

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева»
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Глебов В.В.
« 29 » 01 _____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.02 «Приборные системы управления летательными аппаратами»

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки 12.04.01 «Приборостроение»

(код и направление подготовки)

Направленность Информационно измерительная техника и технологии
(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения очная, очно-заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки 2025

Объем дисциплины 216/6
(часов/з.е)

Промежуточная аттестация экзамен
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра Авиационные приборы и устройства
(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик Авиационные приборы и устройства
(наименование кафедры)

Разработчик Корнилов А.В., к.т.н.,
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас
2025 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, утвержденного приказом Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 957 на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 29.01.2025 г. № 1

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 15.01.2025 г. № 1

Заведующий кафедрой _____ Гуськов А.А.
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ,
протокол от 29.01.2025 г. № 1

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 12.04.01-16

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
1.1. Цель освоения дисциплины (модуля).....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля).....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	6
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам.....	7
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	12
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	12
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	16
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости.....	16
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине.....	19
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине.....	20
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
6.1 Учебная литература.....	23
6.2 Справочно-библиографическая литература.....	23
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	23
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы.....	23
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	24
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	24
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	24
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	25
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии.....	25
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа.....	26
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	26
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа.....	26
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся.....	26
10.6. Методические указания для выполнения РГР.....	27
10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы.....	27
10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса.....	27

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Приборные системы управления летательными аппаратами» является изучение основных подходов к расчету, конструированию и функционированию систем управления летательными аппаратами.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

- подготовка студента к самостоятельному анализу поставленной проектной задачи в области разработки авиационных приборов и систем управления летательными аппаратами;
- подготовка студента к участию в разработке функциональных и структурных схем на уровне узлов и элементов по данным технического задания на системы управления авиационного применения;
- подготовка студента к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием авиационных приборов и систем, их деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях с использованием стандартных средств компьютерного проектирования;
- подготовка студента к разработке и составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы, включая технические условия, описания, инструкции и другие документы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Приборные системы управления летательными аппаратами» включена в перечень дисциплин вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений), определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Микросистемная техника», «Системы навигации и ориентации на микродатчиках».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Приборные системы управления летательными аппаратами», необходимы при подготовке выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Приборные системы управления летательными аппаратами» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Приборные системы управления летательными аппаратами» направлен на формирование элементов профессиональных компетенции ПКС-3, ПКС-4 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение».

Таблица 3.1.1 – Формирование компетенций дисциплинами

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины			
	1	2	3	4
ПКС-3				
Микросистемная техника	+	+		
Проектно-конструкторская практика		+		
Системы навигации и ориентации на микродатчиках			+	
Приборные системы управления летательными аппаратами			+	
Государственная итоговая аттестация				
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				

Продолжение таблицы 3.1.1

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины			
	1	2	3	4
ПКС-4				
Микросистемная техника	+	+		
Конечно-элементный анализ микросистемной техники			+	
Системы навигации и ориентации на микродатчиках			+	
Приборные системы управления летательными аппаратами			+	
Научно-исследовательская практика				+
Преддипломная практика				+
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				+
Государственная итоговая аттестация				+

Таблица 3.1.2 – Формирование компетенций дисциплинами. Очно-заочное обучение

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины				
	1	2	3	4	5
ПКС-3					
Микросистемная техника	+	+			
Проектно-конструкторская практика		+			
Системы навигации и ориентации на микродатчиках					+
Приборные системы управления летательными аппаратами					+
Государственная итоговая аттестация					+
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР					+
ПКС-4					
Микросистемная техника	+	+			
Конечно-элементный анализ микросистемной техники				+	
Научно-исследовательская практика				+	
Системы навигации и ориентации на микродатчиках					+
Приборные системы управления летательными аппаратами					+
Преддипломная практика					+
Государственная итоговая аттестация					+
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР					+

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Приборные системы управления летательными аппаратами», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ПКС-3 Способен разрабатывать объекты исследования в области приборостроения с применением технических и программных средств реализации процессов проектирования	ИПКС-3.1	Знать: типы элементов, входящих в типовые структуры приборных систем управления ЛА, принципы их построения и области применения	Уметь: анализировать требования системного уровня к приборным системам управления ЛА и осуществлять их процесс проектирования с применением технических и программных средств	Владеть: навыками разработки приборных систем управления ЛА на основе проведенного анализа актуальной нормативной документации посредством использования различных технических и программных средств
	ИПКС-3.3			
	Использует технические и программные средства при реализации процессов проектирования			

Продолжение таблицы 3.2

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ПКС-4 Способен к выбору оптимальных методов, разработке методики и проведению исследований на основе имитационного моделирования или натурного эксперимента с выбором современных технических средств, анализом и обработкой результатов	ИПКС-4.2 Организует и проводит экспериментальные исследования с выбором современных технических средств ИПКС-4.3 Анализирует результаты экспериментов и наблюдений, используя методы анализа научных данных	Знать: методы и наиболее оптимальные подходы проведения экспериментальных исследований, а также методы анализа полученных результатов	Уметь: организовывать и проводить экспериментальные исследования с выбором современных технических средств, анализировать результаты экспериментов и наблюдений, используя оптимальные методы анализа научных данных	Владеть: навыками организации и проведения экспериментальных исследований (с применением современных технических средств) с последующим анализом результатов экспериментов и наблюдений, используя методы анализа научных данных

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. ед. или 216 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения / заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам Семестр 3/ Семестр 5
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	216/216	216/216
1. Контактная работа:	98/42	98/42
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	92/36	92/36
занятия лекционного типа (Л)	28/8	28/8
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	48/20	48/20
лабораторные работы (ЛР)	16/8	16/8
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6/6	6/6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-/-	-/-
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2/2	2/2
2. Самостоятельная работа (СРС)	118/174	118/174
реферат/эссе (подготовка)	-/-	-/-
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-/-	-/-
контрольная работа	-/-	-/-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-/-	-/-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	82/138	82/138
Подготовка к экзамену (контроль)	36/36	36/36
Подготовка к зачету / зачету с оценкой (контроль)	-/-	-/-

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного/заочного обучения

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: код и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Содержание разделов, тем, занятий	Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов		
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия			
ПКС 3 ИПКС 3.1 ИПКС 3.3	Раздел 1. Принципы построения систем ориентации и навигации						
	Тема 1.1. Назначение и классификация современных навигационных систем	1/1	-	-	2/4	Аэронавигация как процесс, наука, учебная дисциплина Навигационные и пилотажные элементы. Системы координат, применяемые в навигации. Назначение и классификация современных навигационных систем. Структура и состав авионики летательного аппарата	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1], [6.1.3] Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.3]
	Тема 1.2. Уравнения движения в пространстве	1/-	-	-	3/5	Летательный аппарат как объект управления. Уравнения движения в пространстве. Основные навигационные понятия.	
	Тема 1.3. Источники информации и принципы действия навигационных систем	1/-	-	-	2/4	Классификация измерительных устройств и их типовые структуры. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы. Статические характеристики измерительных устройств. Погрешности и их классификация.	
	Тема 1.4. Навигационные системы ЛА аэродинамической схемы	1/-	-	6/2	3/5	Навигационные системы ЛА аэродинамической схемы. Структура ПНК. точностные требования к ПНК. Комплексирование систем ориентации	
Итого по 1 разделу	4/1	-	6/2	10/16			

Продолжение таблицы 4.2

Продолжение таблицы 4.2								
ПКС 4 ИПКС 4.2 ИПКС 4.3	Раздел 2. Устройства измерения ускорения							
	Тема 2.1. Интегральные и микромеханические акселерометры	2/1	4/2	6/3	5/8	Структурные и измерительные цепи осевых и маятниковых микромеханических акселерометров прямого измерения. Конструктивные решения микромеханических акселерометров прямого измерения. Структурные и измерительные цепи осевых и маятниковых микромеханических акселерометров компенсационного типа с магнитоэлектрическим и электростатическим актюатором. Конструктивные решения микромеханических акселерометров компенсационного типа.	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3],	
	Тема 2.2. Акселерометрические системы ориентации	1/-	-	-	2/5	Конструкция и технические характеристики акселерометров навигационного класса. Принцип действия акселерометрических систем ориентации	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]	
	Тема 2.3. Акселерометрическая коррекция в навигационных системах	1/-	-	-	3/5	Алгоритмы идеальной работы БИНС. Калибровка акселерометров. Акселерометрическая коррекция в навигационных системах		
	Итого по 2 разделу		4/1	4/2	6/3	10/18		
	Раздел 3. Измерители угловой скорости							
	Тема 3.1. Гироскопические датчики	1/1	-	-	5/9	Общая характеристика гироскопов. Уравнения движения и передаточные функции микромеханических гироскопов. Систематизация математических моделей возмущаемых гироскопических инерциальных датчиков. Гироскопические вертикали	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	
	Тема 3.2. Исследование микромеханического гироскопа	1/-	4/2	6/3	5/9	Конструкция и технические характеристики кориолисовых вибрационных гироскопов. Калибровка гироскопов	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]	
	Итого по 3 разделу		2/1	4/2	6/3	10/18		

Продолжение таблицы 4.2

	Раздел 4. Датчики и системы курсового канала						
	Тема 4.1. Датчики измерения проекций магнитного поля Земли	1/1	-	-	2/4	Курсовые приборы и системы. Основные сведения о магнитном поле Земли. Понятие о девиации магнитного компаса	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3] Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1] [6.1.4], [6.2.1]
	Тема 4.2. Магнитные компасы	1/-	-	-	2/4	Схемы и основные элементы магнитного компаса. Методические погрешности магнитных компасов. Инструментальные погрешности магнитных компасов. Конструкция магнитных компасов	
	Тема 4.3. Индукционные компасы	1/-	-	-	2/4	Индукционный компас. Устройство индукционного компаса. Потенциометрические дистанционные компасы. Датчики на эффекте Холла. Магниторезистивные датчики	
	Тема 4.4. Курсовые системы, анализ схем реализации курсовых систем	1/-	-	6/2	4/6	Физические принципы измерения курса и виды курсовых приборов. Основы теории девиации. Гирскопический принцип измерения курса. Курсовой гироскоп на неподвижном самолете	
Итого по 4 разделу		4/1	-	6/2	10/16		
ПКС 3 ИПКС 3.1 ИПКС 3.3 ПКС-4 ИПКС-4.2 ИПКС-4.3	Раздел 5. Датчики и системы измерения параметров ЛА в воздушной среде						
	Тема 5.1. Барометрические измерители	1/1	-	-	3/5	Барометрические измерители. Датчики абсолютного и относительного давления. Аэрометрический метод измерения высотных и скоростных параметров летательных аппаратов. Приемники полного и статического давления. Классификация высот.	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]
	Тема 5.2. Высотометры	1/-	-	-	2/4	Понятие о радиовысотометрах. Теоретические основы измерения высоты с помощью барометрического высотомера. Погрешности барометрического высотомера. Уровни начала отсчета барометрической высоты	
	Тема 5.3. Аэрометрические централи	1/-	-	-	2/4	Аэрометрические централи. Методические погрешности централи скорости и высоты. Инструментальные погрешности централи скорости и высоты. Автоматизированное счисление пути	
	Тема 5.4. Системы воздушных сигналов	1/-	4/2	6/2	3/5	Теоретические основы измерения воздушной скорости. Классификация скоростей. Измерение температуры наружного воздуха. Понятие о системах воздушных сигналов.	
Итого по разделу 5		4/1	4/2	6/2	10/16		
ПКС 3 ИПКС 3.1 ИПКС 3.3 ПКС 4 ИПКС 4.1 ИПКС 4.2 ИПКС 4.3	Раздел 6. Микросистемные инерциальные навигационные системы						
	Построение БИНС на интегральных акселерометрах и МЭМС-гироскопах.	4/-		6/3	10/18	Автопилоты летательных аппаратов. Стабилизация угла крена при действии возмущений. Принцип действия автопилота при управлении высотой полета. Принцип действия автопилота при управлении боковым движением центра масс ЛА Бесплатформенная система ориентации и навигации. Начальная выставка БИНС. Навигационные алгоритмы БИНС. Комплексирование инерциальной и спутниковой систем.	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1], [6.1.3] Подготовка к лабораторным работам [6.1.1]
Итого по разделу 6		4/1	-	6/3	10/18		

