

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Институт Автоматики и электронного приборостроения
Кафедра Автоматики и управления

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

Н.Н. Маливанов

2017 г.

Регистрационный номер МУТС-18



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

**"Инерциальные датчики систем управления
подвижных объектов"**

Индекс по учебному плану: **Б.1.В.ДВ.03.02.**

Направление подготовки: **27.04.04 Управление в технических системах**

Квалификация: **магистр**

Магистерская программа: **Управление подвижными объектами**

Вид профессиональной деятельности: **научно-исследовательская**

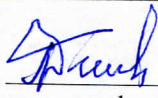
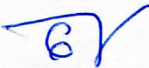
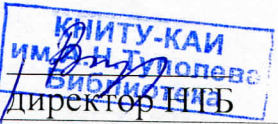

Казань 2017 г.

Рабочая программа составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «30» октября 2014г. № 1414 и в соответствии с учебным планом направления 27.04.04 «Управление в технических системах», утвержденным Ученым советом КНИТУ-КАИ «31» августа 2017 г. протокол № 6.

Рабочая программа дисциплины разработана профессором кафедры «АиУ», к.т.н. А.А.Потаповым

утверждена на заседании кафедры АиУ протокол № 1 от 31.08.2017 г.

Заведующий кафедрой АиУ, профессор, д.т.н. Г.Л.Дегтярев

Рабочая программа дисциплины	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
СОГЛАСОВАНА	Кафедра АиУ, ответственная за ОП	31.08. 2017	1	 зав. кафедрой
ОДОБРЕНА	Учебно-методическая комиссия института ИАиЭП	31.08. 2017	1	 председатель УМК института
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека	31.08. 2017	—	
СОГЛАСОВАНА	УМУ	31.08. 2017	—	 начальник УМУ

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель изучения дисциплины

Основной целью изучения дисциплины является формирование основ теории и принципов построения инерциальных датчиков современных систем управления беспилотных летательных аппаратов.

1.2. Задачи дисциплины

Основными задачами дисциплины являются:

- освоить теоретические основы построения и работы инерциальных датчиков систем управления летательных аппаратов;

- освоить современные средства и методы проведения экспериментальных исследований и компьютерного моделирования инерциальных датчиков систем управления летательных аппаратов;

- овладеть методами анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований, вырабатывать рекомендации по совершенствованию инерциальных датчиков систем управления летательных аппаратов.

1.3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Инерциальные датчики систем управления подвижных объектов» входит в состав Вариативного модуля Блока 1.

1.4. Объем дисциплины (с указанием трудоемкости всех видов учебной работы)

Таблица 1

Объем дисциплины для очной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Трудоемкость по семестрам:			
	в час	в ЗЕ	1		2	
			в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ
1	2	3	4	5	6	7
Общая трудоемкость дисциплины	144	4	72	2	72	2
<i>Аудиторные занятия</i>	<i>60</i>	<i>5/3</i>	<i>24</i>	<i>2/3</i>	<i>36</i>	<i>1</i>
Лекции	30	5/6	12	1/3	18	0.5
Практические занятия	30	5/6	12	1/3	18	0.5
Семинары	0	0	0	0	0	0
Лабораторные работы	0	0	0	0	0	0
Другие виды аудиторных занятий						
<i>Самостоятельная работа студента</i>	<i>84</i>	<i>7/3</i>	<i>48</i>	<i>4/3</i>	<i>36</i>	<i>1</i>
Базовая СРС:	54	1.5	36	1	18	0.5
Проработка учебного материала	54	1.5	36	1	18	0.5
Дополнительная СРС:	30	5/6	12	1/3	18	0.5
Курсовой проект	30	5/6	0	0	18	0.5

Курсовая работа						
Текущий контроль освоения учебного материала	12	1/3	12	1/3	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации (зачету/зачет с оценкой)	0	0	0	0	0	0
Итоговая аттестация:			зачет		зачет с оценкой	

