


УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета


(подпись) Юнаков Л. П.
ФИО
« 31 » 05 20 22

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование ракетных двигателей твердого топлива
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

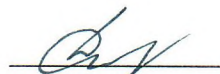
24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ

Кравченко Дарья Григорьевна, старший преподаватель




Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.



Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-7 — способность критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте
ПСК-3.5 — способность проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники и их элементов
ПСК-3.6 — способность разрабатывать эскизный (технический) проект (аванпроект) по созданию (модернизации) твердотопливных ракетных двигателей и их составных элементов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-7

знания:

Основные методы проектирования РДТТ, этапы развития ракетной техники и перспективы.;

умения:

Способность анализа предпринятых конструкторских решений с выдвижением направления модификации ДУ.;

навыки:

Описания устройства и работы РДТТ и его узлов, сравнение характеристик. Расчет основных энергетических показателей РДТТ..

ПСК-3.5

знания:

Область применения и специфика конструкции РДТТ. Особенности внутрикамерных процессов и требования, предъявляемые к конструкции. Особенности функционирования и управления параметрами РДТТ.;

умения:

Соотнести энергетические показатели РДТТ и особенности схемных решений конструкции в условиях эксплуатации. Обосновать выбор вида топлива и ТЗП.;

навыки:

Произвести поиск, систематизацию и анализ информации по конструктивным решениям РДТТ..

ПСК-3.6

знания:

Конструктивные особенности РДТТ различного назначения, особенности функционирования отдельных элементов конструкции и принцип их разработки.;

умения:

Обосновать выбор конструктивных решений для РДТТ.;

навыки:

Разработки эскизного проекта РДТТ и его узлов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ХИМИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **РАСЧЁТ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментальные исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-7	ПСК-3.5	ПСК-3.6
3	5	Раздел 1. Классификация и область применения РДТТ. Основные энергетические характеристики РД. Классификация и область применения РДТТ. Этапы развития. Энергетические характеристики РД. Тяга РД. Удельный импульс. Пустотный и расчетный режимы истечения из сопла. Импульсные коэффициенты потерь. Зависимость характеристик РД в зависимости от вида топлива.	6	4	4	0	2	10	10	0
3	5	Раздел 2. Химические топлива РДТТ. Основные виды топлива для РДТТ: смесевое, баллистинное. Характеристики топлив. Энергетические характеристики РД в зависимости от назначения изделия и вида топлива. Особенности расчета термогазодинамических характеристик РД.	12	4	4	0	8	15	10	0
3	5	Раздел 3. Основные элементы РДТТ. Конструктивно-компоновочная схема РДТТ. Основные элементы их устройство и назначение: камера, сопловая часть, топливный заряд.	34	24	10	14	10	20	20	30
3	5	Раздел 4. Организация рабочего процесса в КС. Особенности внутрикамерных процессов. Воспламенительные устройства. Виды тепловой защиты РДТТ. Требования к теплозащите элементов конструкции.	28	18	8	10	10	20	20	30
3	5	Раздел 5. Основные элементы автоматики двигателей. Принцип работы ДУ, особенности запуска и останова. Регулирование РДТТ. Система управление вектором тяги. Система дросселирования тяги РДТТ.	24	16	6	10	8	20	20	30
3	5	Раздел 6. Перспективы развития РДТТ. Особенности модернизации РДТТ и их составных частей. Перспективные конструкционные и теплозащитные материалы.	4	2	2	0	2	15	20	10
Всего за 5 семестр			108	68	34	34	40	100	100	100
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Основные элементы РДТТ.	Изучение элементов конструкции РДТТ различного назначения	14
2	Раздел 4. Организация рабочего процесса в КС.	Изучение конструкции воспламенительных устройств и особенностей тепловой защиты элементов конструкции РДТТ различного назначения	10
3	Раздел 5. Основные элементы автоматики двигателей.	Изучение исполнительных механизмов системы управления вектором тяги и систем дросселирования тяги для РДТТ различного назначения	10
Всего за 5 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Классификация и область применения РДТТ. Основные энергетические характеристики РД.	Изучение рекомендуемой литературы	2
2	Раздел 2. Химические топлива РДТТ.	Изучение рекомендуемой литературы	8
3	Раздел 3. Основные элементы РДТТ.	Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к ПЗ	10
4	Раздел 4. Организация рабочего процесса в КС.	Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к ПЗ	10
5	Раздел 5. Основные элементы автоматики двигателей.	Изучение рекомендуемой литературы	8

