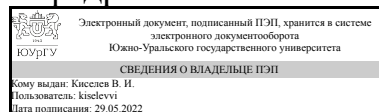


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



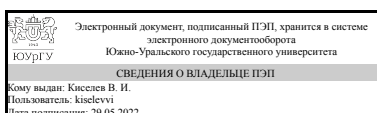
В. И. Киселев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С1.15.02 Конструкция двигательных установок летательных аппаратов
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
уровень Специалитет
специализация Ракетные транспортные системы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Прикладная математика и ракетодинамика

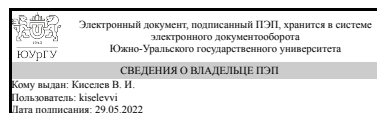
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 964

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



В. И. Киселев

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., заведующий
кафедрой



В. И. Киселев

1. Цели и задачи дисциплины

Получение студентами знаний в области двигателестроения, ознакомиться с устройством и процессами в двигательных установках для более глубокого понимания требований к проектированию стартовых комплексов летательных аппаратов, в том числе ракет и космических аппаратов.

Краткое содержание дисциплины

Введение. Классификация двигательных установок. Физические основы и параметры двигательных установок. Жидкостные ракетные двигатели. Ракетные двигатели твердого топлива.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен конструировать РКТ, ее составные части, системы и агрегаты	Знает: Основы проектирования и конструкции двигательных установок летательных аппаратов различных типов. Умеет: Выбирать тип двигателя ЛА, рассчитывать основные характеристики двигателей ЛА различных типов. Имеет практический опыт: Определения основных параметров двигателей ЛА различных типов.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Баллистика ракет, Устройство летательных аппаратов	Технология производства изделий летательных аппаратов из композитных материалов, Проектирование изделий ракетно-космической техники из композитных материалов, Проектирование ракетно-технических комплексов

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

Дисциплина	Требования
Баллистика ракет	Знает: Основные этапы проектирования траекторий носителей; Основные задачи баллистики. Умеет: Составлять уравнения движения ракеты; Рассчитывать траекторные параметры по приближенным зависимостям. Имеет практический опыт: Решения баллистических задач; Оценки движения центра масс.

Устройство летательных аппаратов	Знает: устройства и процессы, происходящие в изделиях ракетно-космической техники Умеет: обосновывать выбор устройств в изделиях ракетно-космической техники Имеет практический опыт: навыками выбора устройств и создания базы современных конструкций и технологий
----------------------------------	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,5	69,5
Выполнение самостоятельных работ	49,5	49,5
Подготовка к экзамену	20	20
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид 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	Введение. Классификация ДУ.	4	4	0	0
2	Физические основы и параметры ДУ.	24	4	20	0
3	Жидкостные ракетные двигатели.	12	12	0	0
4	Ракетные двигатели твердого топлива.	24	12	12	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1-2	1	Краткая и историческая справка о развитии двигателестроения. Классификация ракетных двигателей. Основные требования к ДУ с РД.	4
3-4	2	Тяга камеры. Анализ формулы тяги. Режим работы двигателя, удельные параметры камеры. Типы сопел. Изменение параметров газового потока по длине сопла. Высотная и дроссельная характеристики РД. Регулирование высотности сопел. Принципы регулирования тяги.	4
5-7	3	Жидкостные ракетные двигатели и свойства жидких топлив. Основные схемы	6

		ЖРД. Области применения насосной и вытеснительной системы подачи топлива в ЖРД. Двигатели открытой и замкнутой схем. Формы КС, конструкция, соотношения компонентов топлива, конструкция распылительных элементов.	
8-10	3	Турбонасосные агрегаты. Центробежные насосы. Газовые турбины. Жидкостные газогенераторы. Автоматика управления двигателем. Пневмо и электроклапаны, пироавтоматика. Характеристики жидких топлив.	6
11-13	4	Принципиальные схемы. Характеристика твердых топлив. Линейная скорость горения, законы горения, формы твердотопливных зарядов.	6
14-16	4	Воспламенение и останов РДТТ. Управление вектором тяги.	6

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Расчет идеальной камеры двигателя.	2
2-3	2	Расчет реальной камеры с учетом потерь.	4
4-5	2	Расчет параметров по длине сопла.	4
6	2	Ориентировочный расчет головки .	2
7-8	2	Расчет струйных и центробежных форсунок.	4
9-10	2	Гидравлический расчет тракта охлаждения.	4
11-13	4	Термодинамический расчет продуктов сгорания твердого топлива в ДТТ.	6
14-16	4	Газодинамический расчет ДТТ.	6

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
Выполнение самостоятельных работ	ПУМД осн. лит. 1-2; доп. лит. 1; ЭУМД осн. лит. 1; метод. пос. 1.	6	49,5
Подготовка к экзамену	ПУМД осн. лит. 1-2; доп. лит. 1-3; ЭУМД осн. лит. 1; доп. лит. 2-3; метод. пос. 1.	6	20