1.5. Планируемые результаты обучения

Таблица 2

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Формируемые компетенции		
	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
ПК-1 – Способность формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбрать методы и средства решения задач			
Знание: ПК-1З -основ формулирования цели, задачи научных исследований в области комплексирования навигационных систем, выбирать методы и средства решения задач	основ формулирования цели, типовых задач научных исследований в области инерциальных датчиков СУ ПО, выбирать типовые методы и средства решения задач	основ формулирования цели, задачи научных исследований в области инерциальных датчиков СУ тяжелых ЛА, выбирать методы и средства решения задач	основ формулирования цели, задачи научных исследований в области инерциальных датчиков СУ БПЛА, выбирать методы и средства решения задач
Умение: ПК-1У - использовать основы теоретических знаний при формулировании цели, задачи научных исследований в области комплексирования навигационных систем, при выборе методов и средств решения задач	использовать основы теоретических знаний при формулировании цели, типовых задач научных исследований в области инерциальных датчиков СУ ПО, при выборе методов и средств решения задач	использовать основы теоретических знаний при формулировании цели, задачи научных исследований в области инерциальных датчиков СУ тяжелых ЛА, при выборе методов и средств решения задач	использовать основы теоретических знаний при формулировании цели, задачи научных исследований в области инерциальных датчиков СУ БПЛА, при выборе методов и средств решения задач
Владение: ПК-1В - навыками применения основ знаний формулирования цели, задачи научных исследований в области комплексирования навигационных систем, выбора методов и средств решения задач	навыками применения основ знаний формулирования цели, типовых задач научных исследований в области инерциальных датчиков СУ ПО, выбора методов и средств решения задач	навыками применения основ знаний формулирования цели, задачи научных исследований в области инерциальных датчиков СУ тяжелых ЛА, выбора методов и средств решения задач	навыками применения основ знаний формулирования цели, задачи научных исследований в области инерциальных датчиков СУ БПЛА, выбора методов и средств решения задач
ПК-4: Способность к реализации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов			
Знание: ПК-4З - основных методов реализации и проведения экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов	основных типовых методов реализации и проведения экспериментальных исследований и компьютерного моделирования инерциальных датчиков СУ с применением современных средств и методов	основных методов реализации и проведения экспериментальных исследований и компьютерного моделирования инерциальных датчиков СУ с применением современных средств и методов	основных методов реализации и проведения экспериментальных исследований и компьютерного моделирования инерциальных датчиков СУ с применением современных средств и методов

Владение: ПК-5В - навыками применения основными методами анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований, методами выработки рекомендаций по совершенствованию КСН, владение методами подготовки научных публикаций и заявок на изобретения	навыками применения основными методами анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований, методами выработки рекомендаций по совершенствованию инерциальных датчиков СУ, владение методами подготовки научных публикаций и заявок на изобретения	навыками применения основными методами анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований, методами выработки рекомендаций по совершенствованию инерциальных датчиков СУ тяжелых ЛА, владение методами подготовки научных публикаций и заявок на изобретения	навыками применения основными методами анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований, методами выработки рекомендаций по совершенствованию инерциальных датчиков СУ БПЛА, владение методами подготовки научных публикаций и заявок на изобретения
--	---	--	--

