

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Юнаков Л. П.
 (подпись) ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ НАВЕДЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки 24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники

Специализация/профиль/программа подготовки Проектная баллистика ракет и космических систем

Уровень высшего образования Специалистет

Форма обучения Очная

Факультет А Ракетно-космической техники

Выпускающая кафедра А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Кафедра-разработчик рабочей программы А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ _____

Петрова Ирина Леонидовна, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ НАВЕДЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-6 — способность разрабатывать физические и математические модели объектов космических и ракетно-транспортных систем, и процессов их управления
ПСК-4 — способность определять назначения системы управления БПЛА
ПСК-5 — способность разрабатывать структуры систем управления БПЛА
ПСК-6 — способность разрабатывать и исследовать алгоритмы функционирования системы управления БПЛА

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-6

знания:

на уровне представлений:

- знать назначение и задачи систем управления и наведения летальных и космических аппаратов;
- знать принципы и математические модели систем наведения и стабилизации летательных и космических аппаратов различных типов;
- знать области применения; задачи типовых систем управления и наведения летательных и космических аппаратов различных типов;

на уровне воспроизведения и понимания:

- знать назначение и задачи систем управления и наведения летальных аппаратов;
- знать принципы и математические модели систем наведения и стабилизации летательных аппаратов различных типов;
- знать методы расчета, исследования и прогнозирования параметров систем наведения летательных аппаратов;
- знать требования, предъявляемые к системам управления и наведения летальных аппаратов;
- знать основные этапы и задачи проектирования систем управления и наведения летальных аппаратов;
- знать области применения; задачи, состав и особенности построения и функционирования типовых систем управления и наведения летательных аппаратов различных типов;
- знать принципы формирования законов управления и стабилизации летательных и космических аппаратов различных типов;

умения:

теоретически и практически уметь –

- уметь классифицировать системы управления и наведения летальных аппаратов;
- составлять математические модели систем управления и наведения летальных аппаратов;
- уметь выбирать и конкретизировать соответствующую задаче исследования модель (уравнения) управляемого движения летательных аппаратов;
- уметь использовать методические приемы упрощения моделей движения летательных аппаратов различных типов;

навыки:

иметь навыки и владеть –

- основными методами анализа и синтеза систем управления и наведения летальных аппаратов различных типов.

ПСК-4

знания:

на уровне представлений:

- знать назначение и задачи систем управления и наведения летальных и космических аппаратов;
- знать принципы и математические модели систем наведения и стабилизации летательных и космических аппаратов различных типов;
- знать области применения; задачи типовых систем управления и наведения летательных и космических аппаратов различных типов;

на уровне воспроизведения и понимания:

- знать назначение и задачи систем управления и наведения летальных аппаратов;
- знать принципы и математические модели систем наведения и стабилизации летательных аппаратов различных типов;
- знать методы расчета, исследования и прогнозирования параметров систем наведения летательных аппаратов;
- знать требования, предъявляемые к системам управления и наведения летальных аппаратов;
- знать основные этапы и задачи проектирования систем управления и наведения летальных аппаратов;
- знать области применения; задачи, состав и особенности построения и функционирования типовых систем управления и наведения летательных аппаратов различных типов;

- знать принципы формирования законов управления и стабилизации летательных и космических аппаратов различных типов;

умения:

теоретически и практически уметь –

- уметь классифицировать системы управления и наведения летательных аппаратов;

- составлять математические модели систем управления и наведения летательных аппаратов;

- уметь выбирать и конкретизировать соответствующую задаче исследования модель (уравнения) управляемого движения летательных аппаратов;

- уметь использовать методические приемы упрощения моделей движения летательных аппаратов различных типов;

навыки:

иметь навыки и владеть –

- основными методами анализа и синтеза систем управления и наведения летательных аппаратов различных типов.

ПСК-5

знания:

на уровне представлений:

- знать назначение и задачи систем управления и наведения летательных и космических аппаратов;

- знать принципы и математические модели систем наведения и стабилизации летательных и космических аппаратов различных типов;

- знать области применения; задачи типовых систем управления и наведения летательных и космических аппаратов различных типов;

на уровне воспроизведения и понимания:

- знать назначение и задачи систем управления и наведения летательных аппаратов;

- знать принципы и математические модели систем наведения и стабилизации летательных аппаратов различных типов;

- знать методы расчета, исследования и прогнозирования параметров систем наведения летательных аппаратов;

- знать требования, предъявляемые к системам управления и наведения летательных аппаратов;

- знать основные этапы и задачи проектирования систем управления и наведения летательных аппаратов;

- знать области применения; задачи, состав и особенности построения и функционирования типовых систем управления и наведения летательных аппаратов различных типов;

- знать принципы формирования законов управления и стабилизации летательных и космических аппаратов различных типов;

умения:

теоретически и практически уметь –

- уметь классифицировать системы управления и наведения летательных аппаратов;

- составлять математические модели систем управления и наведения летательных аппаратов;

- уметь выбирать и конкретизировать соответствующую задаче исследования модель (уравнения) управляемого движения летательных аппаратов;

- уметь использовать методические приемы упрощения моделей движения летательных аппаратов различных типов;

навыки:

иметь навыки и владеть –

- основными методами анализа и синтеза систем управления и наведения летательных аппаратов различных типов.

ПСК-6

знания:

на уровне представлений:

- знать назначение и задачи систем управления и наведения летательных и космических аппаратов;

- знать принципы и математические модели систем наведения и стабилизации летательных и космических аппаратов различных типов;

- знать области применения; задачи типовых систем управления и наведения летательных и космических аппаратов различных типов;

на уровне воспроизведения и понимания:

- знать назначение и задачи систем управления и наведения летательных аппаратов;

- знать принципы и математические модели систем наведения и стабилизации летательных аппаратов различных типов;

- знать методы расчета, исследования и прогнозирования параметров систем наведения летательных аппаратов;

- знать требования, предъявляемые к системам управления и наведения летательных аппаратов;

- знать основные этапы и задачи проектирования систем управления и наведения летательных аппаратов;

- знать области применения; задачи, состав и особенности построения и функционирования типовых систем управления и наведения летательных аппаратов различных типов;

- знать принципы формирования законов управления и стабилизации летательных и космических аппаратов различных типов;

умения:

теоретически и практически уметь –

- уметь классифицировать системы управления и наведения летальных аппаратов;

- составлять математические модели систем управления и наведения летальных аппаратов;

- уметь выбирать и конкретизировать соответствующую задаче исследования модель (уравнения) управляемого движения летательных аппаратов;

- уметь использовать методические приемы упрощения моделей движения летательных аппаратов различных типов;

навыки:

иметь навыки и владеть –

- основными методами анализа и синтеза систем управления и наведения летальных аппаратов различных типов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СИСТЕМЫ НАВЕДЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.04 *Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, АЭРОДИНАМИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ТАУ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БАЛЛИСТИКА, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДИНАМИКЕ ПОЛЕТА, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА (ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ НАВЫКОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ), ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен проводить системный и критический анализ мировых достижений в области ракетостроения и космической техники, тенденций развития навигационно-баллистического обеспечения применения космической техники
- ОПК-6 — Способен разрабатывать физические и математические модели объектов космических и ракетно-транспортных систем, и процессов их управления
- ОПК-7 — Способен проводить экспериментальные исследования в области аэробаллистики, организовывать проведение научных космических исследований и разработок, а также представлять и аргументированно защищать полученные результаты
- ПСК-2 — Способен разрабатывать методики исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов
- ПСК-5 — Способен разрабатывать структуры систем управления БПЛА
- ПСК-6 — Способен разрабатывать и исследовать алгоритмы функционирования системы управления БПЛА
- УК-6 — Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-6	ПСК-4	ПСК-5	ПСК-6
4	7	Раздел 1. Введение. 1.1. Цели и задачи курса. Назначение и задачи систем наведения, инерциальных навигационных систем летательных и космических аппаратов. 1.2. Классификация систем наведения, инерциальных навигационных систем требования, предъявляемые к системам управления и наведения, к инерциальным навигационным системам.	12	7	4	3	5	10	10	10	10
4	7	Раздел 2. Динамика систем телеуправления. 2.1. Классификация. Методы телеуправления. Принципы формирования законов управления и стабилизации. 2.2. Состав и особенности построения и функционирования систем телеуправления различных типов летательных аппаратов; Расчет кинематической траектории. 2.3. Функциональная схема командной системы телеуправления при наведении по методу трех точек. 2.4. Структурная схема командной системы телеуправления в вертикальной плоскости при наведении по методу трех точек. 2.5. Математические модели элементов системы телеуправления. Нелинейная и линейная математические модели командной системы телеуправления 1-го вида при наведении по методу трех точек, особенности их исследования. 2.6. Особенности системы телеуправления при наведении по лучу.	44	20	14	6	24	45	45	45	45
4	7	Раздел 3. Динамика систем самонаведения. 3.1. Классификация. Методы самонаведения. Принципы формирования законов управления и стабилизации. 3.2. Состав и особенности построения и функционирования систем самонаведения летательных аппаратов различных типов. 3.3. Расчет кинематической траектории наведения. Способы формирования сигнала ошибки наведения. 3.4. Функциональная и структурная схемы системы самонаведения в вертикальной плоскости при наведении по методу пропорциональной навигации. 3.5. Головки самонаведения: со следящим приводом, с гироскопической стабилизацией. 3.6. Нелинейная и линейная модели системы самонаведения в вертикальной плоскости при наведении по методу пропорциональной навигации. 3.7. Основные особенности процесса самонаведения. 3.8. Анализ устойчивости и точности систем самонаведения.	52	24	16	8	28	45	45	45	45
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	100	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение.	Математические модели систем стабилизации ЛА.	3
2	Раздел 2. Динамика систем телеуправления.	Математическая модель командной системы телеуправления при наведении по методу трех точек	6
3	Раздел 3. Динамика систем самонаведения.	Математическая модель системы самонаведения при наведении по методу пропорциональной навигации	8
Всего за 7 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практической работе № 1	5
2	Раздел 2. Динамика систем телеуправления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практической работе № 2	24
3	Раздел 3. Динамика систем	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практической	28

самонаведения.	работе № 3	
Всего за 7 семестр		57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7				ВРЗД		ДР			ВРЗД, Отч. по ПЗ	ДР						ДР	ВРЗД, Отч. по ПЗ

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВРЗД – вопросы по разделу;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. И. Л. Петрова, О. А. Толпегин. . Исследование динамики систем управления летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 50 экз.
2. О. А. Толпегин, В. М. Кашин, В. Г. Новиков. . Математические модели систем наведения ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 50 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Автоматизация процессов управления;
2. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <http://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
4. <http://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. <http://www.tnt-ebook.ru> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1;
2. Microsoft Office;
3. MATLAB R 2015a.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. образцы РКТ;
2. Matlab 2015a SP1;
3. Microsoft Office;
4. MATLAB R 2015a.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **СИСТЕМЫ НАВЕДЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению **24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники**. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-6 способность разрабатывать физические и математические модели объектов космических и ракетно-транспортных систем, и процессов их управления;

ПСК-4 способность определять назначения системы управления БПЛА;

ПСК-5 способность разрабатывать структуры систем управления БПЛА;

ПСК-6 способность разрабатывать и исследовать алгоритмы функционирования системы управления БПЛА.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами построения систем наведения летательных и космических аппаратов, методами анализа и синтеза этих систем. Задача дисциплины – научить методам составления математических моделей движения летательных аппаратов различных классов с учетом динамических свойств элементов систем наведения, выбирать параметры систем наведения, обеспечивающие устойчивость, требуемое качество и точность работы этих систем.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Введение.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практической работе № 1	И. Л. Петрова, О. А. Толпегин. . Исследование динамики систем управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (Введение, Практические работы №1-№4) О. А. Толпегин, В. М. Кашин, В. Г. Новиков. . Математические модели систем наведения ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Введение, 1.1, 4.1)	5
Итого по разделу 1		5
Раздел 2. Динамика систем телеуправления.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практической работе № 2	О. А. Толпегин, В. М. Кашин, В. Г. Новиков. . Математические модели систем наведения ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Часть I. СИСТЕМЫ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ) И. Л. Петрова, О. А. Толпегин. . Исследование динамики систем управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (Практическая работа №5)	24
Итого по разделу 2		24
Раздел 3. Динамика систем самонаведения.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практической работе № 3	О. А. Толпегин, В. М. Кашин, В. Г. Новиков. . Математические модели систем наведения ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Часть II. СИСТЕМЫ САМОНАВЕДЕНИЯ) И. Л. Петрова, О. А. Толпегин. . Исследование динамики систем управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (Практическая работа №6)	28
Итого по разделу 3		28

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы по разделу;
- отчет по практическому заданию;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы по разделу

Контрольные вопросы для подготовки к экзамену

Раздел 1. Введение.

- 1.1 Назначение и задачи систем наведения.
- 1.2 Назначение и задачи инерциальных навигационных систем летательных и космических аппаратов.
- 1.3 Классификация систем наведения.
- 1.4 Классификация, инерциальных навигационных систем ЛА.
- 1.5 Требования, предъявляемые к системам управления и наведения ЛА.
- 1.6 Требования, предъявляемые к инерциальным навигационным системам.

