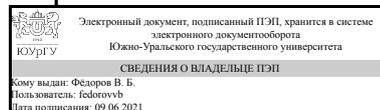


УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Аэрокосмический



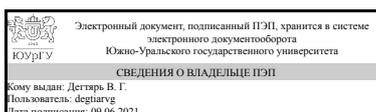
В. Б. Фёдоров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.38 Динамика рабочих процессов в РКТ
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

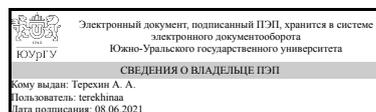
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



А. А. Терехин

1. Цели и задачи дисциплины

Курс "Динамика рабочих процессов в РКТ" в системе подготовки инженера составляет основу теоретической подготовки; предназначен для изучения теоретических основ анализа физических явлений, обучения грамотному применению положений физики к научному анализу ситуаций, с которыми инженеру придется сталкиваться при создании новых технологий в области РКТ, для приобретения навыков исследования физических явлений и процессов, а также выработки у студентов основ естественнонаучного мировоззрения. Совместно с курсами высшей математики, физики и уравнений математической физики курс "Динамика рабочих процессов в РКТ" играет роль фундаментальной базы, без которой невозможна деятельность инженера в области ракетостроения. Курс "Динамика рабочих процессов в РКТ" необходим для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, закладывает фундамент последующего обучения в магистратуре и аспирантуре. Обладая логической стройностью и опираясь на экспериментальные факты, дисциплина "Динамика рабочих процессов в РКТ" формирует у студентов научное мировоззрение. Цель преподавания дисциплины – формирование у студентов научного стиля мышления, умения ориентироваться в потоке научной и технической информации и применять в будущей научно-исследовательской и проектно-производственной деятельности физические методы исследования. Результатом изучения курса "Динамика рабочих процессов в РКТ" у студентов должно сформироваться в рамках макроскопического описания представление о уравнениях: гидродинамики, процессов теплопроводности и диффузии, механики гетерогенных сред, магнитной гидродинамики, физики взрыва. Студент должен приобрести навыки проведения адекватного физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных научно-исследовательских и проектно-производственных проблем. Возрастающая роль фундаментальных наук в подготовке инженера и внедрение высоких технологий предполагают основательное знакомство, как с классическими, так и с новейшими методами и результатами физических исследований. При этом обучающийся должен получить не только физико-математические знания, но и навыки их дальнейшего пополнения, научиться пользоваться современной научно-технической и справочной литературой, в том числе электронной. Задачи курса "Динамика рабочих процессов в РКТ": • изучение основных физических явлений, фундаментальных понятий, законов и теорий классической и современной динамики рабочих процессов в РКТ, включая представления о их взаимосвязи и границах применимости, о истории и логики развития; • овладение фундаментальными принципами и методами научных физических исследований, формирование умения выделить конкретное физическое содержание в проектных и производственных задачах будущей деятельности, освоение приемов и методов решения конкретных задач из различных областей динамики рабочих процессов в РКТ, в том числе при создании или использовании новой техники и новых технологий; • формирование у студентов основ естественнонаучной картины мира.

Краткое содержание дисциплины

Учебный курс "Динамика рабочих процессов в РКТ" состоит из четырех основных разделов, включающих лекционные и практические занятия по следующим темам:

механика сплошных сред, динамика многокомпонентных сред, теория распространения детонационных волн в сплошных средах, элементы магнитной газовой динамики. Содержание раздела 1 ("Механика сплошных сред"): предмет и методы механики сплошной среды, основные гипотезы, точки зрения Лагранжа и Эйлера на изучение движения сплошной среды, скалярные и векторные поля и их характеристики. Элементы тензорного исчисления. Динамические понятия и динамические уравнения механики сплошной среды. Содержание раздела 2 ("Динамика многокомпонентных сред"): Понятие гетерогенной среды. Механика многокомпонентных сред. Уравнения сохранения массы, импульса и энергии в гетерогенных средах. Уравнения микродвижения в гетерогенных средах. Содержание раздела 3 ("Теория распространения детонационных волн в сплошных средах"): Явление взрыва. Классификация взрывных процессов. Теория детонационной волны. Распространение детонационных волн в сплошных средах. Термодинамические свойства твердых тел при высоких давлениях и температурах. Содержание раздела 4 ("Элементы магнитной газовой динамики"): Элементы электростатики и электродинамики в сплошных средах. Электромагнитные поля. Критерии подобия в магнитной гидродинамике. Уравнения магнитной газовой динамики.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
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	Знать: Понятийный аппарат, основные положения, законы, основные формулы дисциплины, основные приложения динамики различных физических процессов при разработке ракетно-космической техники
	Уметь: Применять знание динамики рабочих процессов при разработке перспективных образцов ракетно-космической техники
	Владеть: Навыками исследования и моделирования динамики рабочих процессов при разработке различных агрегатов образцов ракетно-космической техники

