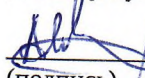


УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета


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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОУСТАНОВОК НАЗЕМНОГО ПРИМЕНЕНИЯ НА БАЗЕ РД

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	
4	7	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

Левихин Артем Алексеевич, к.т.н., заведующий кафедрой



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
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОУСТАНОВОК НАЗЕМНОГО ПРИМЕНЕНИЯ НА БАЗЕ РД

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

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-7

знания:

- основные типы и принципы действия ПГГ и ВТР;
- основные типы топлив и генерируемые рабочие тела, а также их энергетические характеристики;
- схемы, конструкции, процессы, а также общие вопросы касательно проектирования и конструирования установок народнохозяйственного назначения на базе РД;;

умения:

- широко применять в своей работе средства вычислительной техники;
- отличать материалы, конструктивные особенности и компоновки ПГГ и ВТР в зависимости от назначения энергоустановки;
- анализировать достижения энергетической техники;

навыки:

- исследовать влияния геометрических и режимных параметров на процессы в испарительной камере трехкомпонентного парогазогенератора, исследовать влияния режимных параметров высокотемпературного реактора на термодинамические характеристики и состав генерируемого рабочего тела;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОУСТАНОВОК НАЗЕМНОГО ПРИМЕНЕНИЯ НА БАЗЕ РД** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **АЭРОГАЗОДИНАМИКА, ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **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-3.4 — Способен проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов

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
4	7	Раздел 1. Установки народнохозяйственного назначения на базе газотурбинных и ракетных двигателей. Установки на базе ГТД. Классификация, принципиальные и пневмогидравлические схемы. Установки на базе РД. Классификация, принципиальные и пневмогидравлические схемы.	22	12	12	0	10	25
4	7	Раздел 2. Конверсия ракетных двигателей в химические генераторы концентрированных потоков энергии. Термодинамические и теплофизические свойства топлив и генерируемых рабочих тел. Конструктивные схемы, особенности организации внутрикамерных процессов генераторов рабочего тела со специальными теплофизическими характеристиками на примере трехкомпонентного парогазогенератора. Конструктивные схемы, особенности организации внутрикамерных процессов генераторов рабочего тела специального химического состава на примере высокотемпературного реактора.	32	22	6	16	10	25
4	7	Раздел 3. Теоретические основы и инженерные методики проектирования и конструирования трехкомпонентного парогазогенератора и высокотемпературного реактора. Теоретические основы и инженерные методики проектирования и конструирования трехкомпонентного парогазогенератора и высокотемпературного реактора.	38	28	10	18	10	25
4	7	Раздел 4. Оптимизация и настройка режимных параметров установки с трехкомпонентным парогазогенератором. Оптимизация и настройка режимных параметров установки с трехкомпонентным парогазогенератором.	16	6	6	0	10	25
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	100
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Конверсия ракетных двигателей в химические генераторы концентрированных потоков энергии.	Изучение конструкции трехкомпонентного парогазогенератора	8
2		Изучение конструкции высокотемпературного реактора	8
3	Раздел 3. Теоретические основы и инженерные методики проектирования и конструирования трехкомпонентного парогазогенератора и высокотемпературного реактора.	Исследование влияния геометрических и режимных параметров на процессы в испарительной камере трехкомпонентного парогазогенератора (численный эксперимент)	10
4		Исследование влияния режимных параметров высокотемпературного реактора на термодинамические характеристики и состав генерируемого рабочего тела (численный эксперимент)	8
Всего за 7 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Установки народнохозяйственного назначения на базе газотурбинных и ракетных двигателей.	Изучение литературы по разделу согласно списку литературы	10
2	Раздел 2. Конверсия ракетных двигателей в химические генераторы концентрированных потоков энергии.	Изучение литературы по разделу согласно списку литературы	10
3	Раздел 3. Теоретические основы и инженерные методики	Изучение литературы	10

