

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

Высшая школа электроники и
компьютерных наук

06.09.2017 Г. И. Радченко

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

дисциплины Б.1.34 Системы наведения летательных аппаратов
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, утверждённым 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,
к.техн.н., доц., доцент
(ученая степень, ученое звание,
должность)

06.09.2017
(подпись)

Г. В. Зырянов

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: изучить принципы построения, функционирования и проектирования систем управления (наведения) ЛА. Дать в систематизированном виде основные понятия и конкретные сведения по принципам и методам построения системам наведения (СН) современных летательных аппаратов атмосферного и баллистического типа

Задачи: Изучить назначение и особенности СН ЛА, их структуру и место в составе системы управления движением ЛА; рассмотреть теоретические основы различных методов наведения для ЛА различных классов; дать представление о приборах и аппаратных средствах систем наведения ЛА, методах и алгоритмах наведения и их реализации

Краткое содержание дисциплины

Общие понятия, сведения и представления о системах наведения (СН); место СН в составе СУ ЛА; задачи, решаемые СН; классификация СН; аппаратные средства СН. Методы наведения на цель. Основные кинематические уравнения методов наведения ЛА атмосферного типа. Методы прямого наведения, погони, преследования с упреждением, параллельного сближения и др. Принципы построения систем самонаведения. Системы телеуправления и система наведения с радиовизированием цели. Методы и алгоритмы наведения баллистических ракет (БР) и их головных частей (ГЧ). Общая характеристика и математическое содержание задач наведения. Принципы предварительного (функционального) и текущего программирования задач наведения БР. Основные сведения по методам программного (функционального) и терминального наведения. Принципы навигации и наведения по геофизическим полям. Обобщенные схемы корреляционно-экстремальных систем.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-4 способностью на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов - ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденцию развития их как объектов управления и тактики их применения	Знать: Основы методов функционального и терминального наведения БР
	Уметь: Осуществлять информационный поиск по тематике, связанной с алгоритмами и методами наведения БР
	Владеть: методами компьютерного моделирования алгоритмов наведения ЛА атмосферного типа
ОК-10 способностью самостоятельно применять методы и средства познания обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных с основной сферой профессиональной деятельности, развивать социальные и профессиональные компетенции, изменять вид и характер своей профессиональной деятельности	Знать: Суть и назначение изучаемой дисциплины, ее место среди других дисциплин, связанных с управлением траекторией движения ЛА, с навигацией, ориентацией и стабилизацией ЛА
	Уметь: применять полученные навыки по изучаемому предмету и ориентироваться в основных вопросах смежных дисциплин по их современному состоянию и перспективах их развития

	Владеть:современными методами, приемами и средствами поиска нужной информации по общим и конкретным вопросам в областях знаний, связанных с разработкой и моделированием СУ и СН ЛА
ОПК-5 способностью к освоению новых образцов программных, технических средств и информационных технологий	Знать:возможности и особенности использования современных математических пакетов применительно к исследованию различных методов наведения и управления ЛА атмосферного и баллистического типа
	Уметь:пользоваться основными возможностями современных вычислительных и имитационных пакетов при исследованиях динамических и точностных характеристик систем наведения ЛА
	Владеть:методами использования и правильной интерпретации результатов расчета и/или имитационного моделирования, полученных в результате компьютерных экспериментов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.31 Механика полета, Б.1.28 Устройство летательных аппаратов, Б.1.09.02 Математический анализ	Научно-исследовательская работа (10 семестр), Преддипломная практика (10 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Б.1.31 Механика полета	Базовые сведения по кинематике и динамике полета ЛА на атмосферном и безатмосферном участке траектории
Б.1.28 Устройство летательных аппаратов	Базовые сведения по конструкции ЛА атмосферного и баллистического типа
Б.1.09.02 Математический анализ	В объеме программы для технических вузов

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
		9
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия</i>	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды	16	16

