

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Высшая школа электроники и
компьютерных наук

_____ Г. И. Радченко
06.09.2017

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
к ОП ВО от 28.06.2017 №007-03-1548

дисциплины ДВ.1.05.01 Бесплатформенные навигационные системы
для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Системы управления движением летательных аппаратов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системы автоматического управления

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утвержденным приказом Минобрнауки от 11.08.2016 № 1032

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.
(ученая степень, ученое звание)

06.09.2017

(подпись)

В. И. Ширяев

Разработчик программы,
д.техн.н., проф., профессор
(ученая степень, ученое звание,
должность)

06.09.2017

(подпись)

А. Н. Лысов

1. Цели и задачи дисциплины

Изучение теоретических основ и принципов построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем; анализ параметров ориентации при построении бесплатформенных инерциальных навигационных систем; анализ влияния погрешностей чувствительных элементов на ошибки определения параметров движения летательного аппарата.

Краткое содержание дисциплины

Принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем. Инерциальные чувствительные элементы. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС) с акселерометрами и датчиками угловой скорости. Модель ошибок БИНС.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости	Знать: теоретические основы и принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем.
	Уметь: анализировать параметры ориентации при построении бесплатформенных инерциальных навигационных систем; влияние погрешностей чувствительных элементов на ошибки определения параметров движения летательного аппарата; определять требования к параметрам чувствительных элементов
	Владеть: методикой уменьшения погрешностей определения параметров движения летательного аппарата..
ПК-9 способностью разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты управляющих, навигационных и электроэнергетических комплексов летательных аппаратов с использованием математического моделирования и средств автоматизации проектирования	Знать: теоретические основы и принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем.
	Уметь: анализировать параметры ориентации при построении бесплатформенных инерциальных навигационных систем; влияние погрешностей чувствительных элементов на ошибки определения параметров движения летательного аппарата; определять требования к параметрам чувствительных элементов
	Владеть: методикой уменьшения погрешностей определения параметров движения летательного аппарата..
ПСК-9.2 способностью формировать облик бортовых вычислительных комплексов систем управления движением летательных аппаратов, включая разработку их архитектуры, математических моделей и алгоритмов, необходимых для их функционирования	Знать: теоретические основы и принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем.
	Уметь: анализировать параметры ориентации при построении бесплатформенных инерциальных навигационных систем; влияние погрешностей чувствительных элементов на ошибки

определения параметров движения летательного аппарата; определять требования к параметрам чувствительных элементов.
Владеть: методикой уменьшения погрешностей определения параметров движения летательного аппарата..

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
В.1.07 Теория гироскопических приборов, Б.1.27 Основы теории пилотажно-навигационных систем	В.1.05 Инерциальные навигационные системы

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
В.1.07 Теория гироскопических приборов	Знать: теорию трехстепенного и двухстепенного гироскопов, принципы работы гироскопических приборов. Уметь: составлять уравнения движения гироскопических приборов; анализировать динамические, методические и инструментальные погрешности; выполнять теоретические и лабораторные исследования динамики трехстепенного гироскопа и анализ полученных результатов. Владеть: методикой составления уравнений движений приборов; навыками использования специального программного обеспечения.
Б.1.27 Основы теории пилотажно-навигационных систем	Знать: представление о гравитационном поле Земли и учете его при использовании метода инерциальной навигации, знать фигуру и движение Земли в пространстве; возможные оптимальные траектории движения различного вида подвижных объектов (самолётов, ракет, кораблей и космических объектов; метод «счисления пути» как метод навигации, алгоритмы функционирования инерциальных систем, ошибки инерциальных систем и способы их уменьшения; параметры и средства определения ориентации подвижного объекта. Уметь: обосновывать требования по совершенствованию и повышению эффективности использования пилотажно-навигационных систем; применять математические методы в расчетах и при проектировании и разработке элементов, приборов и пилотажно-навигационных систем. Владеть: способами формирования комплексных систем навигации для уменьшения погрешностей работы систем, основанных на

	использовании различных физических принципов измерения навигационных параметров движения.
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия</i>	48	48	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60	
Курсовой проект	60	60	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет,КП	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем.	4	4	0	0
2	Инерциальные чувствительные элементы.	2	0	2	0
3	Бесплатформенные инерциальные навигационные системы с акселерометрами и датчиками угловой скорости	30	6	24	0
4	Модель ошибок БИНС.	12	6	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем.	2
2	1	Принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем.	2
3	3	Бесплатформенные инерциальные навигационные системы с акселерометрами и датчиками угловой скорости. БИНС с углами Эйлера – Крылова.	2
4	3	Бесплатформенные инерциальные навигационные системы с акселерометрами и датчиками угловой скорости. БИНС с углами Эйлера – Крылова.	2
5	3	Бесплатформенные инерциальные навигационные системы с акселерометрами и датчиками угловой скорости. БИНС с направляющими	2

