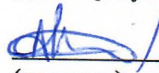


УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета


 Юнаков Л. П.
 (подпись) ФИО
 « 31 » 05 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДУ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ

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	
5	10	4	144	68	34	0	34	76	0	18	58	диф. зач.

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

Кузьмин Алексей Михайлович, к.т.н., доцент



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 ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДУ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ

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:

ПСК-3.4 — способность проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов
ПСК-3.7 — способность выполнять научно-исследовательские работы и разрабатывать отчёты в обеспечении создания перспективных конкурентоспособных двигательных установок и их составных элементов на основе твердотопливных ракетных двигателей

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-3.4

знания:

Представления о материалах, применяемых при изготовлении ракетных двигателей, работающих на смесевых твердых ракетных топливах. Процессы, протекающие с соответствующими материалами в ходе эксплуатации.;

умения:

Умение проводить расчет смесевых композиционных топлив. Определять их характеристики.;

навыки:

Определять составы и свойства смесевых твердых ракетных топлив..

ПСК-3.7

знания:

Знание методологии научных исследований и методов познания.;

умения:

Научное исследование, его направление, виды и типы, объект и предмет, новизна, критерии научности;

навыки:

Выполнять научно-исследовательскую работу и разрабатывать отчеты.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДУ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ, ТЕПЛОПЕРЕДАЧА, ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ПСК-3.1 — Способен разрабатывать проектную и рабочую конструкторскую документацию на ракетно-космическую технику и их составные элементы

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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		ПСК-3.4	ПСК-3.7
5	10	Раздел 1. Введение. Основы теории о полимерах. Наука, научное творчество, методология научных исследований и методы познания. Лекция 1. Краткая справка о РДТТ и используемых в них композиционных материалах. Лекция 2. Тенденция роста производства композиционных материалов. Лекция 3. Основы теории наук о полимерах. Классификация. Строение и свойство полимеров и полимерных материалов. Лекция 4. Наука, научное творчество, методология научных исследований и методы познания. Лекция 5. Научное исследование, его направление, виды и типы, объект и предмет, новизна, критерий научности.	42	22	11	11	20	30	50
5	10	Раздел 2. Характеристики и параметры. Свойства. Фазовые диаграммы. Научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа. Лекция 1. Характеристики и параметры полимеров. 2. Состав, молекулярная масса, распределение, отношение к температуре и механических нагрузкам, реологические свойства, теплофизические и термохимические свойства. Лекция 3. Совместимость полимерных компонентов в дисперсных системах. Фазовые диаграммы состояния полимерных систем. Лекция 4. Научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа, их сущность, задачи, содержание, этапы и документы.	40	20	10	10	20	30	40
5	10	Раздел 3. Композиционные материалы. Лекция 1. Композиционные полимерные материалы. Состав и характеристики компонентов. Стандарты. Лекция 2. Композиционные полимерные материалы силовой оболочки. Лекция 3. Композиционные полимерные материалы: твердые ракетные топлива. Лекция 4. Применение наноразмерных частиц. Лекция 5. Катализаторы горения.	62	26	13	13	36	40	10
Всего за 10 семестр			144	68	34	34	76	100	100
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение. Основы теории о полимерах. Наука, научное творчество, методология научных исследований и методы познания.	1. Анализ изменения дальности полета ракеты в зависимости от ее массы 2. Анализ тенденции роста производства композиционных материалов 3. Анализ изменения прочностных характеристик и плотности стеклопластика в сравнении с металлами	11
2	Раздел 2. Характеристики и параметры. Свойства. Фазовые диаграммы. Научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа.	1. Основные положения теории молекулярного строения 2. Свойства полимеров, растворы полимеров 3. Радикальная полимеризация 4. Ионная полимеризация	10
3	Раздел 3. Композиционные материалы.	1. Изучение форм зарядов твердого топлива 2. Параметры заряда 3. Расчет смесей твердых ракетных топлив 4. Свойства и составы твердых топлив	13
Всего за 10 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение. Основы теории о полимерах. Наука, научное творчество, методология научных исследований и методы познания.	Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	20
2	Раздел 2. Характеристики и параметры. Свойства. Фазовые диаграммы. Научно-исследовательская и	Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и	20

	опытно-конструкторская работа.	рекомендуемой литературе	
3	Раздел 3. Композиционные материалы.	Изучение материала по теме раздела	36
Всего за 10 семестр			76

3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Аналитический раздел.	1 - 3	4
Этап 2. Патентный поиск.	3 - 5	4
Этап 3. Выбор типа разрабатываемого композитного топлива. Проведение термодинамических расчетов.	6 - 12	4
Этап 4. Разработка композитного топлива. Заключение.	12 - 16	4
Этап 5. Подготовка к сдаче материалов.	16 - 17	2
Всего за 10 семестр		18

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
10	КПос		КПос		Отч. по ПЗ	ДР		КПос		ДР		КПос	Отч. по ПЗ		КР	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- КР – курсовая работа;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- курсовая работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Евсеев. . Наука и научные исследования в инженерном деле: история и современность. СПб.: Арт.Экспресс, 2022, 24 экз.
2. В. И. Кодолов, В. В. Кодолова-Чухонцева, М. Р. Королева. . Композиционные полимерные материалы в ракетных двигателях твердого топлива. Санкт-Петербург: Лань, 2022, 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. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
4. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань.

