностей и математическая статистика	4
	6	Моделирование систем и процессов	6
	7	Системы стабилизации и ориентации космических аппаратов	7
	8	Информационно-измерительные системы беспилотных летательных аппаратов и робототехники	8
	9	Экология	9
	ОПК-3 «Способность составлять алгоритмы для решения профессиональных задач и осуществлять их реализацию с использованием вычислительной техники»		
	1	Математика. Математический анализ	1
	1	Информатика	1
	1	Физика	1
	2	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра	2
	2	Математика. Дифференциальные уравнения	2
	2	Физика	2
	2	Математика. Математический анализ	2
	2	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра	2
	2	Информатика	2
	3	Учебная практика	3
	3	Физика	3

3	Теоретическая механика
3	Основы теории вероятностей и математическая статистика
4	Информатика. Информационные технологии
4	Основы теории вероятностей и математическая статистика
4	Авиационные приборы и информационно-измерительные системы
5	Автоматика и управление
5	Авиационные приборы и информационно-измерительные системы
5	Бортовые цифровые вычислительные устройства и машины
6	Моделирование систем и процессов
6	Бортовые цифровые вычислительные устройства и машины
6	Бортовые радиоэлектронные системы
7	Системы автоматического управления полетом
8	Системы автоматического управления полетом
8	Информационно-измерительные системы беспилотных летательных аппаратов и робототехники
9	Пилотажно-навигационные комплексы
9	Авиационные тренажеры

ПК-21 «способность разрабатывать тактико-технические требования к новым образцам авиационной техники и контролировать их реализацию, в том числе по результатам испытаний»

3	Теоретическая механика
4	Летательные аппараты и авиадвигатели
4	Прикладная механика
4	Сопроотивление материалов
4	Аэродинамика
5	Динамика полета
5	Автоматика и управление
6	Моделирование систем и процессов
6	Надежность и техническая диагностика. Надежность.
8	Микромеханические датчики авионики
8	Статистические методы обработки результатов испытаний авиационного оборудования
8	Информационно-измерительные системы беспилотных летательных аппаратов и робототехники
10	Производственная преддипломная практика

ПК-22 «способность оценивать эксплуатационно-технические характеристики образцов авиационного оборудования на этапах создания и испытаний»

2	Электротехника и электроника. Электротехника
3	Электротехника и электроника. Электротехника
3	Электротехника и электроника. Электротехника
4	Авиационные приборы и информационно-измерительные системы
4	Аэродинамика

4	Электротехника и электроника. Электроника
5	Авиационные приборы и информационно-измерительные системы
5	Динамика полета
5	Авиационные электрические машины
5	Метрология, стандартизация и сертификация
5	Бортовые цифровые вычислительные устройства и машины
5	Системы электрооборудования воздушных судов
5	Автоматика и управление
5	Современные транспортные ДА
6	Авиационные электрические машины
6	Моделирование систем и процессов
6	Надежность и техническая диагностика. Надежность
6	Бортовые цифровые вычислительные устройства и машины
6	Теоретические основы эксплуатации авиационного оборудования
6	Бортовые радиоэлектронные системы
7	Системы стабилизации и ориентации космических аппаратов
7	Теоретические основы эксплуатации авиационного оборудования
7	Системы автоматического управления полетом
7	Электрифицированное оборудование воздушных судов
8	Информационно-измерительные системы беспилотных летательных аппаратов и робототехники
8	Электрифицированное оборудование воздушных судов
8	Системы автоматического управления полетом
9	Пилотажно-навигационные комплексы
10	Производственная преддипломная практика

ПК-23 «способность использовать современные информационные технологии при разработке и проектировании новых образцов авиационной техники»

1	Начертательная геометрия и инженерная графика
2	Электротехника и электроника. Электротехника
3	Теоретическая механика
3	Электротехника и электроника. Электроника
3	Электротехника и электроника. Электротехника
3	Авиационные электротехнические материалы
4	Сопроотивление материалов
4	Электротехника и электроника. Электроника
4	Прикладная механика
4	Информатика. Информационные технологии
5	Автоматика и управление
6	Моделирование систем и процессов
7	Системы стабилизации и ориентации космических аппаратов

8	Микромеханические датчики авионики
8	Системы автоматизированного проектирования базовых элементов АО
8	Информационно-измерительные системы беспилотных летательных аппаратов и робототехники
10	Производственная преддипломная практика
ПК-24 «способность разрабатывать нормативно-техническую документацию по техническому обслуживанию и ремонту авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов»	
3	Авиационные электротехнические материалы
4	Аэродинамика
5	Автоматика и управление
5	Метрология, стандартизация и сертификация
7	Микропроцессорные измерительные устройства
7	Технические средства измерения параметров авиационного оборудования
8	Безопасность полетов
8	Информационно-измерительные системы беспилотных летательных аппаратов и робототехники
10	Производственная преддипломная практика
ПК-25 «способность проектировать и разрабатывать средства эксплуатации авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов»	
1	Начертательная геометрия и инженерная графика
2	Электротехника и электроника. Электротехника
3	Электротехника и электроника. Электротехника
3	Электротехника и электроника. Электроника
3	Авиационные электротехнические материалы
3	Теоретическая механика
4	Аэродинамика
4	Сопроотивление материалов
4	Авиационные приборы и информационно-измерительные системы
4	Электротехника и электроника. Электроника
4	Прикладная механика
5	Системы электрооборудования воздушных судов
5	Авиационные приборы и информационно-измерительные системы
5	Бортовые цифровые вычислительные устройства и машины
5	Основы радиотехники
5	Автоматика и управление
5	Авиационные электрические машины
6	Авиационные электрические машины
6	Бортовые цифровые вычислительные устройства и машины
6	Моделирование систем и процессов
6	Бортовые радиоэлектронные системы