		косинусами; уравнение Пуассона.	
6	4	Модель ошибок БИНС. Ошибки БИНС, вызванные погрешностями акселерометров.	2
7	4	Модель ошибок БИНС. Ошибки БИНС, вызванные дрейфом гироскопов	2
8	4	Модель ошибок БИНС. Ошибки БИНС, вызванные погрешностью начальной выставки.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Инерциальные чувствительные элементы	2
2	3	Бесплатформенные инерциальные навигационные системы с акселерометрами и датчиками угловой скорости. БИНС с углами Эйлера – Крылова.	4
3	3	Бесплатформенные инерциальные навигационные системы с акселерометрами и датчиками угловой скорости. БИНС с углами Эйлера – Крылова.	4
4	3	Бесплатформенные инерциальные навигационные системы с акселерометрами и датчиками угловой скорости. БИНС с углами Эйлера – Крылова.	2
5	3	Бесплатформенные инерциальные навигационные системы с акселерометрами и датчиками угловой скорости. БИНС с углами Эйлера – Крылова.	2
6	3	Бесплатформенные инерциальные навигационные системы с акселерометрами и датчиками угловой скорости. БИНС с направляющими косинусами; уравнение Пуассона.	4
7	3	Бесплатформенные инерциальные навигационные системы с акселерометрами и датчиками угловой скорости. БИНС с направляющими косинусами; уравнение Пуассона.	4
8	3	Бесплатформенные инерциальные навигационные системы с акселерометрами и датчиками угловой скорости. БИНС с направляющими косинусами; уравнение Пуассона.	4
9	4	Модель ошибок БИНС. Ошибки БИНС, вызванные погрешностями акселерометров.	2
10	4	Ошибки БИНС, вызванные дрейфом гироскопов; ошибки вертикального канала БИНС; структурная схема ошибок северного канала БИНС.	2
11	4	Ошибки БИНС, вызванные погрешностью начальной выставки.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Курсовой проект	1. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем: учебное пособие / В.В.Матвеев, В.Я.Распопов / Под общ. ред. д.т.н. В. Я.	60

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Мультимедийный учебный процесс	Лекции	Российские и иностранные производители бесплатформенных инерциальных навигационных систем	4

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПСК-9.2 способностью формировать облик бортовых вычислительных комплексов систем управления движением летательных аппаратов, включая разработку их архитектуры, математических моделей и алгоритмов, необходимых для их функционирования	зачёт	Вопросы к зачёту
Все разделы	ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости	зачёт	Вопросы к зачёту
Все разделы	ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости	зачёт	Вопросы к зачёту
Все разделы	ПСК-9.2 способностью формировать облик бортовых вычислительных комплексов систем управления движением летательных аппаратов, включая	Курсовой проект	Темы курсовых проектов

	разработку их архитектуры, математических моделей и алгоритмов, необходимых для их функционирования		
--	---	--	--

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
зачёт	устный опрос	Зачтено: правильные ответы на все вопросы Не зачтено: ответы на вопросы неубедительны
курсовой проект	Задание на курсовой проект выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент сдает преподавателю пояснительную записку на проверку. Преподаватель проверяет пояснительную записку и чертежи и допускает студента к защите.	Отлично: выставляется за курсовой проект, который полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо: выставляется за курсовой проект, который полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями. При его защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы. Удовлетворительно: выставляется за курсовой проект, который не полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения. При его защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно: выставляется за курсовой проект, который не соответствует техническому заданию, пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В проекте нет выводов либо они носят декларативный характер. При защите курсового проекта студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, при ответе допускает существенные ошибки.

7.3. Типовые контрольные задания

Вид	Типовые контрольные задания
-----	-----------------------------

контроля	
зачёт	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какая проекция абсолютной угловой скорости географического трехгранника характеризует приращение широты? 2. Каково влияние погрешностей акселерометров на ошибки БИНС? 3. Возможно ли вычисление параметров ориентации посредством алгоритма с углами Эйлера-Крылова, если значение угла тангажа равно 90°? 4. Почему вертикальный канал БИНС называют неустойчивым? 5. Какой набор чувствительных элементов применяется для построения БИНС? 6. Каким образом ориентируются оси чувствительности акселерометров и гироскопов в БИНС различных типов? 7. Для чего необходим блок пересчета в алгоритмах БИНС?
курсовой проект	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бесплатформенная инерциальная навигационная система для беспилотного летательного аппарата. 2. Бесплатформенная инерциальная навигационная система для крылатой ракеты. 3. Бесплатформенная инерциальная навигационная система для маневренного самолёта. 4. Бесплатформенная инерциальная навигационная система на базе ДНГ. 5. Бесплатформенная инерциальная навигационная система на базе лазерного гироскопа. 6. Бесплатформенная инерциальная навигационная система на базе волоконно-оптического гироскопа. 7. Бесплатформенная инерциальная навигационная система на базе ММГ.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Щипицын, А. Г. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы Учеб. пособие Челябин. гос. техн. ун-т, Каф. Гироскоп. приборы и устройства; ЧГТУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1993. - 107 с. ил.
2. Щипицын, А. Г. Инерциальные навигационные системы: анализ функционирования и точности Учеб. пособие Юж.-Урал. гос. ун-т; Каф. Приборостроение. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1998. - 114,[2] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Щипицын, А. Г. Математическое и алгоритмическое обеспечение процедуры калибровки инерциальных навигационных систем Текст учеб. пособие А. Г. Щипицын ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр.; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 162, [1] с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем: учебное пособие / 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.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Основы построения бесплатформенных инерциальных

навигационных систем: учебное пособие / 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.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	540 (3б)	Мультимедийная аппаратура
Практические занятия и семинары	536 (3б)	Компьютерная техника, VisSim, MATLAB
Самостоятельная работа студента	536 (3б)	Компьютерная техника, программа КОМПАС
Самостоятельная работа студента	540 (3б)	Макеты приборов, элементная база, компьютерная техника, программа КОМПАС