

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**

АННОТАЦИЯ
к рабочей программе
"Инерциальные навигационные системы"

Индекс по учебному плану: **Б.1.В.14**

Направление подготовки: **27.03.04 Управление в технических системах**

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **Управление подвижными объектами**

Виды профессиональной деятельности: **научно-исследовательская,
проектно-конструкторская**

Разработчик: к.т.н., доцент кафедры АиУ С.В. Кривошеев

Казань 2017 г.

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1 Цель изучения дисциплины (модуля)

Формирование алгоритмов определения навигационной информации на основе измерения линейных ускорений центра масс подвижных объектов для различных типов систем координат и параметров ориентации при решении задач околоземной навигации для класса инерциальных систем полуаналитического типа, построенных на основе трёхосных гиросtabilизаторов.

Реализация навигационных алгоритмов на аналоговых и цифровых вычислителях, а также знакомство с обменом в авиационном оборудовании с помощью последовательных биполярных кодов.

1.2 Задачи дисциплины (модуля)

Основные задачи дисциплины.

Параметры ориентации в виде сферических координат:

- классификация, технические характеристики и параметры подвижных объектов, формируемые инерциальными навигационными системами;
- физические принципы, лежащие в основе построения инерциальных навигационных систем;
- на основании физических законов составление основного уравнения инерциальной навигации в векторной дифференциальной форме, которое связывает ускорение, измеряемое акселерометрами, и скорость для инерциальной и вращающихся систем координат;
- основное уравнение инерциальной навигации в координатной форме для околоземной навигации для класса инерциальных систем полуаналитического типа;
- формирование основного уравнения инерциальной навигации в координатной форме для горизонтальных систем координат: географической, свободной и полусвободной в азимуте, ортодромической, географической повёрнутой;
- формирование уравнений по определению кинематических параметров и его связь с основным уравнением инерциальной навигации;
- особенности построения аналоговых навигационных вычислителей для инерциальных навигационных систем платформенного типа.

Параметры ориентации в виде направляющих косинусов:

- алгоритмы взаимосвязи сферических координат и направляющих косинусов;
- кинематические дифференциальные уравнения по определению направляющих косинусов – уравнения Пуассона;
- основное уравнение инерциальной навигации в параметрах ориентации в виде направляющих косинусов;

- применение векторной алгебры на сфере для формирования алгоритмов по определению параметров полёта;
- особенности реализации навигационных алгоритмов на основе цифровых вычислителей;
- протоколы обмена цифровой информацией в бортовом оборудовании с помощью последовательных биполярных кодов.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Инерциальные навигационные системы» входит в состав Вариативного модуля Блока 1.

1.4 Перечень компетенций, которые должны быть реализованы в ходе освоения дисциплины

ОПК-2 – способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

ПК-2 – способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.

РАЗДЕЛ 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

2.1 Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость и применяемые образовательные технологии

Распределение фонда времени по видам занятий
Семестр 6

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.		
<i>Раздел 1. Идея метода инерциального счисления пути и классификация ИНС (10)</i>							<i>ФОС ТК-1тесты</i>
Тема 1.1 Метод инерциального счисления пути на примере географической ИНС.	8	2	2	2	2	ОПК-2.3	
Тема 1.2. Классификация и технические характеристики ИНС.	2	2				ОПК-2.3	

Раздел 2 Основное уравнение функционирования ИНС и его анализ(22)							ФОС ТК-2тесты
Тема 2.1. Векторная форма основного уравнения ИНС	6	2		2/2	2	ОПК-2.3; ОПК-2.У	Отчет о выполнении ЛР
Тема 2.2. Скалярная форма основного уравнения ИНС	14	2	4/2	4	4	ОПК-2.3; ОПК-2.У	Текущий контроль
Тема 2.3. Вертикальный канал ИНС.	2	2				ОПК-2.3; ОПК-2.У	
Раздел 3. Особенности построения ИНС полуаналитического типа (40)							ФОС ТК-3тесты
Тема 3.1. ИНС географического типа.	10	2	4	2	2	ОПК-2.3; ПК-2.3; ПК-2.У	Текущий контроль
Тема 3.2. ИНС свободная и полусвободная в азимуте.	10	2		4/2	4	ОПК-2.3; ПК-2.3; ПК-2.У	Текущий контроль
Тема 3.3. ИНС ортодромического типа.	10	2	4/2	2/2	2	ОПК-2.3; ПК-2.3; ПК-2.В	Текущий контроль
Тема 3.4. Вопросы реализации навигационных алгоритмов на аналоговых вычислителях	10	2	4/2	2	2	ПК-2.3; ПК-2.У; ПК-2.В	
Экзамен	36				36		ФОС ПА-1 комплексное задание
ИТОГО:	108	18	18	18	54		

Семестр 7

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.		
<i>Раздел 4. Базовые алгоритмы для применения направляющих косинусов(24)</i>							<i>ФОС ТК-4тесты</i>
Тема 4.1. Системы координат и параметры ориентации.	6	2			4	ОПК-2.3	
Тема 4.2. Кинематические уравнения для определения параметров ориентации.	10	2	2	2	4	ОПК-2.3; ОПК-2.У	Отчет о выполнении ЛР
Тема 4.3. Параметры математической модели двухосных эллипсоидов.	8			2	6	ОПК-2.3	
<i>Раздел 5. Особенности построения алгоритмов ИНС для реализации в бортовых цифровых вычислителях (52)</i>							<i>ФОС ТК-5 тесты</i>