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

2.1 Структура дисциплины, ее трудоемкость

Таблица 3

Распределение фонда времени по видам занятий

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Основы теории инерциальных датчиков подвижных объектов						ФОС ТК-ИД1	
Тема 1.1. Основные определения	12	2	0	2	8	ПК-13, ПК-1У, ПК1-В, ПК-43, ПК-4У, ПК4-В, ПК-53, ПК-5У, ПК5-В,	Отчет выполнения самостоятельной работы.
Тема 1.2. Параметры ортогональных поворотов и направляющие косинусы	12	2	0	2	8	ПК-13, ПК-1У, ПК1-В, ПК-43, ПК-4У, ПК4-В, ПК-53, ПК-5У, ПК5-В,	Отчет выполнения самостоятельной работы.
Тема 1.3. Кинематические уравнения Эйлера	12	2	0	2	8	ПК-13, ПК-1У, ПК1-В, ПК-43, ПК-4У, ПК4-В, ПК-53, ПК-5У, ПК5-В,	Отчет выполнения самостоятельной работы.
Тема 1.4. Кватернионы как параметры угловой ориентации	12	2	0	2	8	ПК-13, ПК-1У, ПК1-В, ПК-43, ПК-4У, ПК4-В, ПК-53, ПК-5У, ПК5-В,	Отчет выполнения самостоятельной работы.
Тема 1.5. Основы прикладной теории гироскопа	12	2	0	2	8	ПК-13, ПК-1У, ПК1-В, ПК-43, ПК-4У, ПК4-В, ПК-53, ПК-5У, ПК5-В,	Отчет выполнения самостоятельной работы.
Тема 1.6. Свойства трех и двух степенных гироскопов	12	2	0	2	8	ПК-13, ПК-1У, ПК1-В, ПК-43, ПК-4У, ПК4-В, ПК-53, ПК-5У, ПК5-В,	Отчет выполнения самостоятельной работы.
Раздел 2. Инерциальные датчики подвижных объектов						ФОС ТК-ИД2	
Тема 2.1. Гироскопические датчики курса	10	2	4	2	2	ПК-13, ПК-1У, ПК1-В, ПК-43, ПК-4У, ПК4-В, ПК-53, ПК-5У, ПК5-В,	Отчет выполнения самостоятельной работы.
Тема 2.2. Гировертикали с коррекцией от маятника	10	2	4	2	2	ПК-13, ПК-1У, ПК1-В, ПК-43, ПК-4У, ПК4-В, ПК-53, ПК-5У, ПК5-В,	Отчет выполнения самостоятельной работы.
Тема 2.3. Силовые гировертикали	8	2	2	2	2	ПК-13, ПК-1У, ПК1-В, ПК-43, ПК-4У, ПК4-В, ПК-53, ПК-5У, ПК5-В,	Отчет выполнения самостоятельной работы.
Тема 2.4. Датчики угловой скорости систем управления подвижных объектов	16	4	4	4	4	ПК-13, ПК-1У, ПК1-В, ПК-43, ПК-4У, ПК4-В, ПК-53, ПК-5У, ПК5-В,	Отчет выполнения самостоятельной работы.

Тема 2.5 Навигационные датчики угловой скорости	6	2	0	2	2	ПК-13, ПК-1У, ПК1-В, ПК-43, ПК-4У, ПК4-В, ПК-53, ПК-5У, ПК5-В,	Отчет выполнения самостоятельной работы.
Тема 2.6 Датчики кажущегося ускорения	10	2	4	2	2	ПК-13, ПК-1У, ПК1-В, ПК-43, ПК-4У, ПК4-В, ПК-53, ПК-5У, ПК5-В,	Отчет выполнения самостоятельной работы.
Тема 2.7 Инерциальные блоки систем управления подвижных объектов	12	4	0	4	4	ПК-13, ПК-1У, ПК1-В, ПК-43, ПК-4У, ПК4-В, ПК-53, ПК-5У, ПК5-В,	Отчет выполнения самостоятельной работы.
Зачет, зачет с оценкой						ПК-13, ПК-1У, ПК1-В, ПК-43, ПК-4У, ПК4-В, ПК-53, ПК-5У, ПК5-В,	<i>ФОС ПА-ИД</i>
ИТОГО:	144	30	18	30	66		

Таблица 4

Матрица компетенций по разделам РП

Номера тем	Формируемые компетенции (составляющие компетенций):								
	ПК-1			ПК-4			ПК-5		
	ПК-1.3	ПК-1.У	ПК-1.В	ПК-4.3	ПК-4.У	ПК-4.В	ВК-5.3	ВК-5.У	ВК-5.В
<i>Раздел 1. Основы теории инерциальных датчиков подвижных объектов</i>									
Тема 1.1.Основные определения	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Тема 1.2 Параметры ортогональных поворотов и направляющие косинусы	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Тема 1.3 Кинематические уравнения Эйлера	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Тема 1.4 Кватернионы как параметры угловой ориентации	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Тема 1.5 Основы прикладной теории гироскопа	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Тема 1.6 Свойства трех и двух степенных гироскопов	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Раздел 2. Инерциальные датчики подвижных объектов</i>									
Тема 2.1 Гироскопические датчики курса	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Тема 2.2 Гировертикали с коррекцией от маятника	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Тема 2.3 Силовые гировертикали	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Тема 2.4 Датчики угловой скорости систем управления <i>подвижных объектов</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Тема 2.5 Навигационные датчики угловой скорости	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Тема 2.6 Датчики кажущегося ускорения	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Тема 2.7 Инерциальные блоки систем управления подвижных объектов	*	*	*	*	*	*	*	*	*