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.08 Химия, Б.1.17 Механика жидкости и газа, Б.1.06 Физика, Б.1.24 Термодинамика и теплопередача	Б.1.43 Планирование эксперимента и методы обработки результатов

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

Дисциплина	Требования
------------	------------

Б.1.17 Механика жидкости и газа	Основные положения механики жидкости и газа, свойства жидкостей и газов
Б.1.06 Физика	Законы сохранения, механика жидкости и газа, основы теплопередачи
Б.1.08 Химия	Свойства химических соединений, процессы горения газов и конденсированных веществ
Б.1.24 Термодинамика и теплопередача	Законы термодинамики и основы теплопередачи

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	
		7	
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	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60	
Подготовка к практическим занятиям	30	30	
Подготовка к лекционным занятиям	30	30	
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	Механика сплошных сред	6	4	2	0
2	Динамика многокомпонентных сред	18	8	10	0
3	Теория распространения детонационных волн в сплошных средах	16	8	8	0
4	Элементы магнитной газовой динамики	8	4	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Кинематика деформируемой среды	2
2	1	Динамические уравнения механики сплошной среды	2
3	2	Понятие многокомпонентной (гетерогенной среды). Механика многоскоростных континуумов.	2
4	2	Уравнения сохранения массы, импульса и энергии в гетерогенных средах	2
5	2	Дисперсионные смеси двух сжимаемых фаз с фазовыми превращениями	2

6	2	Уравнения, описывающие микродвижение в гетерогенных смесях	2
7	3	Явление взрыва. Классификация взрывных процессов.	2
8	3	Теория детонационной волны. Общая характеристика и основные зависимости.	2
9	3	Детонационные волны в газовых средах	2
10	3	Детонационные волны в конденсированных средах	2
11	4	Электромагнитные поля. Критерии подобия в магнитной гидродинамике.	2
12	4	Уравнения магнитной газовой динамики.	1
13	4	Магнитогазодинамические ударные волны и слабые возмущения.	1

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Основы тензорного исчисления. Решение практических задач.	2
2	2	Понятие субстанциональной производной	2
3	2	Работа внутренних сил в многокомпонентных средах.	4
4	2	Поверхности разрыва в гетерогенной среде.	4
5	3	Разрывы в сплошных средах: ударные волны, контактные разрывы.	4
6	3	Уравнения состояния газообразных и конденсированных веществ.	2
7	3	Изоэнтропы сжатия конденсированных сред.	2
8	4	Течения вязкой электропроводной жидкости.	2
9	4	Магнитогидродинамические насосы, ускорители, дроссели и генераторы.	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
Течение вязкой электропроводной жидкости по плоскому каналу в поперечном магнитном поле. Вход потока электропроводной жидкости в магнитное поле и выход из него.	Абрамович, Г.Н. Прикладная газовая динамика / Г.Н. Абрамович. - М.: Наука, 1976. - 888 с.	12
Скалярные и векторные поля и их характеристики. Элементы тензорного исчисления.	Седов, Л.И. Механика сплошных сред. Т. 1 / Л.И. Седов. - М.: Наука, 1983. - 528 с.	10
Осредненные параметры и их свойства. Основные допущения, осреднение по фазам и межфазным границам.	Нигматулин, Р.И. Основы механики гетерогенных сред / Р.И. Нигматулин. - М.: Наука, 1978. - 336 с.	14
Вычисление параметров детонационной волны для газовых смесей. Влияние плотности газа на скорость детонации. Распределение параметров состояния продуктов взрыва за фронтом детонационной волны.	Физика взрыва / Под ред. К.П. Станюковича. - М.: Наука, 1975. - 704 с.	12
Основные допущения при рассмотрении	Нигматулин, Р.И. Основы механики	12

движений многофазной среды. Термодинамика гетерогенной среды с фазовыми переходами. Производство энтропии.	гетерогенных сред / Р.И. Нигматулин. - М.: Наука, 1978. - 336 с.	
---	--	--

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Интерактивная доска	Лекции	Презентация лекционного материала	24
Компьютерное моделирование и практический анализ результатов	Практические занятия и семинары	Практические расчеты	24

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-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	1-10

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Зачет	Каждому студенту выдается индивидуальное задание, состоящее из трех-четырех 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, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное. Хорошо: студент владеет знаниями дисциплины

		<p>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 вопросов.</p> <p>Неудовлетворительно: студент не освоил обязательного минимума знаний предмета, не способен ответить на вопросы билета даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора.</p>
--	--	---