Раздел 2. Динамика систем телеуправления.

- 2.1 Общая характеристика систем телеуправления.
- 2.2 Системы телеуправления. Классификация.
- 2.3 Методы наведения телеуправляемых летательных аппаратов (ЛА).
- 2.4 Расчет кинематических траекторий наведения.
- 2.5 Командная система телеуправления первого вида (ТУ-1).
- 2.5 Командная система телеуправления второго вида (ТУ-2).
- 2.7 Система телеуправления по лучу.
- 2.8 Система телеуправления по лучу вращающегося ЛА.
- 2.9 Перекрестные связи между каналами управления и явление «скручивания» систем координат.
- 2.10 Математические модели элементов системы телеуправления.
- 2.11 Уравнения движения ЛА.
- 2.12 Система стабилизации.
- 2.13 Радиолокационные визиры.
- 2.14 Оптические визиры.
- 2.15 Устройство формирования команд.
- 2.16 Командная радиолиния управления.
- 2.17 Математические модели систем телеуправления.
- 2.18 Командная система ТУ-1 при наведении по методу трех точек.
- 2.19 Командная система ТУ-1 при наведении с использованием спрямляющих методов.
- 2.20 Система наведения по лучу с использованием метода трех точек.
- 2.21 Математическая модель системы наведения по лучу вращающегося ЛА.
- 2.22 Исследование динамики систем телеуправления.

Раздел 3. Динамика систем самонаведения (ССН).

- 3.1 Общая характеристика систем самонаведения.
- 3.2 Классификация ССН.
- 3.3 Методы самонаведения.
- 3.4 Расчет кинематических траекторий наведения.
- 3.5 Способы формирования сигнала ошибки наведения.
- 3.6 Функциональная схема системы самонаведения.
- 3.7 Математические модели головок самонаведения.
- 3.8 Классификация головок самонаведения (ГСН).
- 3.9 ГСН со следящим (негироскопическим) приводом.
- 3.10 ГСН с гироскопической стабилизацией.
- 3.11 Особенности оптических головок самонаведения.

- 3.12 Математические модели систем самонаведения.
- 3.13 Система самонаведения по методу пропорциональной навигации.
- 3.13 Система самонаведения по методу прямого наведения.
- 3.14 Особенности процесса самонаведения.
- 3.15 Исследование динамики систем самонаведения.
- 3.16 Оценка эффективности стрельбы ЗУР.
- 3.17 Показатели эффективности стрельбы.
- 3.18 Расчет вероятности поражения цели одной ракетой.
- 3.19 Расчет зон поражения и зон пуска

Отчет по практическому заданию

Допуск к практическому заданию (ПЗ) не требуется. Обучающийся обязан выполнять все ПЗ в срок, сдать их преподавателю согласно графику мероприятий межсессионного контроля.

ПЗ считается выполненным, если обучающийся полностью выполнил все задания, указанные в задании для ПЗ.

Отчет по ПЗ представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по ПЗ. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

При оформлении ПЗ требуется руководствоваться следующими рекомендациями:

Отчеты по ПЗ выполняются на листах бумаги формата А4.

На титульном листе указываются название дисциплины, тема ПЗ, фамилия и инициалы студента и преподавателя, номер группы, номер и вариант задания.

В начале описательной части излагается содержание, приводятся схема, математическая модель, исходные данные для расчетного варианта, метод решения.

Все вычисления проводятся подробно, сопровождаясь необходимыми пояснениями. Все вычисления заносятся в таблицы.

Табличные данные в соответствии с требованиями ПЗ представляются в виде графиков, условные обозначения и размерности откладываемых по осям величин указываются в принятых по ГОСТ сокращениях.

При выполнении расчетов с использованием ЭВМ нужно обязательно приводить распечатки (листинг) программ. Результаты машинного счета оформляются в виде приложения.

По каждому ПЗ обучающийся должен представить выводы на основании выполненных расчетов.

В случае, если оформление отчета и поведение обучающегося во время защиты соответствуют указанным требованиям, он получает максимальное количество баллов (5).

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от max (5) до min (3) являются:

- небрежное выполнение отчета по ПЗ,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),
- ответы не на все вопросы преподавателя по теме ПЗ.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала

Экзамен

Промежуточная аттестация по дисциплине проходит в форме экзамена.

Допуск к экзамену оформляется при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий.

Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он полностью ответил на вопросы экзаменационного билета и правильно ответил на 3 вопроса по содержанию курса.
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он полностью ответил на вопросы экзаменационного билета и правильно ответил на хотя бы на 2 вопроса по содержанию курса.
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не ответил ни на один вопрос экзаменационного билета.
- во всех других случаях обучающемуся выставляется оценка «удовлетворительно».

Альтернативой получения оценки «удовлетворительно», при условии полного выполнения обучающимися всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий, является сдача Теста. При правильном ответе хотя бы на 3 вопроса Тестовых заданий из 5, обучающийся получает оценку «удовлетворительно».

Экзаменационные билеты и Тестовые задания приведены в УМК по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %				НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-6	ПСК-4	ПСК-5	ПСК-6	
4	7	Раздел 1. Введение.	12	7	4	3	5	10	10	10	10	Вопросы по разделу, Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 2. Динамика систем телеуправления.	44	20	14	6	24	45	45	45	45	Вопросы по разделу, Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 3. Динамика систем самонаведения.	52	24	16	8	28	45	45	45	45	Вопросы по разделу, Отчет по практическому заданию
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	100	100	

Критерии оценивания

ОПК-6

Вопросы открытого типа:

№ 1 Напишите пропущенное слово:

При _____ радиолокации цель облучается радиосигналами, вырабатываемыми передатчиком, расположенным вне визира цели, а приемник радиолокационных сигналов находится в составе аппаратуры визира.

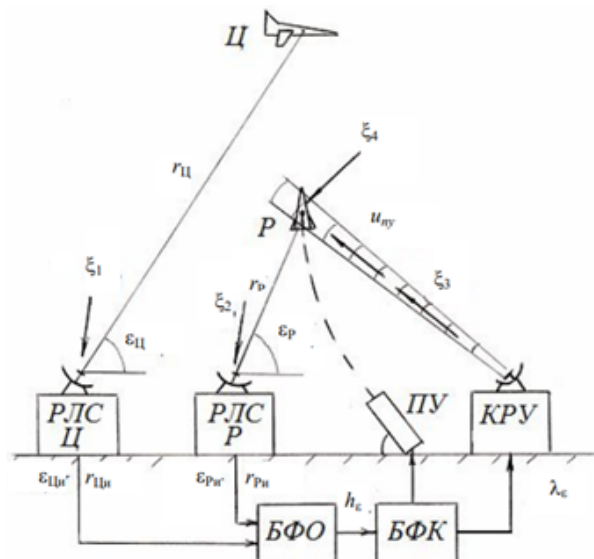
№ 2 Данная формула используется для определения...

$$h_{\varepsilon} = r_p (\varepsilon - \varepsilon_p)$$

№ 3 Ответ запишите в родительном падеже с маленькой буквы. Напишите пропущенные в определении слова с маленькой буквы через запятую без пробелов:

Устройство формирования _____ является вычислительным устройством, которое на основе _____ наведения и дополнительной информации вычисляет команды управления ракетой или _____, по которому должна двигаться ракета.