6	Теоретические основы эксплуатации авиационного оборудования
7	Теоретические основы эксплуатации авиационного оборудования
7	Надежность и техническая диагностика. Техническая диагностика
7	Электрифицированное оборудование воздушных судов
7	Системы автоматического управления полетом
8	Микромеханические датчики авионики
8	Электрифицированное оборудование воздушных судов
8	Системы автоматического управления полетом
8	Информационно-измерительные системы беспилотных летательных аппаратов и робототехники
9	Авиационные тренажеры
9	Пилотажно-навигационные комплексы
10	Производственная преддипломная практика
ПК-27 «способность разрабатывать математические модели, адекватно отражающие процессы функционирования авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов»	
1	Введение в специальность
3	Теоретическая механика
4	Прикладная механика
4	Сопроотивление материалов
5	Динамика полета
6	Моделирование систем и процессов
7	Системы стабилизации, ориентации и навигации
7	Системы стабилизации и ориентации космических аппаратов
8	Информационно-измерительные системы беспилотных летательных аппаратов и робототехники
8	Статистические методы обработки результатов испытаний авиационного оборудования
ПК-28 «способность проводить сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбирать методики и средства решения научных задач»	
1	Введение в специальность
7	Системы стабилизации и ориентации космических аппаратов
7	Системы стабилизации, ориентации и навигации
8	Информационно-измерительные системы беспилотных летательных аппаратов и робототехники
8	Статистические методы обработки результатов испытаний авиационного оборудования

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) 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

Оценки компетенции	Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	- 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; - умеет обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; - делает выводы и обобщения; - свободно владеет системой специализированных понятий.
$85 \leq K \leq 100$	- обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; - не допускает существенных неточностей; - умеет обосновывает и аргументирует научные положения; - аргументирует научные положения; - делает выводы и обобщения; - владеет системой специализированных понятий.
$70 \leq K \leq 84$	- обучающийся усвоил только основную 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.
$55 \leq K \leq 69$	- обучающийся не усвоил значительной части программного материала; - допускает существенные ошибки и неточности при раскрытии проблем в конкретном направлении; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений.
$K \leq 54$	- обучающийся не усвоил значительной части программного материала; - допускает существенные ошибки и неточности при раскрытии проблем в конкретном направлении; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений.

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
	Учебным планом не предусмотрено

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
1	Малоразмерные беспилотные ДА, классификация и типы. Микросистемная

2	авионика.
2	Микросистемная авионика: состав, элементы, области применения.
3	Инерциальное управление ВППА. Задача ориентации ВППА
4	Инерциальный измерительный модуль беспилотной системы ВППА.
5	Комплексирование ВСО с акселерометрами.
6	Принцип работы магнитометрических систем ориентации ВППА.
7	Неопределенность определения параметров ориентации ВППА по показаниям магнитных датчиков.
8	Неопределенность определения параметров ориентации ВППА по показаниям магнитных датчиков.
9	Магнитометрическая система определения вертикали места и измерения углов тангажа и крена ВППА.
10	Основные принципы построения многоспектральных систем технического зрения.
11	Датчики изображения. Математические модели зон обзора в плоскости Земли для различных типов датчиков
12	Устройства ввода и хранения изображений в системах технического зрения. Форматы хранения изображений.
13	Центральнопроектная система ориентации ВППА.
14	Каталогтрическая система ориентации ВППА.
15	Принцип действия пироваерткали. Требования к элементному составу.
16	Взаимовлияние углов крена и тангажа пироваерткали.
17	Определение рабочих характеристик пироваерткали.
18	Цифровая обработка сигналов пироваерткали.
19	Комплексирование и оценка качества телевизионных и тепловизионных изображений.
20	Магнитные локационные системы.
21	Вихреговые локационные системы.
22	Электромагнитные локационные системы специального назначения.
23	Оптические локационные системы и их характеристики.
24	Лазерные дальномеры, лазерные джакаторы.
25	Радиолокация, миллиметровая радиолокация.
26	Системы координат и преобразования систем координат в ГНСС – технологиях.
27	Орбитальное построение ГНСС
28	Частотно – временное и эфемеридное обеспечения ГНСС.
29	Информационные ГНСС технологии на основе запросных и беззапросных наземных станций.
30	ГНСС – технологии на основе межспутниковых измерений.
32	Навигация КА на геостационарной и высокоэллиптической орбитах.
33	Кинематические датчики: датчики положения и перемещения.
34	Измерение скорости, датчики скорости.
35	Измерение динамических факторов: пьезоэлектрические, магнитоупругие, электроэлектрические, электромагнитные датчики.
36	Системы тактильного типа: датчики систем силомоетрического очувствления роботов; тактильные датчики.