Раздел 7. Особенности проектирования систем ориентации и навигации на микромеханических датчиках							
ПКС 3 ИПКС 3.1 ИПКС 3.3 ПКС 4 ИПКС 4.1 ИПКС 4.2 ИПК 4.3	Тема 7.1. Разработка алгоритмов и принципов функционирования	1/1	4/2	6/3	5/6	Современные бортовые вычислительные системы. Требования пользователя и функциональная спецификация. Цифровая обработка сигналов. Вейвлетное преобразование сигналов. Разработка алгоритма и программы функционирования системы для ЦВМ. Комплексирование систем ориентации и навигации. Комплексирование с применением фильтра Калмана	Проработка материала по курсу [6.1.1] Подготовка к лабораторным работам [6.1.1]
	Тема 7.2. Организация информационного обмена	1/-	-	-	3/6	Проектирование программного обеспечения. Использование информационных резервов. Идентификация объектов	
	Тема 7.3. Модели ошибок датчиков	1/-	-	-	3/6	Модели ошибок датчиков. Способ компенсации. Способ фильтрации.	
	Итого по разделу 7	3/1	4/2	6/3	11/18		
Раздел 8. Схемы комплексирования систем ориентации и навигации							
ПКС 3 ИПКС 3.1 ИПКС 3.3 ПКС 4 ИПКС 4.1 ИПКС 4.2 ИПК 4.3	Тема 8.1. Спутниковые навигационные системы СНС	1/1	-	6/2	5/6	Спутниковые навигационные системы. Принципы действия СНС. Принципы действия бортового оборудования потребителя. Развитие спутниковой навигации. Пути совершенствования СНС. Особенности реализации алгоритмов комплексирования информации БИНС и ГЛОНАСС/GPS-приемника в составе БИСУ	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]
	Тема 8.2. Радиотехнические системы	1/-	-	-	3/6	Радиотехнические системы. Сетевая радионавигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Структура навигационных радиосигналов ГЛОНАСС. Аэродромные радиотехнические системы	
	Тема 8.2. Астронавигационные системы	1/-	-	-	3/6	Астронавигационные системы. Принципы действия астронавигационных систем.	
	Итого по разделу 8	3/1	-	6/2	11/18		
	ИТОГО за семестр	28/8	16/8	48/20	82/138		
	ИТОГО по дисциплине	28/8	16/8	48/20	82/138		

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Информационно-коммуникационные технологии

Таблица 4.4 - Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2 Тема 2.1	«Исследование измерителей угловой скорости на примере микромеханического гироскопа»	4/2
2	2 Тема 2.3	« Исследование датчиков измерения ускорения на примере интегрального акселерометра»	4/2
3	3 Тема 3.2	«Исследование датчиков измерения параметров ЛА в воздушной среде на примере интегральных датчиков давления»	4/2
4	4 Тема 4.2	«Исследование системы ориентации на микродатчиках на примере инерциального модуля STM32»	4/2
Итого			16/8

Таблица 4.5 - Практические занятия (семинары)

№ ПЗ	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Разработка структурных и принципиальных схем систем ориентации и навигации	6/2
2	2	Оценка параметров измерителей угловой скорости	6/2
3	3	Расчет основных параметров датчиков измерения ускорения	6/2
4	4	Датчики и системы курсового канала навигационных систем. Оценка основных параметров.	6/2
5	5	Датчики и системы измерения параметров ЛА в воздушной среде	6/2
6	6	Компьютерные исследования статических и динамических характеристик микросистемных летательных аппаратов.	6/2
7	7	Моделирование алгоритмов навигационных систем в среде MATLAB/Simulink	6/4
8	8	Схемы комплексирования измерителей инерциальной и неинерциальной природы. Адаптивный фильтр Калмана	6/4
Итого			48/20

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Оценочные процедуры в рамках текущего контроля проводятся преподавателем дисциплины. На лекциях оценивается активность участия в дискуссионных обсуждениях, ответы на вопросы преподавателя при работе в интерактивном режиме.

Практические занятия проводятся в форме семинаров по конкретным темам курса студентами в составе групп совместно с преподавателем. При проведении семинаров преподавателем оценивается участие студентов в работе группы, выбор метода и алгоритма решения, правильность решения, затраченное время, качество оформления, умение представить и объяснить решение, ответы на вопросы преподавателя.

