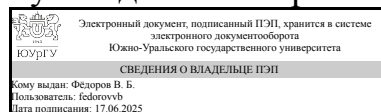


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



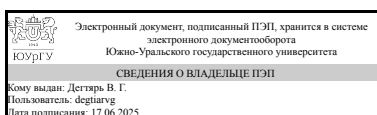
В. Б. Фёдоров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.05 Системы управления летательными аппаратами
для направления 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Летательные аппараты

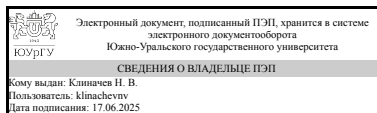
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика, утверждённым приказом Минобрнауки от 05.02.2018 № 71

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



Н. В. Клиначев

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является определение места и значения систем автоматического управления полётом летательных аппаратов среди других систем и комплексов летательных аппаратов, а также изучение основ современной теории управления полётом летательных аппаратов. Задачей изучения дисциплины является освоение методов анализа систем, включающих составление полной математической модели ЛА и других элементов СУ ЛА, и методов синтеза систем с заданными динамическими и статическими свойствами. Глубокое усвоение этих методов позволит будущим специалистам обоснованно подходить к проектированию электромеханических систем и систем электрооборудования ЛА.

Краткое содержание дисциплины

Классификация систем управления полетом ЛА. ЛА как объект управления. Элементы СУ ЛА. Системы ориентации и стабилизации ЛА. Системы навигации и наведения ЛА. Терминальное управление движением центра масс ЛА. Оптимальное управление движением ЛА. Примеры решения задач оптимального управления ЛА. Идентификация ЛА. Адаптивные СУ ЛА. СУ ЛА с пассивной адаптацией.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен проводить техническое сопровождение создания изделий ракетной и ракетно-космической техники с использованием твердотельного компьютерного моделирования в соответствии с единой системой конструкторской документации и на базе современных программных комплексов	Знает: конструктивные схемы основных элементов систем управления летательными аппаратами; способы описания летательных аппаратов как объектов управления; принципы построения и функционирования систем управления летательных аппаратов; современные методы исследования и расчета систем управления летательных аппаратов Умеет: рассчитывать характеристики устойчивости и управляемости летательных аппаратов, оценивать их изменение при эксплуатации; анализировать влияние эксплуатационных факторов, отказов и неисправностей систем летательных аппаратов на его летно-технические характеристики и характеристики устойчивости и управляемости Имеет практический опыт: применения современных методов, методик, математических моделей и технологий, позволяющих осуществлять разработку и проектирование систем управления летательными аппаратами

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.28 Метрология, стандартизация и	Не предусмотрены

сертификация, ФД.02 Конструирование и изобретательство, ФД.03 Конструкции космических аппаратов, 1.Ф.02 Устройство летательных аппаратов, Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)	
--	--

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

Дисциплина	Требования
ФД.02 Конструирование и изобретательство	Знает: основные законы эволюции технических систем; основные источники информации для принятия технических решений; подходы и методы современной теории решения изобретательских задач Умеет: применять основные законы эволюции технических систем к анализу тенденций развития ракетной техники; оценивать полноту и достоверность получаемой информации для принятия технических решений Имеет практический опыт: выявления противоречий в конструкции и решение задач по их устранению с использованием методов теории решения изобретательских задач
1.Ф.02 Устройство летательных аппаратов	Знает: классификацию деталей и механизмов летательных аппаратов; основные требования к деталям, узлам и механизмам летательных аппаратов; общие принципы и правила конструирования деталей и узлов механизмов летательных аппаратов Умеет: обосновывать выбор устройств в изделиях ракетно-космической техники; проводить конструирование деталей и узлов механизмов летательных аппаратов с использованием системного подхода Имеет практический опыт: расчета параметров деталей и узлов механизмов летательных аппаратов; разработки рабочих и сборочных чертежей деталей и узлов механизмов летательных аппаратов
ФД.03 Конструкции космических аппаратов	Знает: конструкции и их основные элементы космических аппаратов; классификация космических аппаратов Умеет: определять проектные параметры космических аппаратов Имеет практический опыт: выбора конструктивно-силовой схемы космических аппаратов; определения основных составных частей космических аппаратов
1.О.28 Метрология, стандартизация и сертификация	Знает: понятия и определения, используемые в метрологии, общие законы и правила измерений, обеспечение их единства, требуемой точности и достоверности, основы Государственной системы стандартизации, основные метрологические методы и средства измерения