2.2 Содержание дисциплины

Раздел 1. Основы теории инерциальных датчиков подвижных объектов

Тема 1.1. Основные определения

Модели Земли, используемые в авиации БЛА. Понятия плоскости горизонта и вертикали места. Системы координат, используемые в авиации. Определения параметров положения, движения и ориентации ЛА.

Литература:[1, 2, 9, 12]

Тема 1.2. Параметры ортогональных поворотов и направляющие косинусы

Ортогональные повороты и параметры их определяющие. Свойства ортогональных поворотов.

Задание ориентации ЛА направляющими косинусами. Определение матрицы направляющих косинусов (МНК). Основные свойства МНК. Связь МНК с углами ортогональных поворотов.

Способы вычисления МНК. Применение МНК для определения проекций векторов на оси заданной системы координат.

Литература:[1, 2, 9, 12]

Тема 1.3. Кинематические уравнения Эйлера

Вывод кинематического уравнения Эйлера в направляющих косинусах.

Кинематическое уравнение Эйлера в направляющих косинусах, связывающее три системы координат: инерциальную, географическую и связанную.

Применение кинематических уравнений Эйлера.

Литература:[1, 2, 9]

Тема 1.4. Кватернионы как параметры угловой ориентации

Определение кватерниона. Кватернионы Родрига-Гамельтона.

Основы алгебры кватернионов: операции сложения, вычитания, умножения и обращения.

Кинематическое уравнение Эйлера в кватернионной форме.

Литература:[1, 2, 9, 12]

Тема 1.5. Основы прикладной теории гироскопа

Определение «гироскопа». Основные понятия: кинетический момент гироскопа, ускорение Кориолиса.

Классификация гироскопов. Правило прецессии.

Литература:[2, 5, 10]

Тема 1.6. Свойства трех и двух степенных гироскопов

Трехстепенной гироскоп. Прецессионные уравнения. Влияние внешних воздействий на поведение гироскопа; влияние постоянного момента, влияние гармонического момента, влияние моментов сил сухого трения и разбаланса.

Двухстепенной гироскоп. Уравнение движения. Влияние внешних воздействий; влияние постоянного момента, влияние гармонического момента, влияние моментов сил вязкого трения.

Литература:[2, 5, 10]

Раздел 2. Инерциальные датчики подвижных объектов

Тема 2.1. Гироскопические датчики курса

Гирополукомпас (ГПК). Принцип работы. Необходимость двух систем коррекций: широтной системы и системы горизонтирования.

Основные погрешности работы ГПК; собственный уход, кардановая погрешность.

Гироагрегаты. Схема и работа. Начальная выставка. Область применения.

Литература:[2, 5, 10]

Тема 2.2. Гировертикали с коррекцией от маятника

Схема гировертикали (ГВ) с коррекцией от маятника. Принцип измерения углов наклона (углов крена и тангажа ЛА). Особенности работы систем продольной и поперечной коррекции.

Основные погрешности работы ГВ. Математическая модель системы дифференциальных уравнений погрешности работы ГВ на подвижном основании.

Литература:[2, 5, 10]

Тема 2.3. Силовые гировертикали

Принцип работы одноосного силового стабилизатора (ОСГС). Свойства ОСГС; условие устойчивости, точность стабилизации.

Схема силовой гировертикали (СГВ) с коррекцией от маятника. Принцип измерения углов наклона (углов крена и тангажа ЛА). Особенности работы систем продольной и поперечной коррекции и систем начальной выставки. Основные погрешности работы СГВ.

Литература:[2, 5, 10]

Тема 2.4. Датчики угловой скорости систем управления подвижных объектов

Классификация датчиков абсолютной угловой скорости ЛА (ДУС). Требования к ДУС, используемых в системах управления ЛА.