Также одной из основных форм и методов оценки текущей успеваемости являются лабораторные работы. При их выполнении оцениваются навыки и умения, а также уровень соответствующих знаний. Выполнение студентами лабораторных работ регистрируется преподавателем в журнале. Лабораторные работы проводятся согласно утвержденному расписанию учебных занятий. Отработка пропущенных студентами лабораторных работ осуществляется по графику, как правило, в конце семестра. Замена пропущенных студентами лабораторных работ другими видами учебных занятий не допускается. Защита отчетов является одной из форм текущего контроля успеваемости студентов (контроль знаний). Процедура приема лабораторных работ включает в себя проверки: достоверности полученных измерений и результатов обработки данных; знаний студентом основных понятий, определений и теоретических положений, применяемых к данной лабораторной работе; знаний студентом методики выполнения лабораторной работы; умений студентом объяснить полученные результаты; степени самостоятельности выполнения лабораторной работы. Защита лабораторных работ предполагает проведение самооценки и внутригрупповой оценки, критического анализа используемых для оценки методов.

Самостоятельная работа студента включает самостоятельную проработку теоретического материала по темам и разделам курса, с последующей подготовкой презентации по выбранной теме.

Текущая аттестация проводится в форме устного опроса на практических занятиях по теоретическим материалам. По итогам изучения отдельных тем и разделов курса текущая аттестация проводится в форме тестирования в СДО Moodle. Тесты в СДО Moodle представлены в виде теста с возможностью выбора ответа из множества, а также с возможностью указать необходимый термин в определении. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Промежуточная аттестация студентов очной формы обучения проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в устной форме. Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса, время на подготовку – 25 мин. После ответа студенту задается дополнительный вопрос по материалам практических или лабораторных занятий для ответа без подготовки. При промежуточном контроле (экзамене) успеваемость студентов оценивается по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Экзамен для студентов заочного отделения может проводиться в виде итогового теста. Тестирование проводится с использованием СДО MOODLE. Контрольный тест содержит 20 тестовых вопросов, время на проведение тестирования 35 минут.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2. Шкала соответствия набранных баллов* и экзаменационной оценки представлена в табл. 5.3.

*Количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

Таблица 5.1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			уровень показателя неудовлетворительный («недопуск»)	уровень показателя удовлетворительный («допуск»)	
П К С - 3 Способен разрабатывать объекты исследования в области приборостроения с применением технических и программных средств реализации процессов проектирования	ИПКС-3.1 Определяет состав и структуру объекта разработки и исследования на основе анализа первичного технического задания и интерпретации требований системного уровня, спецификации, актуальной нормативной документации по разработке и внедрению ИПКС-3.3 Использует технические и программные средства при реализации процессов проектирования	Знать: типы элементов, входящих в типовые структуры приборных систем управления ЛА, принципы их построения и области применения	- принимает активное участие в дискуссиях, демонстрируя имеющиеся знания в рамках изучаемой дисциплины; - отвечает на вопросы, демонстрируя знания; - выполнено более 50 % заданий в тестах	- отсутствие участия или единичные не всегда верные высказывания; - не отвечает на вопросы или при ответе путает понятия; - выполнено менее 50 % заданий в тестах	- контроль активности участия в дискуссиях на лекциях при работе в интерактивном режиме; - защита отчетов о выполнении лабораторных работ; - выполнение тестов по отдельным темам
		Уметь: анализировать требования системного уровня к приборным системам управления ЛА и осуществлять процесс их проектирования с применением технических и программных средств	- при выполнении презентации в качестве докладчика успешно анализирует основные системные требования к устройству и представляет основные тактико-технические характеристики навигационных приборов, подробно раскрывает взаимосвязи между элементами конструкции; - уверенно отвечает на вопросы после прослушанной презентации и при защите отчета ЛР; - выполнено более 50 % заданий в тестах	- при выполнении презентации в качестве докладчика поверхностно представляет основные тактико-технические характеристики навигационных приборов, не раскрывает связи между элементами конструкции, не анализирует основные системные требования к устройству; - не отвечает на вопросы или при ответе путает понятия после прослушанной презентации и при защите отчета ЛР; - выполнено менее 50 % заданий в тестах	- выполнение презентаций по выбранной теме (в качестве докладчика); - устный опрос после прослушанной презентации на практических занятиях (в качестве слушателя); - защита отчетов о выполнении лабораторных работ; - выполнение тестов по отдельным темам
		Владеть: навыками разработки приборных систем управления ЛА на основе проведенного анализа актуальной нормативно-технической документации посредством использования различных технических и программных средств	- демонстрирует навыки разработки приборных систем управления ЛА на основе проведенного анализа актуальной нормативно-технической документации посредством использования различных технических и программных средств; - выполнено более 50 % заданий в тестах	- не демонстрирует навыки разработки приборных систем управления ЛА на основе проведенного анализа актуальной нормативно-технической документации посредством использования различных технических и программных средств; - выполнено менее 50 % заданий в тестах	- выполнение презентаций по выбранной теме (в качестве докладчика); - устный опрос на практических занятиях; - выполнение тестов по отдельным темам