3. Темы и задание 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
	Учебным планом не предусмотрено

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

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
1	Прикладные задачи навигации.
2	Прикладные задачи связи.
3	Прикладные задачи управления.
45	Численная реализация алгоритмов бесплатформенной системы ориентации БПЛА
5	Коррекция погрешностей бесплатформенной инерциальной БСО.
6	Анализ точности электронного компаса.
7	Анализ точности магнитометрической системы определения вертикали места и измерения углов тангажа и крена.
8	Базовые алгоритмы обработки и распознавания изображений. Методы совмещения изображений.
9	Алгоритмы функционирования катадиоптрической системы.
10	Алгоритмы функционирования централизованной системы.
11	Определение углов ориентации пирометрической системы с четырьмя пирометрами. Анализ точности.
12	Определение углов ориентации пирометрической системы с шестью пирометрами. Анализ точности.
13	Методы управления диаграммой направленности ФАР.
14	Методы исследования поля рассеивания и селекция целей в радиолокации.
15	Погрешности космического и атмосферного сегментов ГНСС.
16	
17	Абсолютный и относительный режимы навигации в ГНСС
18	Перспективные задачи навигации и наведения БПЛА на основе ГНСС – технологий.
19	Принципы силомоментного оживления роботов и
20	Методы распознавания контактных ситуаций.

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 необходимых знаний и навыков в сферах науки и техники, имеющих полидисциплинарный характер и связанных с разработкой, испытаниями, эксплуатацией и восстановлением электросистем и пилотажно – навигационных комплексов боевых летательных аппаратов, в частности беспилотных.

Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

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 ясное 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;

- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельному творческому мышлению.

- выявление 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:

- *Введение:* устанавливается связь темы с профильным материалом, определяются цели, задачи лекции, формулируется план лекции. Формулируются проблемы. Предлагается список информационных источников по различным взглядам на проблематику лекции. Лектор должен быть краток и выразителен. На введение отводится 5–8 минут.

- *Основное содержание:* отражаются ключевые идеи, теория вопроса. По возможности излагаются различные точки зрения. Выслушиваются суждения студентов. Студентам предлагается формулировать выводы после каждой логической части. Предлагаются оценочные суждения лектора. Преподаватель формулирует резюм, подтверждаются или опровергаются ключевые идеи, высказанные в начале лекции.

- *Заключение:* делаются обобщения и выводы в целом по теме. Идет презентация будущего лекционного материала. Преподаватель определяет направления самостоятельной работы студентов/

Варианты чтения лекции:

1. Устное эссе предполагает профессиональное в теоретическом и методическом плане изложение конкретного вопроса. Но это спектакль одного актера, аудитория в лучшем случае вовлечена во «внутренний диалог» с преподавателем. Такая лекция представляет

собой продукт, созданный одним только преподавателем, а студентам остается роль пассивных слушателей.

2. Устное эссе-диалог с организационной взаимодельствием преподавателя со студентами, которые привлекаются к работе посредством использования приемов скрытого и открытого диалога.

3. Лекция с использованием постановки и решения проблемы. Такая лекция начинается с вопроса, парадокса, загадки, возбуждающим интерес студентов. Ответ, как правило, определяется к концу занятия. Студенты предлагают собственные варианты решения проблемы. Если консенсус не достигается, преподаватель дает большой объем информации, направляющую инфорацию. Как правило, большинство студентов догадывается о конечном результате еще до провозглашения его преподавателем. После формулирования проблематики основные идеи студентов записываются на доске. Они систематизируются и определяются образом, структурируются. В заключении лекции окончательные выводы, разработанные на основе идей студентов, записываются на доске.

Условия лекционного общения:

- предварительная самостоятельная подготовка студентов по заданиям, формулированным в предыдущем занятии по предстоящей тематике;
- свободное и открытое обсуждение материала;

4. Лекция с процедурой пауз предполагает чередование мини-лекций с обсуждениями. Каждые 20 минут освещается важная проблема, затем 5–10 минут она обсуждается. Можно сначала обсудить в малых группах, а затем пригласить кого-то высказать свое мнение от группы. Вслед за обсуждением следует еще одна микролекция.

6. Лекция-диспут, контролируемая преподавателем. Аудитория делится на группы: сторонники данной концепции, оппонизы и арбитры. Студенты делают свой выбор и участв отстаивать свою точку зрения. Преподаватель организует дебаты и корректирует обсуждение, в конце занятия предлагает свое видение проблемы и подводит итоги.

Выбор варианта лекции определяется образовательными целями и индивидуальным стилем преподавателя.

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 включаться в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целостное представление о работе, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

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

Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимися в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимися в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимися при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик 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».