Схема двухстепенного гироскопического ДУС. Дифференциальное уравнение работы ДУС. Понятие «электрической пружины» ДУС. Статические и динамические свойства ДУС.

ДУС, выполненные по МЭМС технологии. Особенности принципа работы. Основные погрешности. Область применения.

Твердотельные ДУС. Принцип работы. Особенности работы.

Литература:[2, 5, 10]

Тема 2.5. Навигационные датчики угловой скорости

Волоконно-оптические ДУС (ВОГ). Принцип работы. Особенности работы. Основные погрешности работы ВОГ.

ДУС вибрационного типа (РВГ). Основы и особенности работы. Лазерные ДУС (ЛГ). Принцип работы. Особенности работы.

Литература:[2, 5, 9]

Тема 2.6. Датчики кажущегося ускорения

Принцип измерения проекции кажущегося ускорения на оси связанной системы координат ЛА.

Классификация акселерометров. Акселерометры электро-механического типа. Акселерометры, выполненные по МЭМС технологии.

Схема электро-механического акселерометра (ЭМА). Дифференциальное уравнение работы ЭМА. Статические и динамические свойства ЭМА.

Литература:[2, 5, 9]

Тема 2.7. Инерциальные блоки систем управления подвижных объектов

Инерциальные блоки (ИБ), как основа пилотажно-навигационного комплекса БЛА. Структура и состав ИБ.

Требования к датчикам, входящих в состав ИБ. Основные функции программного обеспечения ИБ.

Литература:[2, 5, 9]

2.3. Курсовая работа

Курсовая работа предназначена для более углубленного освоения компетенций дисциплины. В ходе выполнения курсовой работы студент (по датчику, в рамках заданной тематики):

- изучает теоретические основы построения и работы инерциальных датчиков систем управления летательных аппаратов;

- изучает конструкцию датчика;
- изучает погрешности датчика и строит математическую модель работы датчика;
- изучает современные средства и методы моделирования инерциальных датчиков систем управления летательных аппаратов;
- осваивает методы анализа поведения инерциальных датчиков и их погрешности;
- составляет технический документ по курсовой работе (Пояснительную Записку) в соответствии с требованиями ЕСКД;
- публично защищает результаты работы.

В ходе выполнения курсовой работы на практических занятиях под руководством преподавателя студент осваивает соответствующие виды профессиональной деятельности.

Таблица № 5.

Тематика практических занятий при выполнении курсовой работы

№ п/п	Темы практических занятий (в ходе выполнения курсовой работы)
1	Анализ технического задания
2	Построение математической модели (ММ) тестового движения БЛА
3	Предварительный анализ работы инерциального датчика (ИД)
4	Построение ММ работы ИД
5	Построение ММ работы ИД при тестовом движении БЛА
6	Построение ММ оценки качества работы ИД
7	Отработка работы ММ работы ИД в тестовом режиме движения БЛА
8	Оценка влияния разных факторов на работу ИД
9	Оформление результатов работы и формирование заключения

РАЗДЕЛ 3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

3.1 Оценочные средства для текущего контроля

Фонд оценочных средств проведения текущего контроля (ФОС ТК–ИД) является составной частью РП дисциплины, разработан в виде отдельного документа и хранится на кафедре.

Таблица № 6

Фонд оценочных средств текущего контроля

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1	2	3	4
1.	Основы теории инерциальных датчиков ПО	ФОС ТК-ИД1	Отчет о выполнении самостоятельной работы. Тест текущего контроля дисциплины по первому разделу
2.	Инерциальные датчики ПО	ФОС ТК-ИД2	Отчет о выполнении самостоятельной работы. Тест текущего контроля дисциплины по первому разделу

Типовые оценочные средства для текущего контроля:

1. Отчеты о выполнении самостоятельной работы, которые должны содержать:
 - представление структуры соответствующей темы дисциплины;
 - определения терминов, использованных в теме дисциплины;
 - решение с объяснениями учебных задач, рассмотренных в теме дисциплины;

- рассмотрение дополнительных вопросов, определенных преподавателем, на основе дополнительных источников.