	линейных и угловых величин, показатели качества продукции и методы ее оценки Умеет: организовывать измерительный эксперимент и правильно выбрать измерительную технику для конкретных измерений, обоснованно выбирать допуски и посадки типовых соединений; решать задачи размерного анализа; обоснованно выбирать и применять соответствующие конкретной ситуации положения законодательных актов и основополагающих документов по метрологии, стандартизации, сертификации Имеет практический опыт: выбора универсального измерительного средства в зависимости от требуемой точности параметра, проведения измерений и оценки погрешности измерений, оценки качества изделий
Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)	Знает: прикладные компьютерные программные комплексы для создания ракетной и ракетно-космической техники, методы и процессы сбора, передачи, обработки и накопления информации; передачи и обработки информации с помощью компьютера Умеет: применять программные средства для интеллектуальной обработки получения данных и цифрового моделирования путей их применения при проектировании изделий РКТ, использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения для решения задач обработки информации в профессиональной деятельности Имеет практический опыт: работы с программными средствами для цифрового моделирования изделий РКТ, работы с прикладными программными средствами общего и специального назначения

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 42,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	12	12
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	65,75	65,75
Подготовка отчётов по выполненным заданиям	57	57

Подготовка к зачёту	8,75	8.75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид 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	Летательный аппарат как объект управления	12	8	4	0
2	Системы ориентации и стабилизации ЛА. Системы стабилизации продольного движения ЛА. Системы стабилизации движения центра масс ЛА в боковом и нормальном направлении.	12	8	4	0
3	Оптимальное управление движением ЛА.	12	8	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1-3	1	Классификация систем управления полетом ЛА. Задачи, решаемые СУ ЛА. ЛА как объект управления. Системы координат. Классификация ЛА. Уравнения движения ЛА. Уравнения движения центра масс ЛА. Уравнения вращательного движения ЛА вокруг центра масс. Силы и моменты, действующие на ЛА в полете.	4
4-6	1	Система дифференциальных уравнений возмущенного движения ЛА. Структурная схема динамической модели ЛА. Передаточные функции ЛА.	4
7-9	2	Элементы СУ ЛА. Органы управления ЛА. Органы управления космических ЛА. Исполнительные устройства. Датчики информации. Усилительно-преобразующие устройства. Бортовые вычислители и бортовая ЭВМ.	4
10-12	2	Принципы построения систем ориентации и стабилизации ЛА. Исследование системы стабилизации угла крена ЛА. Система ориентации ЛА с двигателем-маховиком. Система ориентации ЛА с релейным законом управления.	4
13	3	Система стабилизации движения центра масс ЛА в боковом и нормальном направлении. Взаимовлияние систем наведения и угловой стабилизации. Система стабилизации продольного движения ЛА. Система регулирования «кажущейся» скорости ЛА.	2
14-16	3	Терминальное управление движением центра масс ЛА. Задача терминального (конечного) управления движением центра масс ЛА. Оптимальное управление движением ЛА. Задача аналитического конструирования оптимальных регуляторов (АКОР). Примеры решения задач оптимального управления ЛА. Оптимизация по квадратичному критерию качества. Оптимизация по быстродействию. Оптимизация по расходу топлива. Синтез алгоритма субоптимального управления движением ЛА.	6

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	1	ЛА как объект управления. Система дифференциальных уравнений возмущенного движения ЛА. Структурная схема динамической модели ЛА.	2

		Передаточные функции ЛА. Анализ. Решение задач.	
3-4	1	Исследование системы стабилизации угла крена ЛА. Система ориентации ЛА с двигателем-маховиком. Система ориентации ЛА с релейным законом управления.	2
5	2	Системы стабилизации движения центра масс ЛА. Примеры. Решение задач.	2
6	2	Терминальное управление движением центра масс ЛА. Примеры. Решение задач.	2
7-8	3	Оптимальное управление движением ЛА. Примеры решения задач оптимального управления ЛА. Оптимизация по квадратичному критерию качества. Оптимизация по быстродействию. Оптимизация по расходу топлива. Решение задач.	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка отчётов по выполненным заданиям	Жанжеров, Е. Г. Системы управления летательными аппаратами и их силовыми установками : учебное пособие / Е. Г. Жанжеров. — Пермь : ПНИПУ, 2008. — 229 с. — ISBN 978-5-398-00129-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/160387 (дата обращения: 24.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	8	57
Подготовка к зачёту	Жанжеров, Е. Г. Системы управления летательными аппаратами и их силовыми установками : учебное пособие / Е. Г. Жанжеров. — Пермь : ПНИПУ, 2008. — 229 с. — ISBN 978-5-398-00129-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/160387 (дата обращения: 24.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	8	8,75

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№	Се-	Вид	Название	Вес	Макс.	Порядок начисления баллов	Учи-
---	-----	-----	----------	-----	-------	---------------------------	------

КМ	местр	контроля	контрольного мероприятия		балл		тыва - ется в ПА
1	8	Текущий контроль	Графический язык представления моделей	1	5	3 – задание выполнено. 4 – задание выполнено, отчётный документ включает атрибуты идентификации. 5 – выполненные упражнения сопровождаются корректно сформулированными практическими рекомендациями или выводами. Отчет оформляется согласно требованиям к эскизным документам.	зачет
2	8	Текущий контроль	Создание блок-схем динамических звеньев (VisSim)	1	5	3 – задание выполнено. 4 – задание выполнено, отчётный документ включает атрибуты идентификации. 5 – выполненные упражнения сопровождаются корректно сформулированными практическими рекомендациями или выводами.	зачет
3	8	Текущий контроль	Главный сумматор поворотных систем (Модели)	1	5	3 – задание выполнено, отчётный документ включает атрибуты идентификации. 4 – задание выполнено, разработанные модели документированы. 5 – представлен анализ работы системы в разных режимах, сформулированы выводы.	зачет
4	8	Текущий контроль	Главный сумматор поворотных систем (на МК)	1	5	3 – задание выполнено, отчётный документ включает атрибуты идентификации. 4 – показано соответствие между моделями и разработанным программным кодом двух регуляторов, пояснена процедура проверки функционирования и подстройки регуляторов. 5 – выполнен сравнительный анализ технических решений, сформулированы выводы.	зачет
5	8	Текущий контроль	Построение частотных характеристик	1	5	3 – задание выполнено, параметры типовых динамических звеньев менялись (пояснено каким образом). 4 – задание выполнено, отчётный документ включает атрибуты идентификации. 5 – выполненные упражнения сопровождаются корректно сформулированными практическими рекомендациями и выводами.	зачет
6	8	Текущий контроль	САР тангажа ракеты	1	5	3 – задание выполнено, отчётный документ включает атрибуты идентификации, определены основные параметры ракеты-носителя (вес, момент инерции вокруг оси тангажа, время выхода на орбиту). 4 – задание выполнено, разработанные модели документированы, определены технические требования к САР тангажа ракеты и к исполнительным органам. 5 –	зачет

						представлен анализ работы системы в разных режимах, сформулированы выводы.	
7	8	Текущий контроль	Построение генераторов типовых сигналов (VisSim)	1	5	3 – задание выполнено. 4 – задание выполнено, отчётный документ включает атрибуты идентификации. 5 – выполненные упражнения сопровождаются корректно сформулированными практическими рекомендациями или выводами.	зачет
8	8	Текущий контроль	Производные фильтра скользящего среднего	1	5	3 – задание выполнено, отчётный документ включает атрибуты идентификации. 4 – задание выполнено, разработанные модели документированы. 5 – выполненные упражнения сопровождаются корректно сформулированными практическими рекомендациями или выводами.	зачет
9	8	Промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация	-	5	см. положение о БРС	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Критерии оценивания. Отлично: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100%. Хорошо: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84%. Удовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %. Неудовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК-1	Знает: конструктивные схемы основных элементов систем управления летательными аппаратами; способы описания летательных аппаратов как объектов управления; принципы построения и функционирования систем управления летательных аппаратов; современные методы исследования и расчета систем управления летательных аппаратов				+		+			
ПК-1	Умеет: рассчитывать характеристики устойчивости и управляемости летательных аппаратов, оценивать их изменение при эксплуатации; анализировать влияние эксплуатационных факторов, отказов и неисправностей систем летательных аппаратов на его летно-технические характеристики и характеристики устойчивости и управляемости			+			++			
ПК-1	Имеет практический опыт: применения современных методов, методик, математических моделей и технологий, позволяющих	++							+++	

2. Вопросы ракетной техники.
3. Оборонная техника.
4. Известия ВУЗов: Авиационная техника, ракетная техника и космонавтика.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Нет

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Нет

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
2. Visual Solution, Inc.-VisSim(бессрочно)
3. 3В Севрис-SimInTech Standart Configuration(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	306 (2)	Оборудование аудитории. Проектор. Компьютер
Практические занятия и семинары	109 (2)	Компьютерный класс