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. Проектор.

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 **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДУ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ** 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:

ПСК-3.4 способность проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов;

ПСК-3.7 способность выполнять научно-исследовательские работы и разрабатывать отчёты в обеспечении создания перспективных конкурентоспособных двигательных установок и их составных элементов на основе твердотопливных ракетных двигателей.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением перспективных технологий, композитных материалов, полимеров.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- курсовая работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 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. Введение. Основы теории о полимерах. Наука, научное творчество, методология научных исследований и методы познания.		
Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. И. Евсеев. . Наука и научные исследования в инженерном деле: история и современность: СПб.: Арт.Экспресс, 2022 (2-3) В. И. Кодолов, В. В. Кодолова-Чухонцева, М. Р. Королева. . Композиционные полимерные материалы в ракетных двигателях твердого топлива: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1)	20
Итого по разделу 1		20
Раздел 2. Характеристики и параметры. Свойства. Фазовые диаграммы. Научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа.		
Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. И. Кодолов, В. В. Кодолова-Чухонцева, М. Р. Королева. . Композиционные полимерные материалы в ракетных двигателях твердого топлива: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (2-3) В. И. Евсеев. . Наука и научные исследования в инженерном деле: история и современность: СПб.: Арт.Экспресс, 2022 (4-5)	20
Итого по разделу 2		20
Раздел 3. Композиционные материалы.		
Изучение материала по теме раздела	В. И. Кодолов, В. В. Кодолова-Чухонцева, М. Р. Королева. . Композиционные полимерные материалы в ракетных двигателях твердого топлива: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (4-7)	36
Итого по разделу 3		36

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контроль посещаемости;
- отчет по практическому заданию;
- курсовая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

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.

Контроль посещаемости

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателем в следующих формах:

- оценка работы обучающегося на практических занятиях;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, работа на лекциях.

Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию должен быть аккуратно и грамотно оформлен в соответствии с требованиями по данной дисциплине. Отчет может быть предоставлен в письменной, электронной форме.

Отчет считается сданным, если при собеседовании с преподавателем дано не менее 60% правильных ответов на заданные вопросы.

Варианты практических заданий представлены в УМК дисциплины.

Курсовая работа

Для сдачи курсовой работы необходимо наличие оформленного отчета по ГОСТ 7.32, презентации не более 10 слайдов, но не менее 7. Оценка "удовлетворительно": предоставлен отчет, презентация, выступление. Оценка «хорошо»: полнота ответа на вопросы при выступлении: не менее 80% по каждому вопросу.

Оценка «отлично»: полнота ответа на вопросы выступления: не менее 80% по каждому вопросу.

Вопросы к дифференцированному зачету

1. Что такое РДТТ
2. Используемые в РДТТ полимерные материалы
3. Полимерные материалы
4. Основы теории о полимерах
5. Классификация полимеров
6. Основные определения в химии, физикохимии и физике полимеров.
7. Основные реакции получения полимеров.
8. Номенклатура некоторых полимеров.
9. Полимерные композиции.
10. Компоненты полимерных композиций.
11. Совместимость полимерных компонентов.
12. Краткая информация о неполимерных компонентах.
13. Композиционные полимерные материалы.
14. Основные определения, классификация композиционных полимерных материалов, продолжения по оценке характеристик КПМ.
15. Основные определение, классификация композиционных полимерных материалов.
16. Композиционные полимерные материалы силовой оболочки.

17. Композиционные полимерные материалы: термозащитные
18. Композиционные полимерные материалы: огнезащитные
19. Наружная теплозащита
20. Твердые ракетные топлива
21. Краткие сведения о химической физике, горении и взрыве.
22. Состав смесевых твердых ракетных топлив
23. Особенности горения смесевых топлив
24. Формирование научного отчета: структура, этапы.
25. Сущность, задачи и содержание научно-исследовательской работы.

Дифференцированный зачет

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.

Для получения оценки «удовлетворительно» необходимо пройти 3 тестирования в течение семестра с результатами не менее 60% правильных ответов.

Для получения оценок «хорошо» и «отлично» студенту предлагается ответить на вопросы в форме ответов по билету. В билете два теоретических вопроса. Оценивается полнота и правильность ответа по билету.

Оценка «хорошо»: полнота ответа на вопросы билета: не менее 80% по каждому вопросу.

Оценка «отлично»: полнота ответа на вопросы билета: не менее 80% по каждому вопросу.

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		ПСК-3.4	ПСК-3.7	
5	10	Раздел 1. Введение. Основы теории о полимерах. Наука, научное творчество, методология научных исследований и методы познания.	42	22	11	11	20	30	50	Контроль посещаемости
5	10	Раздел 2. Характеристики и параметры. Свойства. Фазовые диаграммы. Научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа.	40	20	10	10	20	30	40	Контроль посещаемости, Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 3. Композиционные материалы.	62	26	13	13	36	40	10	Отчет по практическому заданию, Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа
Всего за 10 семестр			144	68	34	34	76	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100	