Продолжение таблицы 5.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			уровень показателя неудовлетворительный («недопуск»)	уровень показателя удовлетворительный («допуск»)	
ПКС-4 Способен к выбору оптимальных методов, разработке методики и проведению исследований на основе имитационного моделирования или натурного эксперимента с выбором современных технических средств, анализом и обработкой результатов	ИПКС-4.2 Организует и проводит экспериментальные исследования с выбором современных технических средств ИПКС-4.3 Анализирует результаты экспериментов и наблюдений, используя методы анализа научных данных	Знать: методы и наиболее оптимальные подходы проведения экспериментальных исследований, а также методы анализа полученных результатов	- принимает активное участие в дискуссиях, может обосновать собственное мнение, приводя доводы и аргументы при выборе подходов проведения экспериментальных исследований, и при анализе результатов; - отвечает на вопросы, демонстрируя знания; - выполнено более 50 % заданий в тестах	- отсутствие участия или единичные не всегда верные высказывания; - не отвечает на вопросы или при ответе путает понятия; - выполнено менее 50 % заданий в тестах	- контроль активности участия в дискуссиях на лекциях при работе в интерактивном режиме; - защита отчетов о выполнении лабораторных работ; - выполнение тестов по отдельным темам
		Уметь: организовывать и проводить экспериментальные исследования с выбором современных технических средств, анализировать результаты экспериментов и наблюдений, используя оптимальные методы анализа научных данных	- при выполнении презентации в качестве докладчика представляет методики и технические средства для проведения экспериментальных исследований, грамотно анализирует результаты экспериментов; - уверенно отвечает на вопросы после прослушанной презентации и при защите отчета ЛР; - выполнено более 50 % заданий в тестах	- при выполнении презентации в качестве докладчика не может обосновать методики и применение технических средств для проведения экспериментальных исследований, не анализирует или поверхностно анализирует результаты экспериментов; - не отвечает на вопросы после прослушанной презентации и при защите отчета ЛР; - выполнено менее 50 % заданий	- выполнение презентаций по выбранной теме (в качестве докладчика); - устный опрос после прослушанной презентации на практических занятиях (в качестве слушателя); - защита отчетов о выполнении лабораторных работ; - выполнение тестов по отдельным темам
		Владеть: навыками организации и проведения экспериментальных исследований (с применением современных технических средств) с последующим анализом результатов экспериментов и наблюдений, используя методы анализа научных данных	- демонстрирует навыки организации и проведения экспериментальных исследований (с применением современных технических средств) с последующим анализом результатов экспериментов и наблюдений; - выполнено более 50 % заданий в тестах	- не демонстрирует навыки экспериментальных исследований (с применением современных технических средств) с последующим анализом результатов экспериментов и наблюдений; - выполнено менее 50 % заданий в тестах	- выполнение презентаций по выбранной теме (в качестве докладчика); - устный опрос на практических занятиях; - выполнение тестов по отдельным темам

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			2 балла	1 балл	0 баллов	
ПКС-3 Способен разрабатывать объекты исследования в области приборостроения с применением технических и программных средств реализации процессов проектирования	ИПКС-3.1 Определяет состав и структуру объекта разработки и исследования на основе анализа первичного технического задания и интерпретации требований системного уровня, спецификации, актуальной нормативной документации по разработке и внедрению ИПКС-3.3 Использует технические и программные средства при реализации процессов проектирования	Знать: Основные и вспомогательные системы, а также компоновочно-планировочные решения производственной системы машиностроительного производства	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос билета*
			Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы
		Уметь: анализировать требования системного уровня к приборным системам управления ЛА и осуществлять процесс их проектирования с применением технических и программных средств Владеть: навыками разработки приборных систем управления ЛА на основе проведенного анализа актуальной нормативно-технической документации посредством использования различных технических и программных средств				
ПКС-4 Способен к выбору оптимальных методов, разработке методики и проведению исследований на основе имитационного моделирования или натурного эксперимента с выбором современных	ИПКС-4.2 Организует и проводит экспериментальные исследования с выбором современных технических средств ИПКС-4.3 Анализирует результаты экспериментов и наблюдений, используя методы анализа научных данных	Знать: методы и наиболее оптимальные подходы проведения экспериментальных исследований, а также методы анализа полученных результатов Уметь: организовывать и проводить экспериментальные исследования с выбором современных технических средств, анализировать результаты экспериментов и наблюдений, используя оптимальные методы анализа научных данных Владеть: навыками организации и проведения экспериментальных исследований (с применением современных технических средств) с	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос билета*

технических средств, анализом и обработкой результатов		последующим анализом результатов экспериментов и наблюдений, используя методы анализа научных данных	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы
--	--	--	---	---------------------------------------	-----------------------------	---------------------------------

**) – баллы начисляются за каждый теоретический вопрос в билете отдельно*

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов* и экзаменационной оценки

Шкала оценивания*	экзаменационная оценка
0...2 баллов	«неудовлетворительно»
3 балла	«удовлетворительно»
4...5 баллов	«хорошо»
6 баллов	«отлично»

*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

- выполнение практических заданий, оформление отчетов по практическим занятиям;
- тестирование в СДО MOODLE по различным разделам дисциплины.

Типовые тестовые задания для текущего контроля

ЗАДАНИЕ №1

Эффективность системы управления летательным аппаратом в наибольшей степени зависит:

- А) от количества органов управления
- Б) от реакции на команду, действие
- В) от тяги двигателей
- Г) от максимальных углов крена и тангажа

ЗАДАНИЕ №2

Установите соответствие определений для каждого из терминов (1...4):

- А) сечения Земли, перпендикулярные к её оси вращения
- Б) сечения Земли, проходящие через её ось вращения
- В) угол, составленный между гринвичским меридианом и меридианом места
- Г) угол, составленный между плоскостью экватора и нормалью к поверхности Земли

навигационный термин		определение
1	широта	
2	меридиан	
3	параллель	
4	долгота	

ЗАДАНИЕ №3

Самым точным прибором, определяющим истинный курс самолета с учетом вращения Земли, является:

- А) магнитный компас
- Б) гирокомпас
- В) астрокомпас
- Г) радиокомпас

ЗАДАНИЕ №4

Установите соответствие органов управления самолёта (1...4) их функциональным признакам:

- А) стабилизация курса
- Б) управление движением самолёта вокруг его продольной оси
- В) непосредственное управление подъёмной силой крыла
- Г) управление движением вокруг поперечной оси, проходящей через центр масс самолёта

органы управления		назначение
1	механизация крыла	
2	элероны	
3	руль высоты	
4	руль направления	

ЗАДАНИЕ №5

Тремя основными видами управления, представляющими всю совокупность режимов работы АБСУ пилотируемого аппарата, являются:

- А) директорное управление
- Б) аварийное управление
- В) штурвальное управление
- Г) автоматическое управление
- Д) радиоуправление

ЗАДАНИЕ №6

Главной эксплуатационной особенностью инерциальной навигационной системы (ИНС) является:

- А) определение координат самолёта по небесным светилам
- Б) определение координат самолета по радиосвязи
- В) определение координат самолёта по оптической связи
- Г) её автономность

ЗАДАНИЕ №7

Установите правильную последовательность исполнительных механизмов систем управления летательными аппаратами в порядке увеличения их эффективности:

- А) пневматический
- Б) электрогидравлический
- В) электрический
- Г) механический

ЗАДАНИЕ №8

По международному стандарту формат изображения индикации на лобовом стекле системы управления движением в районе аэродромов должен включать в себя:

- А) границы ВПП, цифровой счётчик фактической скорости, сигнализацию опасности столкновения
- Б) осевую линию и границы ВПП, директорный индекс, расстояние до поворота, цифровые счетчики заданной и фактической скоростей, указатель курса, сигнализацию опасности столкновения
- В) осевую линию и границы ВПП, директорный индекс, расстояние до препятствия, цифровые счетчики заданной и фактической скоростей, сигнализацию опасности столкновения
- Г) индикацию всех объектов, расположенных на пути следования и расстояния до них

ЗАДАНИЕ №9

Общепринятым вариантом компоновки основных пилотажных приборов является:

ответ	вариант компоновки		
А	высотомер и вариометр	указатели скорости и угла атаки	авиагоризонт
Б	указатели скорости и угла атаки	высотомер и вариометр	авиагоризонт
В	указатели скорости и угла атаки	авиагоризонт	высотомер и вариометр
Г	авиагоризонт	высотомер и вариометр	указатели скорости и угла атаки

ЗАДАНИЕ №10

Укажите два из перечисленных стандартов интерфейсов бортового оборудования, которые считаются в настоящее время общепринятыми в гражданской авиации:

- А) ARINC
- Б) STANAG
- В) MIL-STD
- Г) Ethernet

ЗАДАНИЕ №11

Установите соответствие определений видам авиационных двигателей:

- А) двигатели, не требующие для образования реактивной тяги атмосферного воздуха
- Б) двигатели, в которых для сжатия воздуха, поступающего в камеру сгорания, служит компрессор с приводом от газовой турбины
- В) двигатели, в которых воздух из входного устройства подается непосредственно в камеру сгорания
- Г) двигатели, в которых в качестве горючего используются специальные пороха и другие твердые вещества, содержащие в своем составе окисляющие компоненты и целиком размещающиеся в камере сгорания

Виды авиационных двигателей		определение
1	прямоточные воздушно-реактивные	
2	газо-турбинные	
3	ракетные реактивные	
4	ракетные двигатели твердого топлива	

ЗАДАНИЕ №12.

Установите соответствие определений навигационных комплексов по уровню адаптации:

- А) накапливают и обрабатывают опыт своей работы и целенаправленно используют результаты самообучения для улучшения качества и надежности измерения
- Б) автоматически изменяют не только параметры, но и структуру, состав оборудования и связи между подсистемами
- В) отличаются постоянными структурой и параметрами, не меняющимися от условий полета и режимов навигации
- Г) обладают способностью автоматически изменять свои параметры с целью повышения эффективности навигационных измерений в различных условиях движения ЛА

Виды комплексов по уровню адаптации		определение
1	стационарные	
2	самонастраивающиеся	
3	самоорганизующиеся	
4	самообучающиеся	

ЗАДАНИЕ №13

Назовите три типа обратных связей, по которым классифицируются типы сервоприводов:

- А) «жесткая» обратная связь
- Б) «гибкая» обратная связь
- В) косвенная обратная связь
- Г) скоростная обратная связь

ЗАДАНИЕ №14

Назовите комплексный критерий качества измерительных устройств:

- А) диапазон измерения
- Б) точность
- В) эквивалентная погрешность
- Г) надежность

ЗАДАНИЕ №15

Инерциальные навигационные системы (ИНС) не классифицируют:

- А) по способу ориентации трехгранника измерительных осей акселерометров
- Б) по виду погрешностей, возникающих в процессе работы
- В) по способу построения решения основного уравнения инерциального метода определения движения
- Г) по наличию стабилизированной или управляемой платформы, используемой для ориентации измерительного трехгранника