№ 4 Напишите в родительном падеже, функциональная схема какой системы изображена на рисунке:



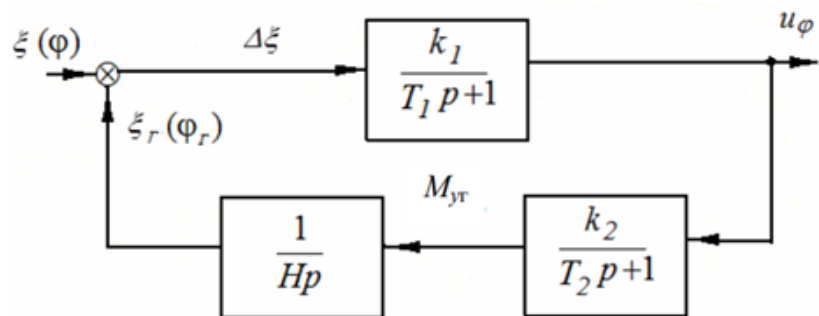
№ 5 Система стабилизации описывается следующей системой ДУ:

$$\begin{aligned} \frac{d\Delta\omega_{y1}}{dt} &= b_{11}\Delta\omega_{y1} + b_{12}\Delta\beta + b_{13}\Delta\delta_n, \\ \frac{d\Delta\varphi}{dt} &= \Delta\omega_{y1}, \quad \frac{d\Delta\psi}{dt} = b_{42}\Delta\beta, \\ \frac{d\delta_n}{dt} &= \frac{1}{T_{\text{РП}}} (k_{\text{РП}}\varepsilon_{\delta_n} - \Delta\delta_n), \\ \varepsilon_{\delta_n} &= k_y(u_{nz} - k_{\partial n z}\Delta n_z) - k_{\omega y}\Delta\omega_{y1}, \\ \Delta\beta &= \Delta\varphi - \Delta\psi, \quad \Delta n_z = -\frac{V}{g}b_{42}\Delta\beta = -\frac{V}{g}\frac{d\Delta\psi}{dt}. \end{aligned}$$

№ 6 Заданное значение какого параметра представляет собой сигнал управления? Для чего предназначена система стабилизации ЛА?

№ 7	В чем состоит принцип активной радиолокации?
№ 8	Напишите достоинства и недостатки КСТУ-2
№ 9	Как формируется команда управления в системах управления по лучу?
№ 10	Напишите достоинства и недостатки непрерывного монохроматического зондирующего сигнала РЛС
	<i>Вопросы закрытого типа:</i>
№ 1	Телеуправляемые ракеты – это....
	<ol style="list-style-type: none"> 1. ракеты, управление которыми осуществляется на расстоянии с помощью аппаратуры, расположенной на командном пункте управления 2. ракеты, которые управляются путем визуального контакта оператора с целью 3. ракеты, управление которыми осуществляется на расстоянии с помощью аппаратуры, расположенной на борту ЛА 4. ракеты, которыми управляют дистанционно на основе данных, полученных со спутника
№ 2	Системы телеуправления ракетами делятся на две группы:
	<ol style="list-style-type: none"> 1. командные системы телеуправления 1-го вида и командные системы телеуправления 2-го вида 2. командные системы и системы управления по лучу 3. КСТУ-1, КСТУ-2 и системы управления по лучу 4. командные системы и системы самонаведения
№ 3	Разработка систем наведения включает:
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выбор метода наведения. 2. Выбор состава измерительных средств. 3. Составление структурной схемы системы управления. 4. Составление математических моделей элементов структурной схемы и системы в целом. 5. Исследование системы наведения методами анализа и синтеза.
№ 4	Какие допущения применяются при расчете кинематической траектории наведения?
	<ol style="list-style-type: none"> 1. модули скоростей считаются известными функциями времени 2. ЛА движутся с постоянной скоростью 3. подъемная сила не учитывается 4. система управления ЛА считается идеальной, безынерционной 5. возмущения отсутствуют.
№ 5	Самонаведение – это...
	<ol style="list-style-type: none"> 1. один из методов управления по лучу 2. метод наведения, применяемый при наведении ракеты на неподвижную цель 3. процесс, при котором ракета выбирает свою цель самостоятельно, используя радиоволны 4. такой метод управления, при котором на борту ракеты измеряются параметры движения цели и формируются команды управления, обеспечивающие наведение ракеты на цель.
№ 6	По типу используемой энергии и длине волны ГСН подразделяются на:

1. акустические, оптические, тепловые, радиолокационные
 2. активные, пассивные, полуактивные
 3. активные, акустические, подвижные, неподвижные
 4. неподвижные, подвижные
- № 7 По конструктивному исполнению ГСН подразделяются на:
1. ГСН с гироскопической стабилизацией, ГСН с негироскопической стабилизацией
 2. активные, пассивные, полуактивные
 3. акустические, оптические, подвижные, неподвижные
 4. неподвижные, подвижные
- № 8 Преимущества ГСН с гироскопической стабилизацией:
1. достаточная сложность ГСН
 2. простота определения угловой скорости вращения линии визирования
 3. высокая чувствительность
 4. отсутствие влияния угловых движений ракеты на работу ГСН благодаря трехстепенному подвесу гироскопа
- № 9 Структурная схема какого устройства, входящего в систему управления ракеты изображена на рисунке?



1. ГСН с гироскопической стабилизацией
 2. ГСН с негироскопической стабилизацией
 3. Оптическая ГСН
 4. ГСН со следящим приводом
- № 10 Выбрать уравнения трёхточечных методов наведения:
- 1.

$$\varepsilon = \varepsilon_{Ц} + A_{\varepsilon} \Delta r$$

2.

$$\frac{dr}{dt} = V \cos(\Theta - \varepsilon)$$

3.

$$\chi = \chi_{\text{Ц}} + A_{\chi} \Delta r$$

4.

$$\frac{d\varphi_{\Gamma}}{dt} = \frac{1}{H} M_{\text{упр}}$$

ПСК-4

Вопросы открытого типа:

№ 1 Напишите пропущенные слова с маленькой буквы через запятую:

Назначение _____ привода сводится к вращению платформы таким образом, чтобы ось ОХГ ГСН была направлена на цель, т. е. ГСН должна отслеживать угол _____ цели.