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Зачет	<p>Билет № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные гипотезы механики сплошных сред. Физико-химические процессы, существенные для механики сплошной среды. 2. Уравнения сохранения импульса в гетерогенной среде. 3. Гладкий и негладкий фронты детонационной волны.
	<p>Билет № 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отличие точек зрения Лагранжа и Эйлера на изучение сплошной среды. 2. Механика многоскоростных континуумов. Основные параметры. 3. Влияние плотности газа на скорость детонации.
	<p>Билет № 3</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера. 2. Уравнения сохранения энергии в гетерогенной среде. 3. Давление в химическом пике.
	<p>Билет № 4</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Уравнение количества движения для конечного объема сплошной среды. 2. Поверхности разрыва в гетерогенной смеси. 3. Общая характеристика детонационной волны.
	<p>Билет № 5</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Уравнение моментов количества движения для конечного объема сплошной среды. 2. Уравнение энергии гетерогенной среды с фазовыми переходами. 3. Классификация взрывных процессов.
	<p>Билет № 6</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Теорема живых сил для конечного объема сплошной среды. 2. Система уравнений движения дисперсной смеси с общим давлением фаз. 3. Режимы пересжатой и недосжатой детонации.
	<p>Билет № 7</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Уравнение закона сохранения энергии. 2. Особенности описания гомогенных и гетерогенных смесей. Диффузионное приближение. 3. Вычисление параметров детонационной волны для газовых смесей.
	<p>Билет № 8</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Уравнение притока тепла. 2. Понятие гетерогенной среды. Виды гетерогенных смесей. 3. Основные зависимости для определения параметров детонационной волны. Ударная адиабата. Параметры в точке Чепмена–Жуге.

<p>Билет № 9</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Закон сохранения энергии – первое начало термодинамики. 2. Уравнение движения гетерогенной среды с фазовыми переходами. 3. Классификация взрывчатых веществ. <p>Билет № 10</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сосредоточенные и распределенные силы. Объемные (массовые) и поверхностные силы. 2. Уравнения сохранения массы в гетерогенной среде. 3. Влияние кинетики химической реакции на свойства и механизм формирования детонационной волны.
--

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Выдрин, А. В. Механика сплошных сред [Текст] конспект лекций А. В. Выдрин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Обработка металлов давлением ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 60, [1] с. ил.
2. Рябинин, В. К. Математическая теория горения [Текст] курс лекций В. К. Рябинин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Вычисл. механика сплошных сред ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 440 с. ил., фот.
3. Дейч, М. Е. Газодинамика Учеб. пособие для теплотехн. специальностей вузов М. Е. Дейч, А. М. Зарянкин. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 384 с. ил.
4. Палатинская, И. П. Газодинамика Учеб. пособие к практ. занятиям Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Безопасность жизнедеятельности; Под ред. А. П. Смолина; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 41,[1] с. ил. электрон. версия
5. Самойлович, Г. С. Газодинамика Учебник по спец."Турбостроение". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990. - 382 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Краснов, Н. Ф. Основы аэродинамического расчета: Аэродинамика тел вращения, несущих и управляющих поверхностей. Аэродинамика летат. аппаратов Для втузов. - М.: Высшая школа, 1981. - 496 с. ил.
2. Кампти, Н. Аэродинамика компрессоров Пер. с англ. под ред.: Ф. Ш. Гельмедова, Н. М. Савина. - М.: Мир, 2000. - 688 с. ил.
3. Аржаников, Н. С. Аэродинамика больших скоростей Учеб. для авиац. вузов и фак. - М.: Высшая школа, 1965. - 559 с. ил.
4. Прикладная аэродинамика Учеб. пособие для втузов Н. Ф. Краснов, В. Н. Кошевой, А. Н. Данилов и др.; Под общ. ред. Н. Ф. Краснова. - М.: Высшая школа, 1974. - 731 с.
5. Газодинамика сверхзвуковых неизобарических струй В. С. Авдудевский, Э. А. Ашратов, А. В. Иванов, У. Г. Пирумов. - М.: Машиностроение, 1989. - 319,[1] с. ил.

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

1. Известия РАН. Механика жидкости и газа.

2. Физика горения и взрыва

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Лабунцов, Д.Я. Механика двухфазных систем. Учеб. пособие для вузов по направлению 651100 «Техн. Физика» / Д.А. Лабунцов, В.В. Ягов. – М.: Издательство МЭИ, 2000. – 373 с. : ил.

2. Победря, Б.Е. Основы механики сплошной среды: Курс лекций: Учеб. пособие для вузов по специальности «Механика» / Б.Е. Победря, Д.В. Георгиевский. – М.: Физматлит, 2006. -272 с. : ил.

3. Поташев, К.А. Практические занятия по механике сплошной среды: учебно-методическое пособие / К.А. Поташев. – Казань:Казанский университет, 2010. – 44 с.

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	Физика взрыва. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2004. — 656 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Основная литература	Волков, К.Н. Течения газа с частицами. [Электронный ресурс] / К.Н. Волков, В.Н. Емельянов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2008. — 600 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Дополнительная литература	Ракетно-космическая техника. Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-22 В двух книгах. Книга первая. [Электронный ресурс] : энцикл. / А.П. Аджян [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2012. — 925 с.	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. PTC-MathCAD(бессрочно)
4. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	306 (2)	Компьютер, компьютерный проектор
Практические занятия и семинары	306 (2)	Компьютер, компьютерный проектор