аудиторных занятий (ПЗ)		
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	60	60
1. Конспектирование материалов по указанным (преподавателем) темам и их изучение; 2. Выполнение заданий на учебно-исследовательскую работу (УИРС)	39	39
Подготовка сообщения по результатам СРС	11	11
Подготовка к зачету	10	10
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Системы наведения летательных аппаратов (СН ЛА) как подсистемы в составе СУ ЛА; задачи, решаемые СН;	4	2	2	0
2	Принципы построения систем самонаведения, телеуправления и систем наведения с радиовизированием цели	2	2	0	0
3	Методы наведения на цель. Основные понятия, определения и кинематические уравнения методов наведения	2	2	0	0
4	Сравнение методов наведения на цель (погоны, прямого наведения, преследования с упреждением, параллельного сближения, пропорционального сближения, накрытия цели	4	2	2	0
5	Методы и алгоритмы наведения баллистических ракет (БР) и их головных частей (ГЧ). Особенности и характеристика этой группы методов. Показатели качества наведения СН БР и ГЧ	2	2	0	0
6	Ограничения на параметры движения БР и ГЧ. Условия оптимальности программ управления. Типовая постановка задачи наведения	4	2	2	0
7	Программы управления в функциональном (граничном) методе наведения: Содержание вопроса. Простейшие оптимальные программы угла тангажа БР.	2	2	0	0
8	Оптимальная программа управления полетом БР. Программы угла тангажа БР с учетом ограничений на параметры движения. Гибкие (параметрические) программы угла тангажа	4	2	2	0
9	Управление отделением ГЧ в функциональном (граничном) методе наведения: Содержание задачи управления и подходы к ее решению. Функционалы управления дальностью полета. Функционалы управления дальностью полета в кажущихся параметрах	4	2	2	0
10	Задача управления боковым отклонением точки падения ГЧ от точки прицеливания. Общая характеристика свойств функционального (граничного) метода наведения	2	2	0	0
11	Наведение по методу текущей требуемой скорости: Сущность метода текущей требуемой скорости. Метод требуемой скорости в варианте Q-системы	4	2	2	0
12	Наведение по методу конечной требуемой скорости: Сущность метода наведения. Алгоритмы метода наведения	2	2	0	0
13	Алгоритмы метода наведения по конечной скорости (продолжение). Общая характеристика свойств метода наведения по конечной требуемой скорости	2	2	0	0

14	Наведение по методу требуемых ускорений: Содержание метода. Варианты задания программ требуемых ускорений степенными полиномами. Анализ оптимальности программ управления.	4	2	2	0
15	Некоторые вопросы практического применения метода требуемых ускорений. Наведение управляемого боевого блока по методу требуемых ускорений. Итоговая оценка свойств метода требуемых ускорений	4	2	2	0
16	Современные подходы к постановке и решению задач наведения ЛА	2	2	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Системы наведения летательных аппаратов (СН ЛА) как подсистемы в составе СУ ЛА; задачи, решаемые СН; классификация и технические средства СН	2
2	2	Принципы построения систем самонаведения, телеуправления и систем наведения с радиовизированием цели	2
3	3	Методы наведения на цель. Основные понятия, определения и кинематические уравнения методов наведения	2
4	4	Сравнение методов наведения на цель (погони, прямого наведения, преследования с упреждением, параллельного сближения, пропорционального сближения, накрытия цели	2
5	5	Методы и алгоритмы наведения баллистических ракет (БР) и их головных частей (ГЧ). Особенности и характеристика этой группы методов. Показатели качества наведения СН БР и ГЧ	2
6	6	Ограничения на параметры движения БР и ГЧ. Условия оптимальности программ управления. Типовая постановка задачи наведения	2
7	7	Программы управления в функциональном (граничном) методе наведения: Содержание вопроса. Простейшие оптимальные программы угла тангажа БР.	2
8	8	Оптимальная программа управления полетом БР. Программы угла тангажа БР с учетом ограничений на параметры движения. Гибкие (параметрические) программы угла тангажа	2
9	9	Управление отделением ГЧ в функциональном (гранич-ном) методе наведения: Содержание задачи управления и подходы к ее решению. Функционалы управления дальностью полета. Функционалы управления дальностью полета в кажу-щихся параметрах	2
10	10	Задача управления боковым отклонением точки падения ГЧ от точки прицеливания. Общая характеристика свойств функционального (граничного) метода наведения	2
11	11	Наведение по методу текущей требуемой скорости: Сущность метода текущей требуемой скорости. Метод требуемой скорости в варианте Q-системы	2
12	12	Наведение по методу конечной требуемой скорости: Суц-ность метода наведения. Алгоритмы метода наведения	2
13	13	Алгоритмы метода наведения по конечной скорости (продолжение). Общая характеристика свойств метода наведения по конечной требуемой скорости	2
14	14	Наведение по методу требуемых ускорений: Содержание метода. Варианты задания программ требуемых ускорений степенными полиномами. Анализ оптимальности программ управления.	2
15	15	Некоторые вопросы практического применения метода требуемых ускорений. Наведение управляемого боевого блока по методу требуемых	2