№ 2 Какие ГСН не могут измерять наклонную дальность цели?

№ 3 О каких ССН идет речь?

В этих ССН используются видимые лучи. Такие системы строятся на основе телевизионных, оптических и лазерных устройств. Их отличают очень высокие точность и разрешающая способность, особенно характерные для лазерных устройств. Однако работоспособность таких систем еще более зависит от метеорологических.

№ 4 Система из скольких уравнений при всех заданных параметрах определяет единственную траекторию движения осесимметричного ЛА с аэродинамическим управлением в пространстве, рассматриваемого как твердое тело?

В ответе напишите число.

№ 5 Какие этапы включает в себя разработка систем наведения?

№ 6 На какие классы подразделяются подвижные ГСН?

№ 7 Какие задачи выполняет ГСН?

№ 8 Запишите достоинства системы «сопровождения через ракету»?

№ 9 Запишите недостатки системы «сопровождения через ракету»?

№ 10 Запишите достоинства КСТУ-2, в сравнении с КСТУ-1.

Вопросы закрытого типа:

№ 1 Какие уравнения характеризуют динамику ГСН с гироскопической стабилизацией?

1.

$$\frac{du_{\varphi}}{dt} = \frac{1}{T_1} (k_1 (\varphi - \varphi_{\Gamma}) - u_{\varphi})$$

2.

$$\frac{d\delta_{\text{в}}}{dt} = \frac{1}{T_{\text{РП}}} \{ k_{\text{РП}} [k_y (u - k_{\text{ДЛУ}} n_y) - k_{\text{ДГ}} \omega_{z1}] - \delta_{\text{в}} \}$$

3.

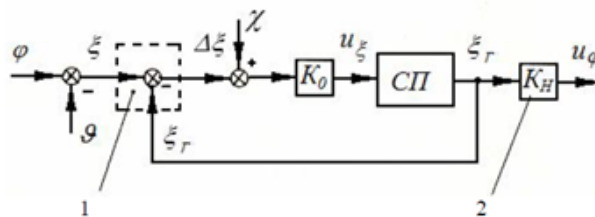
$$\frac{dM_{\text{упр}}}{dt} = \frac{1}{T_2} (k_2 u_{\varphi} - M_{\text{упр}})$$

4.

$$\frac{d\varphi_{\Gamma}}{dt} = \frac{1}{H} M_{\text{упр}}$$

- № 2 Установите соответствие:
- А. КСТУ-1
- Б. КСТУ-2
1. Координаты цели измеряются устройствами, размещенными на КПУ. Выработка команд управления осуществляется наземным КПУ
2. Координаты цели измеряются бортовым координатором ЛА с последующей передачей их на КПУ. Выработка команд осуществляется наземным КПУ
- № 3 Какой вид командных систем управления осуществляет «сопровождение через ракету»:
1. КСТУ-1, и КСТУ-2
2. КСТУ-1
3. КСТУ-2
4. Нет правильного ответа
- № 4 Достоинствами КСТУ-2 являются высокая точность наведения, независимость точности наведения от дальности стрельбы, есть возможность селекции и распознавания целей.
- 1.Верно
- 2.Неверно
- № 5 Какими углами определяется взаимное положение сферической и неподвижной земной СК?
1. Углами Эйлера-Крылова
2. Углами места и азимута
3. Углами скольжения и атаки
4. Углами возвышения и наклона траектории
- № 6 Параметр рассогласования – это...
1. Мера отклонения реальной траектории движения ракеты от кинематической траектории, определяемой методом наведения.
2. Величина, которая показывает количество расхода топлива у ракеты во время полета.
3. Характеристика, отвечающая за точность наведения ракеты на цель в условиях плохой видимости.
4. Нет правильного ответа
- № 7 Системы самонаведения в зависимости от места расположения первичного источника электромагнитного излучения различают:
- 1.активные
- 2.полуактивные
- 3.акустические
4. оптические
- 5.пассивные
6. комбинированные
- № 8 Активные ССН не обладают полной автономией управления
1. Верно

2. Неверно
 № 9 Неподвижные ГСН применяются на малогабаритных ракетах.
 1. Верно
 2. Неверно
 № 10 Структурная схема какого устройства представлена на рисунке?



1. ГСН со следящим приводом.
 2. ГСН с гироскопической стабилизацией
 3. РЛС
 4. Датчик угла
 5. Акселерометр.

ПСК-5

Вопросы открытого типа:

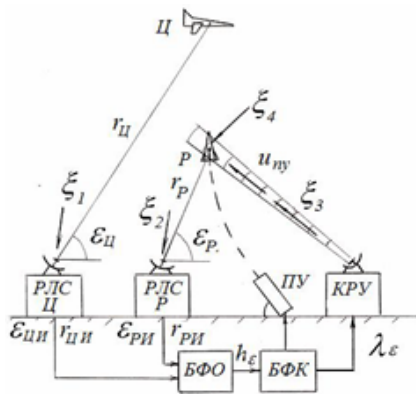
№ 1 Основные вопросы, которые включает в себя разработка систем наведения.

(Написать самостоятельно.)

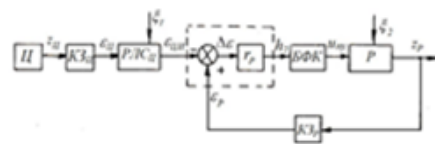
№ 2 Перечислите текущие координаты Ц и ЛА, которые определяются РЛС сопровождения в пространстве.

№ 3 Может ли отсутствовать система стабилизации крена в системах телеуправления по лучу?

№ 4 Схема какой системы изображена на рисунке?



№ 5 Схема какой системы изображена на рисунке?



№ 6 Напишите в именительном падеже, метод наведения, о котором идет речь:

В настоящее время наибольшее распространение получил _____. Это связано с тем, что сигнал, пропорциональный

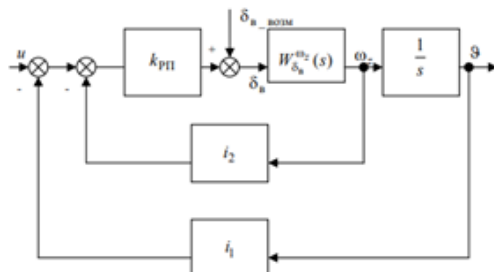
$\dot{\phi}$

несет информацию о промахе ЛА, который характеризует точность ее наведения на цель.

