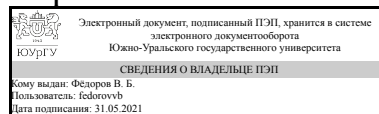


УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Аэрокосмический



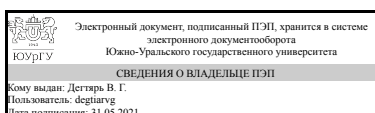
В. Б. Фёдоров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.49 Системы управления ракет
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Ракетные транспортные системы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Летательные аппараты

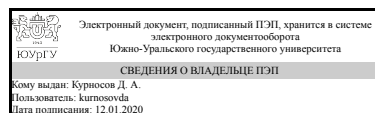
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



Д. А. Курносов

1. Цели и задачи дисциплины

Принципы управления ракетами различных типов и назначения. Состав и содержание каналов систем управления ракетами. Контроль текущих координат, преобразование параметров, исполнительные органы автомата стабилизации. Обеспечение устойчивости систем управления

Краткое содержание дисциплины

Рассматриваются принципы контроля положения летательного аппарата в пространстве, формируются принципы и структура канала управления с обратной связью, статическое и астатическое регулирование. Принципы построения систем наведения: автономных, самонаведения, телеуправления, командных. Контроль текущих координат изделий, гиросприборы различного назначения. Частотные характеристики элементов и каналов системы управления, ряды Фурье, частотные спектры. Переходные процессы в системах управления, интеграл Фурье, преобразование Лапласа. Передаточные функции систем. Понятие об устойчивости систем автоматического управления. Критерии устойчивости коэффициентные, частотные. Понятие о запасе устойчивости, построение областей устойчивости, устойчивость многоконтурных систем. Качество процессов автоматического регулирования. Оценки качества регулирования с помощью метода преобразования Лапласа, по распределению корней характеристического уравнения, по интегральным характеристикам, по частотным характеристикам, по вещественной характеристике замкнутой системы. Показатель колебательности и диапазон пропускания частот.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-8 способностью проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов	Знать: принципы представления разрабатываемого изделия как в виде абстрактных операций, так и с помощью математического моделирования;
	Уметь: строить модели, воспроизводящие существенные аспекты подготовки летательного аппарата к пуску, модели функционирования системы управления летательного аппарата
	Владеть: методами анализа и синтеза летательных аппаратов; математическими методами исследования проблем управления летательными аппаратами
ОК-14 способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, используя самые современные информационные технологии, способностью критически осмысливать полученную информацию выделять в ней главное, создавать на ее основе новые знания	Знать: современные информационные технологии
	Уметь: осмысливать полученную информацию, выделять в ней главное, создавать на ее основе новые знания
ПК-2 способностью анализировать состояние и	Владеть: способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников
	Знать: состояние и перспективы развития как

перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники	ракетно-космической техники, так и систем управления ракетами
	Уметь: разрабатывать математические модели, описывающие процессы, происходящие в разрабатываемых ракетно-космических комплексах, строить модели функционирования системы управления ракетой
	Владеть: методами анализа и синтеза изделий ракетной и ракетно-космической техники; математическими методами исследования проблем эксплуатации систем управления ракетами

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.45 Акустика летательных аппаратов, Б.1.27 Устройство и конструкция ракет, ДВ.1.05.02 Баллистика ракет, Б.1.06 Физика, Б.1.05.02 Математический анализ	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Б.1.45 Акустика летательных аппаратов	Возмущающие нагрузки, действующие на изделие в процессе полета
Б.1.27 Устройство и конструкция ракет	Конструкция элементов и принципы работы систем управления изделий
ДВ.1.05.02 Баллистика ракет	Траектории движения изделий, которые формируют системы управления. Устранение возмущений.
Б.1.06 Физика	Принципы работы элементов и устройств систем управления
Б.1.05.02 Математический анализ	Формирование и решение дифференциальных уравнений, используемых для расчета траектории летательного аппарата

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
		11
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48

Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	60	60
Подготовка к зачету	14	14
Формирование системы управления для баллистической (крылатой) ракеты и описание ее функционирования	40	40
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	Общие положения о системах автоматического управления	2	2	0	0
2	Элементы каналов автоматического управления (гироприборы, усилители каналов управления, рулевые машины)	39	4	26	9
3	Оценка устойчивости систем автоматического управления	13	3	10	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Понятие о системах управления и регулирования, функциональные элементы и динамические звенья, статическое и астатическое регулирование. Системы координат, принципы наведения и управления. Автономные системы наведения. Системы самонаведения, телеуправления, командные системы	2
2-3	2	Гироскопические приборы, автопилоты. Исполнительные элементы систем регулирования. Уравнения движения объектов. Передаточные функции звеньев и систем.	4
4-5	3	Понятие об устойчивости систем регулирования. Методы оценки устойчивости, коэффициентные и частотные критерии	3

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	2	Гироскопические приборы, компоновка гироблока	4
3-4	2	Системы управления с подвижной гироплатформой.	4
5-6	2	Усилительные механизмы автомата стабилизации	4
7-8	2	Исполнительные (рулевые машины) механизмы автомата стабилизации	4
9-11	2	Расчет параметров рулевых электрогидравлических машин.	5
11-13	2	Расчет параметров рулевых пневматических и гидравлических машин.	5
14-16	3	Задачи по коэффициентному критерию устойчивости.	5
16-18	3	Задачи по частотному критерию устойчивости.	5

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1-3	2	Компоновка систем управления баллистических изделий	5
4-5	2	Компоновка систем управления крылатых изделий	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к зачету	Основная и дополнительная литература	14
Формирование системы управления для баллистической (крылатой) ракеты и описание ее функционирования	Материалы УЦ РКТ ЮУрГУ	40

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Использование информационных ресурсов и баз данных	Практические занятия и семинары	Поиск и изучение специальной литературы	4
Проведение интерактивных лекций	Лекции	Использование презентаций при проведении лекционных занятий	9

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: При проведении лекционных и практических занятий приводятся примеры расчета конструкций ЛА в рамках проведения совместных научных работ с АО "ГРЦ Макеева"

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

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНЫ	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОК-14 способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, используя самые современные информационные технологии, способностью критически осмысливать полученную информацию выделять в ней главное, создавать на ее основе новые знания	решение задачи	1-9
Все разделы	ПК-8 способностью проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его	лабораторная работа	1-9

	подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов		
Все разделы	ПК-2 способностью анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники	зачет	1-9

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
зачет	<p>Студент вправе прийти на зачет для улучшения своего рейтинга (приказ ректора от 24.05.2019 г. № 179) и получить оценку с учетом текущего рейтинга и баллов за промежуточное испытание. Рейтинг обучающегося по дисциплине R_d определяется из рейтинга по текущему контролю, рейтинга по промежуточной аттестации и бонус-рейтинга по формуле: $R_d = 0,6 \times R_{тек} + 0,4 \times R_{па} + R_b$. Зачет проводится в форме устного опроса. Студент выбирает билет, состоящий из трех вопросов. Каждый вопрос относится к соответствующему разделу.</p>	<p>Зачтено: Полные и исчерпывающие ответы на три теоретических вопроса соответствуют $R_{па} = 75 \dots 100$. Зачёт выставляется, если $R_d = 0,6 \times R_{тек} + 0,4 \times R_{па} + R_b \geq 60$</p> <p>Не зачтено: Неверные ответы и беспомощность при наводящих вопросах соответствуют $R_{па} = 0 \dots 59$</p> <p>Зачёт не выставляется, если $R_d = 0,6 \times R_{тек} + 0,4 \times R_{па} + R_b \leq 59$</p>
лабораторная работа	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается полнота выполнения задания, качество оформления, правильность выводов по результатам работы Балл начисляется по нижеприведённым соотношениям (за каждую лабораторную работу): Для каждого контрольно-рейтингового мероприятия i ($i = 1 \dots n$) рассчитывается рейтинг обучающегося по мероприятию R_i по формуле: $R_i = B_i \times 100 / B_{i_max}$, где B_i - балл обучающегося за контрольное мероприятие i (лабораторную работу), B_{i_max} - максимально возможный балл за контрольное мероприятие i (равен 100). Рейтинг обучающегося по текущему контролю $R_{тек}$ (по всем лабораторным занятиям и решённым задачам) определяется как средний рейтинг обучающегося по всем контрольно-рейтинговым мероприятиям с учетом их сложности (веса) по формуле: $R_{тек} = \frac{\sum (W_i \times R_i)}{\sum W_i}$, где W_i - вес (вклад) контрольно-рейтингового мероприятия i в формирование</p>	<p>Зачтено: Суммарное количество баллов от всех контрольно-рейтинговых мероприятий больше 59.</p> <p>Не зачтено: Суммарное количество баллов от всех контрольно-рейтинговых мероприятий меньше 60.</p>

	<p>рейтинга. Вес W_i в случае оценивания выполнения лабораторных заданий выбирается в размере 0,15 при 5 лабораторных работах ($\sum W_i=1$ при учёте всех контрольно-рейтинговых мероприятий, включающих помимо 5 лабораторных работ также решение 5 творческих заданий/задач). Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется по результатам текущего контроля по формуле: $R_d=R_{тек}+R_b$. Здесь R_b - бонус-рейтинг ($R_b \leq 15$).</p>	
решение задачи	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Задачи выбираются студентом из фиксированного списка. Задача/задачи оформляются отдельным отчетом. Оценивается полнота и правильность решения задачи. Балл начисляется по нижеприведённым соотношениям (за каждую решённую задачу):</p> <p>Для каждого контрольно-рейтингового мероприятия i ($i=1...n$) рассчитывается рейтинг обучающегося по мероприятию R_i по формуле: $R_i=V_i \times 100/V_{i_max}$, где V_i -балл обучающегося за контрольное мероприятие i (решённую задачу), V_{i_max} -максимально возможный балл за контрольное мероприятие i (равен 100). Рейтинг обучающегося по текущему контролю $R_{тек}$ (по всем лабораторным занятиям и решённым задачам) определяется как средний рейтинг обучающегося по всем контрольно-рейтинговым мероприятиям с учетом их сложности (веса) по формуле: $R_{тек}=\sum(W_i \times R_i)/\sum W_i$, где W_i - вес (вклад) контрольно-рейтингового мероприятия i в формирование рейтинга. Вес W_i в случае оценивания решения задач выбирается в размере 0,05 при 5 задачах ($\sum W_i=1$ при учёте всех контрольно-рейтинговых мероприятий, включающих помимо 5 лабораторных работ также решение 5 творческих заданий/задач). Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется по результатам текущего контроля по формуле: $R_d=R_{тек}+R_b$. Здесь R_b - бонус-рейтинг ($R_b \leq 15$).</p>	<p>Зачтено: Суммарное количество баллов от всех контрольно-рейтинговых мероприятий больше 59.</p> <p>Не зачтено: Суммарное количество баллов от всех контрольно-рейтинговых мероприятий меньше 60.</p>

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
зачет	<ol style="list-style-type: none"> 1. Виды систем управления, принципы работы и контрольные параметры. 2. Структура каналов управления по контролируемым параметрам, статическое и астатическое управление. 3. Дифференциальные уравнения систем автоматического управления, расчет свободных и вынужденных процессов. 4. Переходные процессы в системах управления, интеграл Фурье и преобразование Лапласа. Передаточные функции систем при различном включении звеньев.

	<p>5. Устойчивость систем управления. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Запасы устойчивости, построение областей устойчивости.</p> <p>6. Качество процессов управления. Оценка качества системы: по расположению корней характеристического уравнения, по интегральным характеристикам, по частотным характеристикам, по вещественным характеристикам замкнутой системы.</p> <p>7. Некоторые положения теории вероятностей: распределение случайных величин, математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция, функция спектральной плотности.</p> <p>8. Анализ точности систем управления при случайных воздействиях, средняя квадратическая ошибка, расчет корреляционной функции ошибки.</p> <p>9. Синтез корректирующих элементов систем управления.</p>
лабораторная работа	sula.pdf
решение задачи	Задания СУ.pdf

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная 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. Ишлинский, А. Ю. Инерциальное управление баллистическими ракетами. Некоторые теоретические вопросы [Текст] А. Ю. Ишлинский ; Акад. наук ССР, Отд-ние механики и процессов управления. - М.: Наука, 1968. - 142 с. черт.

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

1. Ракетная техника.
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:

2. Нет

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Туманов, А.В. Методы телеуправления и самонаведения в системах управления крылатыми ракетами. [Электронный ресурс] / А.В. Туманов, А.Г. Зуев, Э.Д. Суханов. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. — 122 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/52287 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Дополнительная литература	Илюхин, С.Н. Формирование облика зенитной управляемой ракеты и динамический анализ ее системы управления: учеб. пособие. [Электронный ресурс] / С.Н. Илюхин, С.В. Беневольский, В.В. Грабин. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 80 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/58424 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	303 (2)	Оборудование аудитории
Практические занятия и семинары	100 (2в)	Специальная литература и образцы изделий РКТ