Тема 5.1. Основное уравнение ИНС и блок определения путевых скоростей.	14	2	4	2	6	ПК-2.У; ПК-2.В	Отчет о выполнении ЛР
Тема 5.2. Кинематические уравнения формирования направляющих косинусов	10	2		2	6	ОПК-2.3; ПК-2.У	Текущий контроль
Тема 5.3. Блок определения географических координат и курсовой информации.	14	2	4	2	6	ОПК-2.3; ПК-2.У	Отчет о выполнении ЛР
Тема 5.4. Блок определения ортодромических координат и траекторных параметров.	14	2	4	2	6	ОПК-2.3; ПК-2.У	Отчет о выполнении ЛР
<i>Раздел 6. Особенности реализации навигационных алгоритмов на БЦВМ (32)</i>							<i>ФОС ТК-6 тесты</i>
Тема 6.1. Способы реализации операции интегрирования сигналов акселерометров	8	2		2	4	ОПК-2.В; ПК-2.У; ПК-2.В	Текущий контроль
Тема 6.2. Специальные преобразователи сигналов.	10	2		2	6	ПК-2.У; ПК-2.В	Текущий контроль
Тема 6.3. Краткое описание алгоритмов предполетной подготовки ИНС и организация обмена.	14	2	4	2	6	ПК-2.У; ПК-2.В	Отчет о выполнении ЛР
Экзамен							<i>ФОС ПА-2 комплексное задание</i>
ИТОГО:	108	18	18	18	54		

РАЗДЕЛ 3 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

3.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

3.1.1 Основная литература

1. Кривошеев С.В. Инерциальные системы навигации полуаналитического типа. [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. В. Кривошеев ; КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева. - Электрон. дан. - Казань, 2015. - 34 с. (34стр., 2 п.л.) –Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2666/956.pdf/index.html>

2. Кривошеев С.В. Курсовые системы. [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ С. В. Кривошеев ; КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева. - Электрон. дан. – Казань, 2015. – 57 с.-Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2667/689.pdf/index.html>

3.1.2 Дополнительная литература

3. Кривошеев С.В. Комплекс лабораторных и практических работ по

- инерциальным навигационным системам. Казань, 2016.-171 с. (171 стр. 10, 5п.л.). – Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2838/799.pdf/index.html>
4. Матвеев В.В. Инерциальные навигационные системы / Учебное пособие. – Тула. Изд-во ТулГУ, 2012, 199с. <http://www.twirpx.com/file/1102702/>
5. Коваленко В.В., Лысов А.Н. Малогабаритная инерциальная система / Учебное пособие. Челябинск. Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 53 с. <http://instrcon.susu.ac.ru/MIS.pdf>
6. Матвеев В.В., Распопов В.Я. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем. – СПб: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ Электроприбор», 2009. – 280с. <http://www.twirpx.com/file/1102702/>
7. Горенштейн И. А. и Шульман И. А. Инерциальные навигационные системы. -М., «Машиностроение»,1970. – 231с (4 экз.).
8. Ишлинский А.Ю. Ориентация, гироскопы и инерциальная навигация. – М.: «Наука», 1976. – 670 с. (10 экз.).
9. Самолетные навигационные системы. Под ред. канд. техн. наук В. Ю. Поляка. –М., Воениздат, 1973. – 462с. (5 экз.)
10. Бромберг П. В. Теория инерциальных систем навигации. М.: Наука, 1979. – 296 с. (3 экз.).
11. Броксмейер Ч. Ф. Системы инерциальной навигации. Л.: Судостроение, 1967, 280 с. http://www.alib.ru/5_broksmejer_ch_f_sistemy_inercialnmoj_navigacii_w1t2289d338a557ecff3a5932fdb38c6b4175bd.html
12. Слив, Э.И. Прикладная теория инерциальной навигации. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2002. — 132 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/43762>

3.2 Информационное обеспечение дисциплины (модуля)

3.2.1 Основное информационное обеспечение

- 1 Кривошеев С.В. Инерциальные системы навигации полуаналитического типа. [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. В. Кривошеев ; КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева. - Электрон. дан. - Казань, 2015. - 34 с. (34стр., 2 п.л.) –Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2666/956.pdf/index.html>
2. Кривошеев С.В., Кривохижин С.А. Формирование модели вычислителя параметров движения для исследования режимов работы ИНС / Методическое указание к лабораторной работе. Казань, 2014. – 16с. (10 экз.). <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2289/369.pdf/index.html>
3. Кривошеев С.В., Кривохижин С.А. Исследование вертикального канала инерциальной навигационной системы / Методическое указание к лабораторной работе. Казань, 2014. – 6 с. (10 экз.).

<http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2286/366.pdf/index.html>

4. Кривошеев С.В., Кривохижин С.А. Формирование модели двухканальной инерциальной навигационной системы и исследование режимов работы / Методическое указание к лабораторной работе. Казань, 2014. – 12 с. (10 экз.).

<http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2288/368.pdf/index.htm>

5. Кривошеев С.В., Кривохижин С.А. Формирование модели трехканальной инерциальной навигационной системы и исследование режимов работы / Методическое указание к лабораторной работе. Казань, 2014. – 12 с. (10 экз.).

<http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2287/367.pdf/index.html>

6. Электронный конспект лекций по дисциплине «Инерциальные навигационные системы». Казань 2016. Студенческий сайт.

3.3 Кадровое обеспечение

3.3.1 Базовое образование

Высшее образование в предметной области систем управления движением и навигация 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 навигация и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины