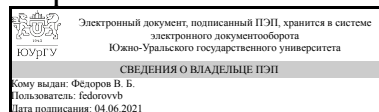


УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Аэрокосмический



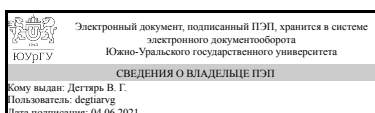
В. Б. Фёдоров

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.39 Математическое моделирование систем ракетно-космической техники  
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

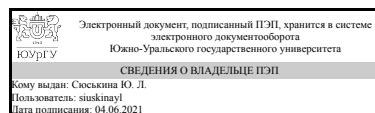
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,  
старший преподаватель



Ю. Л. Сюськина

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является формирование системы профессиональных знаний и практических навыков у студентов в области общих принципов математического моделирования функционирования ракетно-космических систем и комплексов, а также использования математических моделей для решения задач проектирования, анализа, синтеза и оптимизации, возникающих при исследовании и создании этих объектов и систем. Задачи изучения дисциплины (минимально необходимый комплекс знаний и умений). Иметь представление: о классификации математических моделей систем и процессов, которые используются для исследования и проектирования авиационной техники и её функционирования; о методиках создания математических моделей для решения задач в научных, инженерных и конструкторских исследованиях; о методиках разработки основных математических моделей систем и процессов для решения задач, возникающих при научных и инженерных исследованиях функционирования ракетно-космических систем и комплексов; - о методах оценки адекватности математических моделей и изучаемых объектов; - о задачах анализа, синтеза и оптимизации с помощью математического моделирования. Знать и уметь использовать: основные типы математических моделей процессов и алгоритмы их реализации; основные типы математических моделей систем и алгоритмы их реализации; методы анализа, синтеза и оптимизации авиационных систем, применяемых при их исследовании с помощью математических моделей. Иметь опыт: разработки и использования математических моделей систем и процессов для решения задач анализа, синтеза, оптимизации и проектирования объектов авиационной техники.

## **Краткое содержание дисциплины**

"Математическое моделирование систем ракетно-космической техники" является одной из основных дисциплин, формирующих общетехнический уровень инженера-конструктора по специальности "Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов". В рамках этой дисциплины будущему инженеру предоставляется возможность изучения одного из основных подходов исследования объектов авиационной техники. Главная цель, которая ставится при создании и исследовании модели, – это получение результата с наименьшими затратами ресурсов, денежных средств и времени. Применение методов математического моделирования систем и процессов позволяет существенно ускорить и автоматизировать решение многих сложных инженерных задач, возникающих как при создании, так и при отработке и эксплуатации ракетно-космических систем. А главное, даёт возможность исследовать её поведение в критических и аварийных режимах, которое невозможно реализовать ни при натуральных испытаниях исследуемого объекта или системы, ни при его эксплуатации. Успешное решение инженерных задач методами как физического, так и математического моделирования зависит от точности и состоятельности изучаемых моделей, от их качества и способности представлять новую информацию. В связи со сказанным, изучение дисциплины "Математическое моделирование систем ракетно-космической техники" имеет важное практическое значение.

## **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: основные типы математических моделей процессов и алгоритмы их реализации; методы анализа, синтеза и оптимизации авиационных систем, применяемых при их исследовании с помощью математических моделей.
	Уметь: уметь использовать в проектной и конструкторской работе основные типы математических моделей процессов и алгоритмы их реализации.
	Владеть: методиками разработки и использования математических моделей систем и процессов для решения задач анализа, синтеза, оптимизации и проектирования объектов авиационной техники.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.07 Информатика и программирование, Б.1.30 Проектирование РКТ	Производственная практика, преддипломная практика (11 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Б.1.30 Проектирование РКТ	иметь базовые математические и системные знания в части проектирования узлов, агрегатов, систем ракетной техники
Б.1.07 Информатика и программирование	навыки работы с современной вычислительной техникой, знание языков программирования

### 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)	8	8
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	40	40
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60
подготовка к практическим занятиям, семинарам	50	50

подготовка к экзамену	10	10
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Роль математического моделирования в технике	5	1	4	0
2	Математическая модель	7	1	6	0
3	Математические модели простейших типовых элементов	7	1	6	0
4	Математические модели систем из типовых элементов	7	1	6	0
5	Нелинейные математические модели макроуровня	7	1	6	0
6	Математические модели микроуровня	7	1	6	0
7	Алгоритмизация математических моделей	8	2	6	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Роль математического моделирования в технике	1
2	2	Математическая модель	1
3	3	Математические модели простейших типовых элементов	1
4	4	Математические модели систем из типовых элементов	1
5	5	Нелинейные математические модели макроуровня	1
6	6	Математические модели микроуровня	1
7	7	Алгоритмизация математических моделей	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Представление математической модели в безразмерной форме.	4
2	2	Ламинарное течение вязкой жидкости в трубопроводе. Адекватность математических моделей типовых элементов.	6
3	3	Уточнение математической модели линейного осциллятора. Построение математических моделей механических систем.	6
4	4	Приближенные методы анализа динамических моделей.	6
5	5	Применение моделей микроуровня в оптимальном проектировании.	6
6	6	Прямая задача проектирования ЛА.	6
7	7	Обратная задача проектирования ЛА.	6