№ 7 Какой вид радиолокации изображен на рисунке? (Написать самостоятельно. Слово «радиолокация» не записывать)



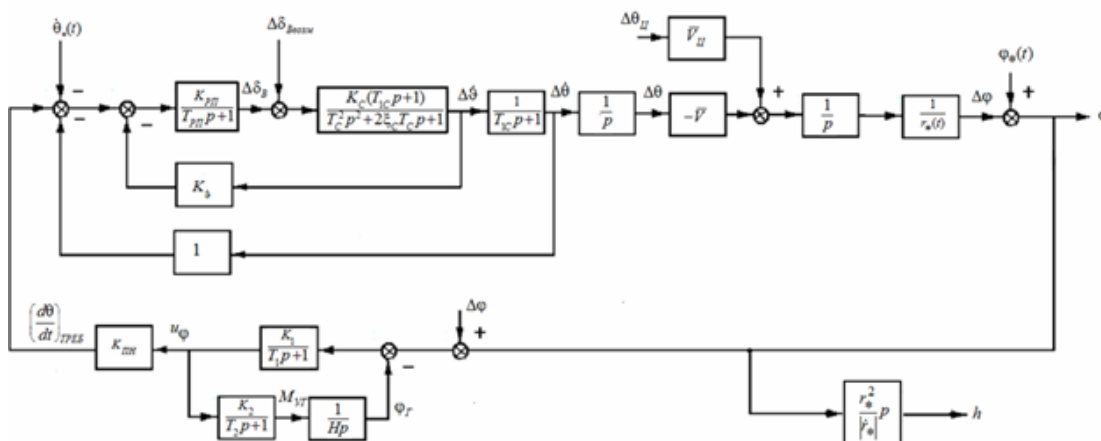
№ 8 Дополните предложение:



На рисунке изображена система стабилизации _____.

№ 9 Какое устройство используется для измерения $d\Theta/dt$ в методе пропорциональной навигации? (написать самостоятельно.)

№ 10 Структурная схема какой системы изображена на рисунке. Указать метод наведения, если по структурной схеме это возможно определить.



Вопросы закрытого типа:

№ 1 Основные вопросы, которые включает в себя разработка систем наведения.

(Выбрать верные варианты.)

1. Выбор метода наведения
2. Выбор состава измерительных средств.
3. Составление структурной схемы системы управления.
4. Составление математических моделей элементов структурной схемы и системы в целом.
5. Исследование метода наведения методами анализа и синтеза.

№ 2 В каких системах телеуправления необходима система стабилизации угла крена?

(Выбрать верный ответ.)

1. В командных системах телеуправления 1-го вида, для правильного выполнения команд, передаваемых с командного пункта управления на борт ЛА, необходимо обеспечить совпадение осей

системы координат на станции наведения и на борту ЛА. Это осуществляется обычно с помощью системы стабилизации угла крена.

2. В командных системах телеуправления 2-го вида координатор цели устанавливается на борту ЛА. Он осуществляет слежение за целью и определение ее текущих координат относительно осей, связанных с ЛА. Это осуществляется обычно с помощью системы стабилизации угла крена.

3. В системах телеуправления, содержащих в своем составе ГСН.

4. В системах телеуправления по лучу, если на борту ЛА имеется система измерения углов ориентации осей связанной системы координат и передачи их в блок формирования команды управления.

5. В системах телеуправления по лучу обычно требуется обеспечить стабилизацию угла крена, так как необходимо совместить оси СК, связанные с лучом, с осями Р.

№ 3 Сколько уравнений не входят в систему уравнений для расчета кинематической траектории наведения?

1.

$$\frac{dr}{dt} = V \cos \Theta \cos(\psi - \chi) \cos \varepsilon + V \sin \Theta \sin \varepsilon$$

2.

$$r \frac{d\varepsilon}{dt} = -V \cos \Theta \cos(\psi - \chi) \sin \varepsilon + V \sin \Theta \cos \varepsilon$$

3.

$$\frac{dr_{ij}}{dt} = V_{ij} \cos \Theta \cos(\psi_{ij} - \chi_{ij}) \cos \varepsilon_{ij} + V_{ij} \sin \Theta_{ij} \sin \varepsilon_{ij}$$

4.

$$\varepsilon = \varepsilon_{ij} + A_{\varepsilon} \Delta \chi_{\varepsilon}$$

5.

$$\frac{du_{\varphi}}{dt} = \frac{1}{T_1} (k_1 (\varphi - \varphi_{\Gamma}) - u_{\varphi})$$

№ 4 Какое/какие уравнение/я не входит/дят в систему уравнений для расчета кинематической траектории наведения? (Выбрать)

1.

$$\frac{dr}{dt} = V \cos \Theta \cos(\psi - \chi) \cos \varepsilon + V \sin \Theta \sin \varepsilon$$

2.

$$r \frac{d\varepsilon}{dt} = -V \cos \Theta \cos(\psi - \chi) \sin \varepsilon + V \sin \Theta \cos \varepsilon$$

3.

$$\frac{dr_{ij}}{dt} = V_{ij} \cos \Theta \cos(\psi_{ij} - \chi_{ij}) \cos \varepsilon_{ij} + V_{ij} \sin \Theta_{ij} \sin \varepsilon_{ij}$$

4.

$$\varepsilon = \varepsilon_{ij} + A_{\varepsilon} \Delta \chi_{\varepsilon}$$

5.

$$\frac{du_{\varphi}}{dt} = \frac{1}{T_1} (k_1 (\varphi - \varphi_r) - u_{\varphi})$$

№ 5 Запишите количество верных утверждений.

1. Радиолокационные визиры определяют сферические координаты цели.
2. В случае необходимости, по измерениям сферических координат цели, можно определить высоту полета цели.
3. Радиолокационные визиры определяют координаты относительного движения цели.
4. Радиолокационные визиры определяют координаты местоположения цели в земной СК.
5. В случае необходимости, по измерениям местоположения цели радиолокационными визирами в земной СК, можно определить координаты цели в связанной системе координат.
6. В случае необходимости, по измерениям сферических координат цели, можно определить координаты местоположения цели в земной СК.

№ 6 Запишите номера ответов верных утверждений.

1. Радиолокационные визиры определяют сферические координаты цели.
2. В случае необходимости, по измерениям сферических координат цели, можно определить высоту полета цели.
3. Радиолокационные визиры определяют координаты относительного движения цели.
4. Радиолокационные визиры определяют координаты местоположения цели в земной системе координат.
5. В случае необходимости, по измерениям местоположения цели радиолокационными визирами в земной системе координат, можно определить координаты цели в связанной системе координат.
6. В случае необходимости, по измерениям сферических координат цели, можно определить координаты местоположения цели в земной системе координат.