		ускорений. Итоговая оценка свойств метода требуемых ускорений	
16	16	Современные подходы к постановке и решению задач наведения ЛА	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Примеры систем наведения (СН) ЛА различных классов. Функциональные и структурные схемы СН	2
2	4	Сравнение методов наведения на цель (погони, прямого наведения, преследования с упреждением, параллельного сближения, пропорционального сближения, накрытия цели	2
3	6	Ограничения на параметры движения БР и ГЧ. Условия оптимальности программ управления. Типовая постановка задачи наведения	2
4	8	Оптимальная программа управления полетом БР. Программы угла тангажа БР с учетом ограничений на параметры движения. Гибкие (параметрические) программы угла тангажа	2
5	9	Управление отделением ГЧ в функциональном (гранич-ном) методе наведения: Содержание задачи управления и подходы к ее решению. Функционалы управления дальностью полета. Функционалы управления дальностью полета в кажу-щихся параметрах	2
6	11	Наведение по методу текущей требуемой скорости: Сущность метода текущей требуемой скорости. Метод требуемой скорости в варианте Q-системы	2
7	14	Наведение по методу требуемых ускорений: Содержание метода. Варианты задания программ требуемых ускорений степенными полиномами. Анализ оптимальности программ управления.	2
8	15	Некоторые вопросы практического применения метода требуемых ускорений. Наведение управляемого боевого блока по методу требуемых ускорений. Итоговая оценка свойств метода требуемых ускорений	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
1. Конспектирование материалов по указанным (преподавателем) темам и их изучение; 2. Выполнение заданий на учебно-исследовательскую работу (УИРС)	см. список основной литературы- Л1: гл.1.1, 1.3, 3.2, гл. 3.7.4, гл. 3.7.6; дополнительная лит.-Л1: гл.1гл.2; методические указания к выполнению заданий по УИРС (СН)	39
Подготовка сообщения по результатам СРС	см. список литературы	11
Подготовка к зачету	основная литература - 1	10

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Компьютерное моделирование и расчеты по известным формулам (алгоритмам) по индивидуальным заданиям УИРС (СРС)	Практические занятия и семинары	Сообщения с демонстрацией результатов исследования	5

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Общее знакомство с тематикой и результатами работ кафедры в области управления и наведения ЛА

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
Оптимальная программа управления полетом БР. Программы угла тангажа БР с учетом ограничений на параметры движения. Гибкие (параметрические) программы угла тангажа	ПК-4 способностью на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов - ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденцию развития их как объектов управления и тактики их применения	текущий	см. текст задания
Принципы построения систем самонаведения, телеуправления и систем наведения с радиовизированием цели	ПК-4 способностью на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов - ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденцию развития их как объектов управления и тактики их применения	Текущий	№5, №6
Все разделы	ПК-4 способностью на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов - ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденцию развития их как	зачет	№1, №2, №3

	объектов управления и тактики их применения		
Сравнение методов наведения на цель (погони, прямого наведения, преследования с упреждением, параллельного сближения, пропорционального сближения, накрытия цели	ОК-10 способностью самостоятельно применять методы и средства познания обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных с основной сферой профессиональной деятельности, развивать социальные и профессиональные компетенции, изменять вид и характер своей профессиональной деятельности	текущий (УИР, СРС)	2
Все разделы	ОК-10 способностью самостоятельно применять методы и средства познания обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных с основной сферой профессиональной деятельности, развивать социальные и профессиональные компетенции, изменять вид и характер своей профессиональной деятельности	зачет	№1
Все разделы	ОПК-5 способностью к освоению новых образцов программных, технических средств и информационных технологий	зачет	№2

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Текущий	Письменно (с дополнительным собеседованием по содержанию ответа)	Зачтено: Правильный ответ на половину контрольных вопросов Не зачтено: неправильные ответы на треть вопросов
текущий	письменно (с дополнительным собеседованием по содержанию ответов)	Зачтено: в основном правильное изложения ответов на основной и дополнительные вопросы билета Не зачтено: нечеткое и (или) неправильное изложение сути основного и дополнительных вопросов билета
зачет	письменный ответ с дополнительной беседой по содержанию ответа	Зачтено: Уверенные и достаточно полные ответы по тематике вопросов билета Не зачтено: Поверхностные, нечеткие и неуверенные ответы
текущий (УИР, СРС)	собеседование по теме индивидуального задания	Зачтено: правильные ответы на большинство (не менее 80%) вопросов по теме исследования Не зачтено: недостаточно полные (или неверные) ответы на вопросы по теме исследования

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Текущий	Провести сравнение различных принципов программирования движений ЛА