		литературы. Подготовка к ПЗ	
6	Раздел 6. Перспективы развития РДТТ.	Изучение рекомендуемой литературы.	2
Всего за 5 семестр			40

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5					ВПЗ	ДР			ВПЗ	ДР					ВПЗ	ДР	Тест

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- Тест – тест.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
2. В. П. Белов. . Проектирование элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
3. В. П. Белов. . Сопловые блоки ракетных двигателей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС "Лань";
2. <https://ibooks.ru/> - ЭБС "Айбукс";
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Интерактивная доска;
2. Макеты РДТТ (С-125, Р-31, С-3С).

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению **24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-7 способность критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте;

ПСК-3.5 способность проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники и их элементов;

ПСК-3.6 способность разрабатывать эскизный (технический) проект (аванпроект) по созданию (модернизации) твердотопливных ракетных двигателей и их составных элементов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с устройством и принципом работы РДТТ, требованиями к составным частям ДУ в зависимости от назначения ЛА.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Классификация и область применения РДТТ. Основные энергетические характеристики РД.		
Изучение рекомендуемой литературы	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1.1, 2)	2
Итого по разделу 1		2
Раздел 2. Химические топлива РДТТ.		
Изучение рекомендуемой литературы	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1.3)	8
Итого по разделу 2		8
Раздел 3. Основные элементы РДТТ.		
Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к ПЗ	В. П. Белов. . Проектирование элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1-2)	10
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Организация рабочего процесса в КС.		
Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к ПЗ	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (8, 15.1-15.6) В. П. Белов. . Сопловые блоки ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (4)	10
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Основные элементы автоматики двигателей.		
Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к ПЗ	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (22)	8
Итого по разделу 5		8
Раздел 6. Перспективы развития РДТТ.		
Изучение рекомендуемой литературы.	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (22)	2
Итого по разделу 6		2

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- тест;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Тест

Контроль усвоения лекционного материала включает 20 тестовых вопросов, размещенных в УМК дисциплины. "Зачтено" выставляется при наличии 60% правильных ответов.

Вопросы/задания по темам ПЗ

В ходе занятий студенты изучают устройство препарированных образцов РДТТ и альбомы конструкций. Защита проводится в устной форме и подразумевает ответы на теоретические вопросы по тематике ПЗ (перечень вопросов размещен в УМК дисциплины) и демонстрацию элементов конструкции с использованием имеющегося изделия.

Критерии оценивания выполнения ПЗ:

«сдано» - дано не менее 60% верных ответов на вопросы преподавателя;

«не сдано» - правильных ответов менее 60%.

Экзамен

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

К экзамену допускаются студенты успешно сдавшие тест и выполнившие все ПЗ.

Экзамен проходит в форме ответов на 2 теоретических вопроса по билету. Экзамен считается сданным на оценку:

«хорошо» - не менее 80% полноты правильности ответов на каждый вопрос;

«отлично» - не менее 80% полноты правильности ответов на каждый вопрос, и дополнительные вопросы из списка.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-7	ПСК-3.5	ПСК-3.6	
3	5	Раздел 1. Классификация и область применения РДТТ. Основные энергетические характеристики РД.	6	4	4	0	2	10	10	0	Тест
3	5	Раздел 2. Химические топлива РДТТ.	12	4	4	0	8	15	10	0	Тест
3	5	Раздел 3. Основные элементы РДТТ.	34	24	10	14	10	20	20	30	Вопросы/ задания по темам ПЗ
3	5	Раздел 4. Организация рабочего процесса в КС.	28	18	8	10	10	20	20	30	Вопросы/ задания по темам ПЗ
3	5	Раздел 5. Основные элементы автоматики двигателей.	24	16	6	10	8	20	20	30	Вопросы/ задания по темам ПЗ
3	5	Раздел 6. Перспективы развития РДТТ.	4	2	2	0	2	15	20	10	Тест
Всего за 5 семестр			108	68	34	34	40	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	100	100	