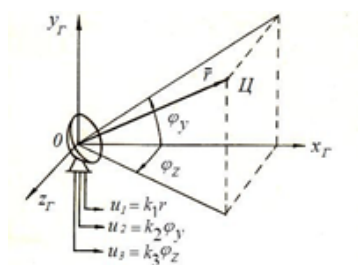
№ 7 Верно ли утверждение?

Для реализации прямого метода наведения нужна информация об угле пеленга цели ?

1. Да
2. Нет

№ 8 Верно ли утверждение?

Все ГСН могут измерять наклонную дальность цели r



1. Да
2. Нет

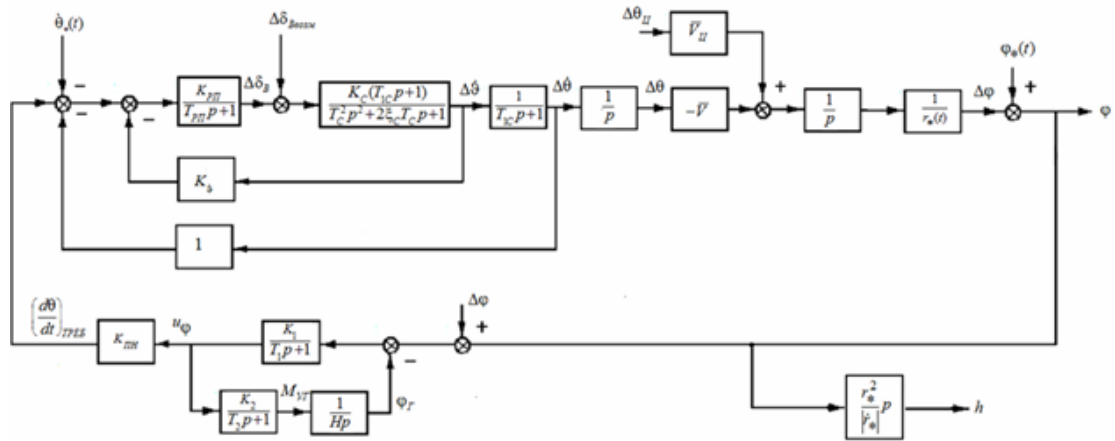
№ 9 Верно ли утверждение?

Для реализации прямого метода наведения нужна информация об угловой скорости линии визирования цели?

1. Да

2. Нет

№ 10 Структурная схема какой системы изображена на рисунке? (Выбрать верный вариант ответа.)



1. Структурная схема линейной системы ССН по методу пропорциональной навигации с ГСН с гироскопической стабилизацией.
2. Структурная схема линейной системы ССН по методу пропорциональной навигации с ГСН со следящим приводом.
3. Структурная схема нелинейной системы ССН по методу пропорциональной навигации с ГСН с гироскопической стабилизацией.
4. Структурная схема линейной системы ТУ по методу пропорциональной навигации.
5. Структурная схема нелинейной системы телеуправления по лучу.

ПСК-6

Вопросы открытого типа:

№ 1

Для поражения целей на каких дальностях используются командные системы телеуправления?

(Выбрать и записать в верном падеже, через запятую наиболее полный ответ).

Командные системы телеуправления используются для поражения целей на:

Большие, средние, высокие, нестандартные, малые, слабые, нулевые, низкие, значительные, важные.

№ 2

Какая система координат, связанная с лучом, используется при наведении ЛА по лучу в пространстве?

(Написать самостоятельно)

№ 3

Возмущенное движение вокруг _____ оси называется движением _____, возмущенное движение ЛА вокруг _____ оси называется движением _____.

Выбрать понятия из предложенных ниже, соответствующие определению и расставить их в правильном порядке, чтобы получилось верное определение.

Тангажа, рыскания, крена, перегрузки, продольной, вертикальной, поперечной, связанной со скоростью ЛА.

- № 4 Какое движение ЛА называется "движением крена"?
- № 5 Напишите допущения, используемые при расчете траектории БПЛА.
- № 6 Какой метод наведения называется «методом погони»?
- № 7 Перечислите 6 методов самонаведения.
- № 8 Что происходит с ЛА в момент прекращения нормальной работы ГСН?
- № 9 Какие функции выполняет головка самонаведения (ГСН)?
- № 10 Запишите блоки уравнений, которые входят в линейную математическую модель КСТУ.

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Перечислить методы наведения телеуправляемых летательных аппаратов.

(Выбрать наиболее полный ответ.)

1.

- Метод трех точек;
- метод наведения с постоянным упреждением;
- метод половинного спрямления;
- метод полного спрямления.

2.

- Метод прямого наведения;
- метод прямого наведения с постоянным упреждением;
- метод двух точек.

3.

- Метод погони;
- метод погони с постоянным упреждением;
- метод пропорциональной навигации.

4.

- Метод параллельного сближения;
- метод двух точек;
- метод трех точек.

5.

- Метод трех точек;
- метод погони;
- метод половинного спрямления;
- метод полного спрямления.

- № 2 При исследовании контура управления угловым движением ЛА в вертикальной плоскости используются следующие передаточные функции:

(выбрать из предложенных).

1.

$$W_{\delta\omega}^{\omega}(s) = \frac{\Delta\omega_{\delta}(s)}{\Delta\delta_{\omega}(s)} = \frac{k_{\omega}(T_1s+1)}{T_c^2s^2+2\zeta_cT_cs+1},$$

2.

$$W_{\dot{\omega}}^{\omega}(s) = \frac{\Delta \omega(s)}{\Delta \delta_H(s)} = \frac{k(T_1 s + 1)}{T^2 s^2 + 2\zeta T s + 1},$$

3.

$$W_{\omega}^{\psi}(s) = \frac{\Delta \psi(s)}{\Delta \omega(p)} = \frac{1}{T_1 s + 1},$$

4.

$$W_{\omega}^{\dot{\theta}}(s) = \frac{\Delta \dot{\theta}(s)}{\Delta \omega(s)} = \frac{1}{T_1 s + 1},$$

5.

$$W_{\omega}^{\dot{\theta}}(s) = \frac{\Delta \dot{\theta}(s)}{\Delta \omega(s)} = \frac{1}{T_1 s + 1},$$

№ 3

Выберите формулу, определяющую на практике ошибку наведения при использовании метода трех точек:

1.

$$h_z = r_p(\varepsilon_l - \varepsilon_p),$$

2.

$$h_z = R(t)(\chi_l - \chi_p),$$

3.

$$h_z = R(t)(\varepsilon_l - \varepsilon_p);$$

4.

$$h_z = r_p(\chi_l - \chi_p),$$

№ 4

Сколько уравнений из предложенных, определяют ошибку наведения при использовании метода трех точек ?