текущий	1. Задача наведения и место СН в структуре СУ движением БР. Принципы формирования (программирования) требуемого движения БР. 2. Виды и состав программ управления движением БР на АУТ. Понятия о граничных и терминальных условиях наведения 3. Методы и алгоритмы наведения БР: Функциональный метод наведения: Выбор программы тангажа на атмосферном участке АУТ; 4. Функциональный метод наведения: Управление отделением ГЧ; 5. Метод текущей требуемой скорости в задаче терминального наведения БР; 6. Метод конечной требуемой скорости в задаче терминального наведения БР; 7. Метод требуемого ускорения в задаче терминального наведения ГЧ. 8. Системы самонаведения (СН), их классификация, функциональная структура, краткие сведения по основным методам СН 9. Исследование кинематических траекторий (теория, моделирование): прямое наведение, погоня с нулевым и постоянным углом упреждения 10. Исследование кинематических траекторий (теория, моделирование): параллельное сближение 11. Исследование кинематических траекторий (теория, моделирование): пропорциональное наведение
зачет	А. Задача наведения и место СН в структуре СУ движением БР. Принципы формирования (программирования) требуемого движения БР. Б. Виды и состав программ управления движением БР на АУТ. Понятия о граничных и терминальных условиях наведения. В. Методы и алгоритмы наведения БР: В1) Функциональный метод наведения: Выбор программы тангажа на атмосферном участке АУТ; В2) Функциональный метод наведения: Управление отделением ГЧ; В3) Метод текущей требуемой скорости в задаче терминального наведения БР; В4) Метод конечной требуемой скорости в задаче терминального наведения БР; В5) Метод требуемого ускорения в задаче терминального наведения ГЧ. Вопросы и варианты к зачету по СН.doc
текущий (УИР, СРС)	Задания на УИРС_4 и содержание отчета.doc

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Разоренов, Г. Н. Системы управления летательными аппаратами (баллистическими ракетами и их головными частями) Учеб. для вузов по специальности "Системы упр. летат. аппаратами" направления подгот. дипломир. специалистов "Системы упр. движением и навигация" Г. Н. Разоренов, Э. А. Бахрамов, Ю. Ф. Титов; Под ред. Г. Н. Разоренова. - М.: Машиностроение, 2003. - 581, [1] с. ил.
2. Могилевский, В. Д. Наведение баллистических летательных аппаратов Текст. - М.: Машиностроение, 1976. - 207 с. черт.
3. Радиосистемы управления Учеб. для вузов по специальности "Радиоэлектронные системы" В. А. Вейцель, А. С. Волковский, С. А. Волковский и др.; Под ред. В. А. Вейцеля. - М.: Дрофа, 2005. - 415, [1] с.
4. Динамическое проектирование систем управления автоматических маневренных летательных аппаратов Учеб. пособие для студентов авиац. специальностей высш. техн. учеб. заведений Е. А. Федосов, В. Т. Бобронников, М. Н. Красильщиков и др.; Под ред. Е. А. Федосова. - М.: Машиностроение,

1997. - 334,[2] с. ил.

5. Сихарулидзе, Ю. Г. Баллистика и наведение летательных аппаратов Текст Ю. Г. Сихарулидзе. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 407 с. ил.

6. Лебедев, А. А. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов Текст учеб. пособие для втузов А. А. Лебедев, Л. С. Чернобровкин ; под ред. А. А. Лебедева. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1973. - 616 с.

б) дополнительная литература:

1. Баллистика и навигация космических аппаратов Учебник. - М.: Машиностроение, 1986. - 296 с.

2. Дмитриевский, А. А. Внешняя баллистика Текст Учебник для втузов А. А. Дмитриевский, Л. Н. Лысенко, С. С. Богодистов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1991. - 638 с. ил.

3. Авиационные системы радиоуправления Т. 2 Радиоэлектронные системы самонаведения В 3 т. В. И. Меркулов, В. В. Дрогалин, А. И. Канащенков и др.; Под ред. А. И. Канащенкова, В. И. Меркулова. - М.: Радиотехника, 2003. - 389 с. ил.

4. Локк, А. С. Управление снарядами Текст А. С. Локк ; при участии Ч. Г. Доджа и др.; пер. с англ. Г. В. Коренева. - М.: Гостехиздат, 1957. - 775 с. ил.

5. Бек, В. В. Интегрированные системы терминального управления Отв. ред. Е. П. Велихов; АН СССР, Науч. Совет по комплексной пробл. "Кибернетика". - М.: Наука, 1989. - 224 с. ил.

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

1. Ракетная техника и космонавтика
2. Вопросы ракетной техники

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания по освоению дисциплины Системы наведения ЛА
2. Методические указания по освоению дисциплины Системы наведения ЛА

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

3. Методические указания по освоению дисциплины Системы наведения ЛА

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
---	----------------	-------------------------	--	---

1	Основная литература	Красильников, М.Н. Современные информационные технологии. В задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.Н. Красильников, Г.Г. Серебряков. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 557 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2688 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Дополнительная литература	Сихарулидзе, Ю.Г. Баллистика и наведение летательных аппаратов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 410 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/70701 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Не предусмотрено