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)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в
------	----------	--------------	-----------------------------------	-----	------------	---------------------------	---------------

							ПА
1	6	Текущий контроль	Самостоятельная работа 1	1	5	Самостоятельная работа содержит 5 вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов 5.	экзамен
2	6	Текущий контроль	Самостоятельная работа 2	1	5	Самостоятельная работа содержит 5 вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов 5.	экзамен
3	6	Текущий контроль	Самостоятельная работа 3	1	5	Самостоятельная работа содержит 5 вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов 5.	экзамен
4	6	Текущий контроль	Самостоятельная работа 4	1	5	Самостоятельная работа содержит 5 вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов 5.	экзамен
5	6	Текущий контроль	Самостоятельная работа 5	1	5	Самостоятельная работа содержит 5 вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов 5.	экзамен
6	6	Текущий контроль	Самостоятельная работа 6	1	5	Самостоятельная работа содержит 5 вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов 5.	экзамен
7	6	Текущий контроль	Самостоятельная работа 7	1	5	Самостоятельная работа содержит 5 вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов 5.	экзамен
8	6	Текущий контроль	Самостоятельная работа 8	1	5	Самостоятельная работа содержит 5 вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов 5.	экзамен
9	6	Текущий контроль	Самостоятельная работа 9	1	5	Самостоятельная работа содержит 5 вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов 5.	экзамен
10	6	Текущий контроль	Самостоятельная работа 10	1	5	Самостоятельная работа содержит 5 вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов 5.	экзамен
11	6	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	20	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся. Рейтинг обучающегося по дисциплине	экзамен

					определяется только по результатам текущего контроля. При условии выполнения всех мероприятий текущего контроля и достижении 60-100% рейтинга обучающийся получает соответствующую рейтинговую оценку. При желании повысить рейтинг за курс обучающийся на очном экзамене опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на экзамен. Билет содержит два вопроса. Правильный ответ на вопрос соответствует 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 20.	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (экзамен) для улучшения своего рейтинга. Экзамен проводится в соответствии с расписанием экзаменационной сессии. На экзамен отводится 30 минут. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы в пределах выданного билета.	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	10	11
ПК-1	Знает: Основы проектирования и конструкции двигательных установок летательных аппаратов различных типов.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: Выбирать тип двигателя ЛА, рассчитывать основные характеристики двигателей ЛА различных типов.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: Определения основных параметров двигателей ЛА различных типов.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

- Добровольский, М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования [Текст] : учебник для вузов / М. В. Добровольский ; под ред. Д. А. Ягодникова. - 3-е изд., доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана . 2016
- Алемасов, В. Е. Теория ракетных двигателей : учебник для студентов высших учебных заведений / В. Е. Алемасов, А. Ф. Дрегаллин, А. П. Тишин ; под ред. В. П. Глушко. - М. : Машиностроение, 1989. - 464 с. : ил.

б) дополнительная литература:

1. Ерохин, Б. Т. Теория внутрикамерных процессов и проектирование РДТТ : учебник для высших технических учебных заведений / Б. Т. Ерохин. - М. : Машиностроение, 1991. - 560 с. : ил.
2. Тимнат, И. Ракетные двигатели на химическом топливе / И. Тимнат ; пер. с англ. В. А. Вебера, С. М. Фролова. - М. : Мир, 1990. - 294 с. : ил.
3. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей : учебник для студентов вузов по спец. "Авиационные двигатели и энергетические установки" / Г. Г. Гахун, В. И. Баулин, В. А. Володин и др. ; Под общ. ред. Г. Г. Гахуна. - М. : Машиностроение, 1989. - 424 с. : ИЛ.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Ягодников, Д. А. Ракетные двигательные установки. Термины и определения : учебное пособие / Д. А. Ягодников, Н. Я. Ирьянов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 84 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Ягодников, Д. А. Ракетные двигательные установки. Термины и определения : учебное пособие / Д. А. Ягодников, Н. Я. Ирьянов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 84 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ракетно-космическая техника. Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-22 : энциклопедия : в 2 книгах / А. П. Аджян, Э. Л. Аким, О. М. Алифанов, А. Н. Андреев. — Москва : Машиностроение, [б. г.]. — Книга 1 — 2012. — 925 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5808
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Твердотопливные регулируемые двигательные установки / Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев, А. А. Дорофеев. — Москва : Машиностроение, 2011. — 776 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/3311
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Фролов, А. Д. Параметрическое проектирование, расчет и исследование траекторий движения баллистических ракет с твердотопливными двигательными установками : учебное пособие / А. Д. Фролов. — Пермь : ПНИПУ, 2007. — 288 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/160727

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(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 (5)	Доска; Мел; Компьютер; Проектор; Парты.
Практические занятия и семинары	306 (5)	Доска; Мел; Компьютер; Проектор; Парты.