5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе промежуточной аттестации

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Структура и состав авионики летательного аппарата (авионика летательного аппарата; структура и состав авионики летательного аппарата).
2. Летательный аппарат как объект управления (самолет как объект управления; системы координат; способы задания взаимного положения систем координат; использование матриц направляющих косинусов; использование кватернионов).
3. Уравнения движения летательного аппарата как твердого тела. Продольное и боковое движение (продольное движение; обобщенная математическая модель; линеаризованные уравнения продольного движения ЛА; боковое движение; аэродинамические силы и моменты, действующие на ЛА).
4. Боковое движение. Передаточные функции летательного аппарата (боковое движение; уравнение движения крена; уравнения движения рыскания; передаточные функции летательного аппарата; перекрестное взаимодействие продольного и бокового движения).
5. Классификация измерительных устройств и их типовые структуры (классификация измерительных устройств; типовые структуры измерительных устройств; условия эксплуатации ИУ).
6. Статические характеристики измерительных устройств. Погрешности и их классификация (статические характеристики измерительных устройств; погрешности ИУ и их классификация).
7. Структура ПНК (общие сведения о ПНК; тактико-технические требования, предъявляемые к ПНК; точностные требования к ПНК; общая структура ПНК).
8. Акселерометры линейных ускорений (устройство, принцип действия и характеристики акселерометра линейных ускорений; измерительные цепи и передаточные функции акселерометров).
9. Элементы теории гироскопических устройств (понятие о гироскопе; кинетический момент гироскопа; кориолисово или поворотное ускорение; гироскопический момент; теорема Резаля; закон прецессии).
10. Гироскопические датчики угловой скорости (устройство и принцип действия датчика угловой скорости; получение уравнения динамики датчика угловых скоростей; погрешности датчика угловой скорости от перекрестной угловой скорости; волоконно-оптические гироскопы; лазерные гироскопы; вибрационные гироскопы; размещение датчиков угловых скоростей на летательных аппаратах).
11. Микромеханические гироскопы и акселерометры (общие сведения про микромеханические датчики; микромеханические гироскопы; микромеханические акселерометры; уравнения движения и передаточные функции микромеханических гироскопов).
12. Гироскопические вертикали (определение направления истинной вертикали на самолете; конструктивные особенности гировертикалей; устройство и принцип действия центральной гироскопической вертикали типа ЦГВ).
13. Курсовые приборы и системы (основные понятия и терминология, магнитные компасы; гироскопические приборы измерения курса самолета).
14. Измерители высотных и скоростных параметров движения ЛА (аэрометрический метод измерения высотных и скоростных параметров летательных аппаратов; приемники полного и

статического давления; барометрические высотомеры, датчики и корректоры высоты; основные характеристики высотомеров; манометрические указатели и датчики приборной и воздушной скорости; указатель числа Маха; вариометры).

15. Цифровая обработка сигналов (понятие цифровой обработки сигналов; цифровые фильтры обработки одномерных сигналов; нерекурсивные фильтры; рекурсивные фильтры; передаточные функции фильтров; устойчивость фильтров; структурные схемы цифровых фильтров).

16. Вейвлетное преобразование сигналов (основные понятия; истоки вейвлет-преобразования; преобразование Фурье; оконное преобразование Фурье; принцип вейвлет-преобразования; вейвлетный спектр).

17. Современные бортовые вычислительные системы (основные концептуальные особенности построения бортовых вычислительных систем; архитектура современных и перспективных бортовых вычислительных систем; средства передачи информации современных и перспективных бортовых вычислительных систем).

18. Автопилоты летательных аппаратов (принципы действия автопилота; принцип действия автопилота с жесткой обратной связью при устранении начального отклонения по крену; принципы действия автопилотов по каналу крена; принцип действия автопилота с жесткой обратной связью; принцип действия автопилота с изодромной обратной связью; законы управления каналом крена автопилотами с изодромной и скоростной обратной связью; принципы действия автопилотов по каналу тангажа; принцип действия автопилота с жесткой обратной связью; способы управления углом тангажа; стабилизация угла тангажа при действии возмущений; принципы действия автопилотов по каналу курса; стабилизация курса при управлении автопилотом рулем поворота; стабилизация курса при управлении автопилотом элеронами и рулем поворота; стабилизация угла крена при действии возмущений; принцип действия автопилота при управлении высотой полета; принцип действия автопилота при управлении боковым движением центра масс ЛА).

19. Приводы рулевых поверхностей самолета (общие сведения; механические и электромеханические приводы рулевых поверхностей; гидравлические приводы; пневматические приводы; математическая модель и передаточная функция рулевого привода).

20. Идентификация объектов (определение передаточной функции по временным характеристикам объекта; определение передаточной функции объекта по частотным характеристикам; корреляционный метод идентификации; идентификация параметров объекта спектральным методом).

21. Инерциальные навигационные системы (физические принципы инерциальной навигации; обобщенные схемы ИНС на базе ГСП; классификация ИНС; характерные особенности и условия построения различного типа ИНС; инерциальная система аналитического типа; интегральная система связанного типа; инерциальная система полусвязанного типа; инерциальная система геометрического типа).

22. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы (принцип работы и основные унифицированные схемы БИНС; алгоритм определения параметров ориентации БИНС; алгоритм БИНС, работающий в инерциальной системе координат).

23. Спутниковые навигационные системы (принципы построения и особенности функционирования спутниковых навигационных систем (СНС) ГЛОНАСС и GPS; определение положения, скорости и ориентации ЛА на основе ГЛОНАСС / GPS-технологий).

24. Бортовые интегрированные системы управления (основные особенности бортовой интегрированной системы летательного аппарата; состав и основные функциональные схемы интегрированных систем навигации и наведения летательного аппарата; особенности реализации алгоритмов комплексирования информации БИНС и ГЛОНАСС/GPS-приемника в составе БИСУ).

5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, задания в п. 5.2.1).

2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2, задания

в п. 5.2.2).

Для элементов компетенций, формируемых в рамках дисциплины, приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.3).