1.

$$h_z = r_p(t)[s(t) - s_p(t)] = r_p(t)[s(t) + A_z(t)\Delta r(t) - s_p(t)],$$

2.

$$h_z = R(t)(\varepsilon_l - \varepsilon_p);$$

3.

$$A_z(t) = -m \frac{\dot{\varepsilon}_l(t)}{\Delta r(t)};$$

4.

$$\Delta r(t) = r_H(t) - r_p(t).$$

№ 5

Выберите пункт, содержащий наиболее полные формулы для формирования команд управления в КСТУ-1:

1.

$$u_{\eta} = -k_1 \dot{h}_2 - k_2 \ddot{h}_2 + u_{\eta_{зад}},$$

$$u_{\omega} = -k_1 \dot{h}_1 - k_2 \ddot{h}_1 + u_{\omega_{зад}},$$

2.

$$\begin{aligned}\dot{\lambda}_\varepsilon &= k_{1\varepsilon}\dot{h}_\varepsilon + k_{2\varepsilon}\dot{h}_\varepsilon + \lambda_{\varepsilon 0} \omega_\varepsilon \\ \dot{\lambda}_Z &= -k_{1Z}\dot{h}_Z - k_{2Z}\dot{h}_Z + \lambda_{Z0} \omega_Z\end{aligned}$$

3.

$$\begin{aligned}\dot{\lambda}_\varepsilon &= k_{1\varepsilon}\dot{h}_\varepsilon + k_{2\varepsilon}\dot{h}_\varepsilon + k_{3\varepsilon}\ddot{h}_\varepsilon + \lambda_{\varepsilon 0} \omega_\varepsilon \\ \dot{\lambda}_Z &= -k_{1Z}\dot{h}_Z - k_{2Z}\dot{h}_Z + k_{3Z}\ddot{h}_Z + \lambda_{Z0} \omega_Z\end{aligned}$$

4.

$$\begin{aligned}\dot{\lambda}_\varepsilon &= k_{1\varepsilon}\dot{h}_\varepsilon + k_{2\varepsilon}\dot{h}_\varepsilon, \\ \dot{\lambda}_Z &= -k_{1Z}\dot{h}_Z - k_{2Z}\dot{h}_Z.\end{aligned}$$

5.

$$\begin{aligned}\dot{\lambda}_\varepsilon &= k_{1\varepsilon}\dot{h}_\varepsilon + k_{2\varepsilon}\dot{h}_\varepsilon, \quad \dot{\lambda}_Z = -k_{1Z}\dot{h}_Z - k_{2Z}\dot{h}_Z, \\ u_{\text{уп}} &= -k_{1y}\dot{h}_Z - k_{2y}\dot{h}_Z, \quad u_{\text{из}} = -k_{1y}\dot{h}_Z - k_{2y}\dot{h}_Z,\end{aligned}$$

№ 6

Какие уравнения определяют динамику контура стабилизации угла тангажа?

1.

$$\frac{d \delta_s}{dt} = \frac{1}{T_{\text{РП}_s}} (k_{\text{РП}_s} \varepsilon_{\delta_s} - \delta_s),$$

2.

$$\frac{d \delta_n}{dt} = \frac{1}{T_{\text{РП}_n}} (k_{\text{РП}_n} \varepsilon_{\delta_n} - \delta_n),$$

3.

$$\frac{d \delta_n}{dt} = \frac{1}{T_{\text{РП}_n}} (k_{\text{РП}_n} \varepsilon_{\delta_n} - \delta_n),$$

4.

$$\varepsilon_{\delta_s} = k_{y_s} (u_{\text{уп}} - k_{\omega_y} n_y) - k_{\omega_z} \omega_z,$$

№ 7

Каким образом моделируются ошибки измерений сигналов РЛС? (Выбрать верный ответ.)

1. Заданием дополнительных углов отклонения рулей.
2. В виде случайных функций с неизвестными статистическими свойствами.
3. В виде случайных функций с заданными статистическими свойствами.
4. Заданием дополнительных углов атаки и скольжения.
5. В виде дополнительных возмущающих моментов

№ 8

Выберите блоки уравнений, которые не входят в линейную математическую модель КСТУ.

1. Система уравнений движения ЛА.
2. Уравнения формирования команд управления.

3. Ограничения на углы отклонения рулей.
 4. Система уравнений динамики контуров стабилизации.
 5. Уравнения вычисления линейных отклонений.
 6. Кинематические уравнения, определяющие положение ЛА и цели относительно командного пункта управления.
 7. Уравнения, определяющие программу движения цели.
 8. Уравнения, учитывающие ошибки измерения с помощью РЛС координат движения ЛА и цели.
 9. Ограничения на входные управляющие сигналы.
- № 9 Какой метод наведения называется «методом погони»? (Выбрать верное утверждение.)
1. Вектор радиальной составляющей скорости ЛА всегда направлен на цель.
 2. Продольная ось ЛА направлена на цель.
 3. Угол упреждения выбирается пропорционально изменению угла наклона линии визирования.
 4. Метод наведения должен обеспечить постоянное значение угла наклона линии визирования цели.
 5. Вектор скорости ЛА всегда направлен на цель.
- № 10 Перечислите методы самонаведения. (Укажите пункт, содержащий наиболее полный ответ.)
1.
 - Метод трех точек;
 - метод наведения с постоянным упреждением;
 - метод половинного спрямления;
 - метод полного спрямления.
 2.
 - Метод прямого наведения,
 - метод двух точек,
 - метод прямого наведения с постоянным упреждением,
 - методом погони,
 - метод трех точек,
 - метод погони с постоянным упреждением,
 - метод пропорциональной навигации,
 - метод параллельного сближения,
 - метод четырех точек.
 3.
 - Метод прямого наведения,

- метод прямого наведения с постоянным упреждением,
- метод погони,
- метод погони с постоянным упреждением,
- метод пропорциональной навигации,
- метод параллельного сближения.

4.

- Метод прямого наведения,
- метод прямого наведения с постоянным упреждением,
- метод погони,
- метод погони с постоянным упреждением,
- метод пропорциональной навигации,
- метод параллельного сближения,
- Метод трех точек;
- метод наведения с постоянным упреждением;
- метод половинного спрямления;
- метод полного спрямления.

5.

- Метод прямого наведения,
- метод прямого наведения с постоянным упреждением,
- методом погони,
- метод пропорциональной навигации,
- метод параллельного сближения,
- метод наведения с постоянным упреждением;
- метод половинного спрямления;
- метод полного спрямления.