2. Тест текущего контроля освоения дисциплины, состоящий в форме собеседования по отчету о выполнении самостоятельной работы по соответствующей теме дисциплины.

3.2 Оценочные средства для промежуточного контроля.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации (ФОС ПА-ИД) является составной частью рабочей дисциплины, разработан в виде отдельного документа, в соответствии с положением о ФОС ПА.

По итогам освоения дисциплины проведение зачета проводится в два этапа: Первый этап (коллоквиума) и Второй этап (письменного) задания.

Первый этап проводится в виде собеседования.

Собеседование ставит целью оценить пороговый уровень освоения обучающимися заданных результатов, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки превосходного и продвинутого уровня усвоения компетенций проводится Второй этап в виде письменного задания, в которое входит письменный ответ на контрольные вопросы и решение задачи.

3.4 Критерии оценки промежуточной аттестации

Результаты промежуточного контроля заносятся в АСУ «Деканат» в баллах.

Таблица № 7.

Критерии оценок усвоения компетенций (1-й семестр; ФОС ПА-ИД; ФОС ПА-ИД1, 2-й семестр, ФОС ПА-ИД2)

Словесное выражение	Выражение в баллах	Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций
<i>зачтено</i>	от 86 до 100	Освоен превосходный уровень всех компетенций, определенный в табл. 2
<i>зачтено</i>	от 71 до 85	Освоен продвинутый уровень всех компетенций, определенный в табл. 2
<i>зачтено</i>	от 51 до 70	Освоен пороговый уровень всех компетенций, определенный в табл. 2
<i>не зачтено</i>	до 51	Не освоен пороговый уровень всех компетенций, определенный в табл. 2

Критерии оценок усвоения компетенций в ходе выполнения курсовой работы (2-й семестр; ФОС ПА-ИД2)

Таблица № 8.

Критерии оценок усвоения компетенций

Словесное выражение	Выражение в баллах	Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций
<i>отлично</i>	от 86 до 100	Освоен превосходный уровень всех компетенций, определенный в табл. 2
<i>хорошо</i>	от 71 до 85	Освоен продвинутый уровень всех компетенций, определенный в табл. 2
<i>удовлетворительно</i>	от 51 до 70	Освоен пороговый уровень всех компетенций, определенный в табл. 2
<i>неудовлетворительно</i>	до 51	Не освоен пороговый уровень всех компетенций, определенный в табл. 2

РАЗДЕЛ 4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1.1 Основная литература

1. Авиационные приборы, измерительно-вычислительные системы и комплексы: Принципы построения, алгоритмы обработки информации, характеристики и погрешности : учеб. пособие для студ. вузов / В. М. Солдаткин [и др.] ; под ред. В. М. Солдаткина ; Мин-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО КНИТУ им. А.Н. Туполева-КАИ. - Казань : Изд-во КНИТУ-КАИ, 2014. - 526 с. - Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2945/910.pdf/index.html>.

2. Боднер В.А. Авиационные приборы : учебник для студ. вузов / В. А. Боднер. - Репр. воспроизведение изд. 1969 г. - М. : ЭКОЛИТ, 2011. - 472 с. - Режим доступа: http://jirbis.library.kai.ru/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=351

4.1.2 Дополнительная литература

3. Шелухин О.И. Моделирование информационных систем: учеб. пособие для студ. вузов / О.И. Шелухин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 536 с.

4.1.3 Методическая литература к выполнению практических и/или лабораторных работ

4. Кривошеев С.В., Стрелков А.Ю. Лабораторная работа «Акселерометр АТ-1104. Часть 1. Изучение принципа действия и конструкции». – Казань: каф. АиУ, 2013. – 18 с.

5. Кривошеев С.В., Стрелков А.Ю. Лабораторная работа «Акселерометр АТ-1104. Часть 2. Калибровка блока акселерометров». – Казань: каф. АиУ, 2013. – 23 с.

6. Потапов А.А. Лабораторная работа «Гироскопический датчик угловой скорости». – Казань: каф. АиУ, 2013. – 19 с.