Таблицы 5.3 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
ПК(ПКС)-3, ИПКС 3.1, ИПКС 3.3					
Знать: методы и наиболее оптимальные подходы проведения экспериментальных исследований, а также методы анализа полученных результатов	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и объясняет полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: организовывать и проводить экспериментальные исследования с применением современных технических средств, анализировать результаты экспериментов и наблюдений, используя оптимальные методы анализа научных данных	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ Промежуточная аттестация
Владеть: навыками организации и проведения экспериментальных исследований (с применением современных технических средств) с последующим анализом результатов экспериментов и наблюдений, используя методы анализа научных данных	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ
ПК(ПКС)-4, ИПКС 4.2, ИПКС 4.3					
Знать: методы и наиболее оптимальные подходы проведения экспериментальных исследований, а также методы анализа полученных результатов	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и объясняет полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Участие в обсуждении дискуссионных материалов на лекциях Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: организовывать и проводить экспериментальные исследования с применением современных технических средств, анализировать результаты экспериментов и наблюдений, используя оптимальные методы анализа научных данных	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	
Владеть: навыками организации и проведения экспериментальных исследований (с применением современных технических средств) с последующим анализом результатов экспериментов и наблюдений, используя методы анализа научных данных	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Промежуточная аттестация Практические занятия Лабораторные работы

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1 **Матвеев В.В.** Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем [Текст] / В. В. Матвеев, В. Я. Распопов ; Под общ. ред. В.Я. Распопова. - Рекомендовано УМО по образованию в области приборостроения и оптотехники. - СПб. : ГНЦ РФ ОАО "Концерн ЦНИИ Электроприбор", 2009. - 280 с.

6.1.2 **Вавилов В.Д.** Теоретические основы микросистемных акселерометров и гироскопов [Текст] : Учебное пособие / В. Д. Вавилов. - Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в области приборостроения и оптотехники для студ. спец. 200103 "Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы", 200106 "Информационно-измерительная техника и технологии". - Н.Новгород : НГТУ, 2011. - 210 с.

6.1.3 **Распопов В.Я.** Микромеханические приборы [Текст] : Учебное пособие / В. Я. Распопов. - Допущено Министерством образования и науки РФ. - М. : Машиностроение, 2007.

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 **Вавилов, В.Д.** Компьютерное моделирование характеристик микросистемных датчиков [Текст] : Учебное пособие / В. Д. Вавилов. - Рекомендовано УМО по образованию. - Н.Новгород : НГТУ, 2007. - 80 с.

6.2.2 **Вавилов, В.Д.** Интегральные датчики [Текст] : Учебник / В. Д. Вавилов. - Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в области авиации, ракетостроения и космоса в кач. учебника. - Н.Новгород : НГТУ, 2003. - 503 с.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Методические указания и задания к лабораторным работам по дисциплине «Приборные системы управления летательными аппаратами»; <https://api.nntu.ru/content/obrazovanie/umk-disciplin>

6.3.2 Методические указания и задания к практическим занятиям по дисциплине «Приборные системы управления летательными аппаратами»; <https://api.nntu.ru/content/obrazovanie/umk-disciplin>

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины, включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: www.iprbookshop.ru.

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.

7.1.3 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU». Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

7.2.1 Пакет *Microsoft Office*.

7.2.2 Пакет прикладных программ *MatLab*.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 8.1 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение IPR BOOKS WV-Reader
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
1	2
607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19, кафедра АПУ, ауд.4, учебная мультимедийная аудитория	Доска магнитно-маркерная, экран, мультимедийный проектор BenQMP622, экран, Персональный компьютер-14 шт. с подключением к интернету (Пакет Microsoft Office/ Пакет прикладных программ MatLab, Ansys), Посадочных мест - 23, шкаф для методической литературы

Продолжение таблицы 9.1

1	2
607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19, кафедра АПУ, ауд.7, лаборатория «МСТ»	Доска магнитно-маркерная, посадочных мест -22, шкаф для методической литературы, лабораторные столы - 6шт., вольтметр универсальный В7-78/1, генератор INSTEK GRS-6032A, персональный компьютер (Пакет Microsoft Office/ Matlab/ Trace Mode 6.1). - 4шт. Оптическая делительная головка - ОДГ - 5 шт., Источники питания стабилизированные instek - 2 шт., Осциллограф GPS-1-1 шт., Малогабаритная поворотная установка МПУ-1 - 1 шт. Цифровой вольтметр В7-78/1 - 1 шт; Источник питания стабилизированный 5 в. - 1 шт; Вибростенд V-20 - 1 шт; Компьютер со встроенной системой Labview - 1 шт.
607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19, ауд.316, кабинет самоподготовки студентов	Рабочих мест преподавателя - 1 шт; Рабочих мест преподавателя (ПК с подключением к интернету) - 1 шт; Рабочих мест студента - 26шт; ПК, с выходом на телевизор LG - 1 шт.; ПК с подключением к интернету - 5 шт.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины «Приборные системы управления летательными аппаратами» используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса, а также материалы для практических занятий находятся в свободном доступе в СДО MOODLE на странице курса и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE, электронная почта, мессенджеры.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины «Приборные системы управления летательными аппаратами». Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является решение конкретных задач и выполнение комплексных практических заданий, а также разбор наиболее проблемных и сложных вопросов и примеров по отдельным темам в аудиторных условиях.

Практические занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков владения принципами построения и функционирования приборных систем управления летательных аппаратов, а также расчета характеристик и параметров таких приборов и систем;
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность отчетов по практическим занятиям, готовность домашних заданий (вопросов для самостоятельной подготовки), выполненных в ходе самостоятельной работы).

10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной и дополнительной литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

10.6. Методические указания для выполнения РГР

Учебным планом не предусмотрено.

10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта

Учебным планом не предусмотрено.

10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF.

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF.

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf.

**Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины
на 20 ____/20 ____ уч. г.**

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:

Глебов В.В.
« ____ » _____ 20 ____ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1)

2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от _____ № ____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (ФИО)

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от _____ № ____

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Согласовано:

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)