### 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
подготовка к практическим занятиям, семинарам	основная и дополнительная литература	50
подготовка к экзамену	основная и дополнительная литература	10

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Проведение интерактивных лекций	Лекции	Использование презентаций при проведении лекционных занятий	8

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

## 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	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	экзамен	1-48

### 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
экзамен	каждому студенту выдается индивидуальное задание, состоящее из трех вопросов. Задания сформулированы таким образом, чтобы охватить изученные разделы дисциплины.	Отлично: студент владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы; достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно и в логической последовательности отвечает на все вопросы билета, подчеркивая при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать,

		<p>классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал.</p> <p>Хорошо: студент владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); студент самостоятельно, и отчасти при наводящих вопросах, дает полноценные ответы на вопросы билета, не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах.</p> <p>Удовлетворительно: студент владеет частью предмета, проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками, в процессе ответов допускает ошибки по существу.</p> <p>Неудовлетворительно: студент не освоил обязательного минимума знаний предмета, не способен ответить на вопросы билета даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора. студент владеет частью предмета, проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками, в процессе ответов допускает ошибки по существу.</p>
--	--	---

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
экзамен	1-48 Математическое моделирование .docx

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике Учеб. для вузов В. С. Зарубин; Под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - М.: Издательство МГТУ, 2001. - 495 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

1. Вестник ЮУрГУ, "Вычислительная математика и информатика"
2. Вестник ЮУрГУ, "Математическое моделирование и программирование"
3. Вестник ЮУрГУ, "Машиностроение"

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Павлюк Ю.С. Баллистическое проектирование ракет. Учебное пособие. - Челябинск: ЮУрГУ, 1996.-114 с., ил.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Колесниченко, А. В. Турбулентность и самоорганизация. Проблемы моделирования космических и природных сред / А. В. Колесниченко, М. Я. Маров М. : Бином. Лаборатория знаний , 2009, 632 с. : ил.	Электронный каталог ЮУрГУ	Интернет / Свободный
2	Основная литература	Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике : учеб. для вузов / В. С. Зарубин, М. : Издательство МГТУ , 2010, 495 с. : ил.	Электронный каталог ЮУрГУ	Интернет / Свободный
3	Основная литература	Зарубин, В. С. Математические модели механики и электродинамики сплошной среды / В. С. Зарубин, Г. Н. Кувыркин, М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана , 2008, 511 с. : ил.	Электронный каталог ЮУрГУ	Интернет / Свободный
4	Основная литература	Карташев, А. Л. Математическое моделирование течений в кольцевых соплах [Текст] : монография / А. Л. Карташев, М. А. Карташева ; Юж.-Урал. гос. ун-т и др.; ЮУрГУ ; Рос. акад. ракет. и артиллер. наук, Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2011.-157 с.	Электронный каталог ЮУрГУ	Интернет / Свободный
5	Основная литература	Машиностроение Разд. IV : Расчет и конструирование машин Т. IV-22 : Ракетно-космическая техника : в 2 кн. Кн. 1 / А. П. Аджаян и др.; отв. ред. В. П. Легостаев : энциклопедия : в 40 т. / К. В. Фролов (гл. ред.) и др.; Рос. акад. наук, М. : Машиностроение , 2012, 924 с. : ил.	Электронный каталог ЮУрГУ	Интернет / Свободный
6	Дополнительная литература	Котельников, В.А. Математическое моделирование обтекания тел потоками столкновительной и бесстолкновительной плазмы. [Электронный ресурс] / В.А. Котельников, М.В. Котельников, В.Ю. Гидаспов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 272 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2687">http://e.lanbook.com/book/2687</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
7	Дополнительная литература	Зарубин, В.С. Математические модели термомеханики. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.С. Зарубин, Г.Н. Кувыркин. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2002. — 168 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/59316">http://e.lanbook.com/book/59316</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
4. ABBYY-FineReader 8(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
Практические занятия и семинары	110 (2)	компьютерная техника, предусмотренное программное обеспечение
Лекции	110 (2)	компьютерная техника
Самостоятельная работа студента	110 (2)	компьютерная техника, программное обеспечение