4.1.4 Методические рекомендации для студентов, в том числе по выполнению самостоятельной работы

Успешное освоение материала студентами обеспечивается посещением лекций и практических занятий, написанием конспекта по темам самостоятельной работы. Прочтение будущей лекции по электронному конспекту лекций, ознакомление с будущей темой практических занятий. Работа студента при выполнении практических заданий будет способствовать освоению практических навыков по овладению требующими компетенциями на установленных уровнях.

4.1.5 Методические рекомендации для преподавателей

Успешное освоение материала обеспечивается тесной связью теоретического материала, преподносимого на лекциях и научно-исследовательской работой студентов на практических занятиях. Освоение основных методов анализа, синтеза и исследования комплексных систем

навигации разных типов летательных аппаратов, включая и беспилотные летательные аппараты.

4.2 Информационное обеспечение дисциплины

4.2.1 Основное информационное обеспечение

7. Бранец В. Н., Шмыглевский И. П. Введение в теорию бесплатформенных инерциальных систем. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. Лит., 1992. – 280 с. (Электрон. вариант; - Режим доступа: кафедра АиУ, 2011. - 90 с.).

8. ГОСТ 20058-80. Динамика летательных аппаратов в атмосфере. Термины, определения и обозначения. (Электрон. версия; - Режим доступа: <http://www.gostedu.ru/13950.html>.)

9. Матвеев В.В., Распопов В.Я. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем / В.В. Матвеев, В.Я. Распопов / Под общ. ред. д.т.н. В.Я. Распопова. – СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2009. – 280 с. (Электрон. вариант; - Режим доступа: кафедра АиУ, 2011. - 90 с.).

10. Савельев В.В. Гироскопы, гироскопические приборы и системы: учебн. пособие /В.В. Савельев. – 3-е из. перераб. и дополн.: ТулГУ, 2014 -236 с.

11. ANALOG DEVICES. (Электронный ресурс; - Режим доступа: <http://www.analog.com/ru/products/mems/mems-gyroscopes.html>).

12. Kuipers J.B. Quaternions and rotation sequences: a primer with applications to orbits, aerospace, and virtual reality. Princeton. New Jersey. 1999. – 371 p. (Электрон. вариант;- Режим доступа: кафедра АиУ, 2015).

4.3 Кадровое обеспечение

4.3.1 Базовое образование

Высшее образование в предметной области систем управления движением и навигации летательных аппаратов и /или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования– профессиональной переподготовки в области систем управления движением и навигации летательных аппаратов и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

4.3.2 Профессионально-предметная квалификация преподавателей

Наличие научных и/или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности в области систем управления движением и навигации летательных аппаратов, выполненных в течение трех последних лет.

4.3.3 Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1-го года); практический опыт работы в области систем управления движением и навигации летательных аппаратов на должностях руководителей или ведущих

специалистов более 3-х последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года соответствующее области систем управления движением и навигации летательных аппаратов, либо в области педагогики.

4.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 9

Материально-техническое обеспечение дисциплины

для лекционных занятий:	3 зд. ауд.301, 303, 416	компьютер, интерактивная доска, маркерная доска, мультимедийный проектор	1;1;1;1
для практических занятий:	3 зд. ауд.301, 303	компьютеры, интерактивная доска, мультимедийный проектор	4;1;1
для самостоятельных занятий	3 зд. ауд.301, 303, библиотека КНИТУ-КАИ зал № 4, ВЦ- 3	компьютеры с выходом в интернет	4

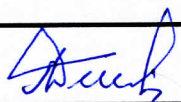
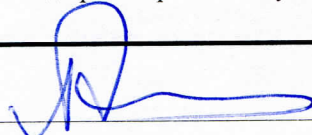
РАЗДЕЛ 5. ВНОСИМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И УТВЕРЖДЕНИЯ

5.1 Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу дисциплины

№ п/п	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. кафедры, АиУ	«Согласовано» Директор института АиЭП
1	2	3	4	5	7
1					
2					
3					

5.2 Лист утверждения рабочей программы дисциплины на учебный год

Рабочая программа дисциплины утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

Учебный год	«Согласовано» зав. кафедрой АиУ	«Согласовано» директор института АиЭП
2017/2018		
2018/2019		
2020/2021		
2021/2022		