	проектирования и конструирования трехкомпонентного парогазогенератора и высокотемпературного реактора.	по разделу согласно списку литературы	
4	Раздел 4. Оптимизация и настройка режимных параметров установки с трехкомпонентным парогазогенератором.	Изучение литературы по разделу согласно списку литературы	10
Всего за 7 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
7					Отч. по ПЗ	ДР				ДР				Отч. по ПЗ		ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Колл – коллоквиум.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- коллоквиум.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Левихин, А. М. Кузьмин. . Теория горения и химическая термодинамика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 42 экз.
2. А. А. Левихин, А. М. Кузьмин. . Теория горения и химическая термодинамика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.
3. А. В. Григорьев, В. А. Митрофанов, О. А. Рудаков. . Теория камеры сгорания. СПб.: Наука, 2010, 10 экз.
4. В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
5. Л. П. Юнаков. . Параметры и термодинамические циклы авиационных газотурбинных двигателей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 36 экз.
6. М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, эл. рес.
7. Ю. В. Анискевич, А. А. Левихин. . Основы устройства и теории ЖРД. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 26 экз.
8. Ю. В. Анискевич, А. А. Левихин. . Основы устройства и теории ЖРД. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.
9. Ю. Н. Филимонов, Ю. В. Анискевич. . Проектирование внутрикамерных процессов и охлаждение двигателей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 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://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://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 **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОУСТАНОВОК НАЗЕМНОГО ПРИМЕНЕНИЯ НА БАЗЕ РД** 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.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением критических технологий на базе газотурбинных и ракетных двигателей для наземных энергоустановок и энергокомплексов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- коллоквиум.

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. Установки народнохозяйственного назначения на базе газотурбинных и ракетных двигателей.		
Изучение литературы по разделу согласно списку литературы	А. В. Григорьев, В. А. Митрофанов, О. А. Рудаков. . Теория камеры сгорания: СПб.: Наука, 2010 (1) Л. П. Юнаков. . Параметры и термодинамические циклы авиационных газотурбинных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-2) В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1-2) А. А. Левихин, А. М. Кузьмин. . Теория горения и химическая термодинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Конверсия ракетных двигателей в химические генераторы концентрированных потоков энергии.		
Изучение литературы по разделу согласно списку литературы	Ю. В. Анискевич, А. А. Левихин. . Основы устройства и теории ЖРД: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (4) Ю. Н. Филимонов, Ю. В. Анискевич. . Проектирование внутрикамерных процессов и охлаждение двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (3) А. А. Левихин, А. М. Кузьмин. . Теория горения и химическая термодинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (2-3)	10
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Теоретические основы и инженерные методики проектирования и конструирования трехкомпонентного парогазогенератора и высокотемпературного реактора.		
Изучение литературы по разделу согласно списку литературы	М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (4) Ю. Н. Филимонов, Ю. В. Анискевич. . Проектирование внутрикамерных процессов и охлаждение двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (4) Ю. В. Анискевич, А. А. Левихин. . Основы устройства и теории ЖРД: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (3)	10
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Оптимизация и настройка режимных параметров установки с трехкомпонентным парогазогенератором.		
Изучение литературы по разделу согласно	Ю. В. Анискевич, А. А. Левихин. . Основы устройства и теории ЖРД: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова,	10

<p>списку литературы</p>	<p>2016 (3)</p> <p>М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (4)</p> <p>Ю. Н. Филимонов, Ю. В. Анискевич. . Проектирование внутрикамерных процессов и охлаждение двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (4)</p>	
<p>Итого по разделу 4</p>		<p>10</p>

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- коллоквиум;
- 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.

Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном методическими указаниями к практической работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Оценивается полнота и качество оформления отчета, соответствие заданию, верность полученных результатов, способность их объяснить.

Отчет принимается и работа считается выполненной при выполнении требований к оформлению отчета и получении не менее 60% правильных ответов на заданные вопросы преподавателя.

Комплект ПЗ представлен в УМК дисциплины.

Коллоквиум

Коллоквиум включает в себя ответы студента на два теоретических вопроса по пройденному материалу и представленным результатам проведенного численного эксперимента по практическим занятиям раздела 2. Коллоквиум считается сданным при ответе на два вопроса при степени полноты ответа не менее 50% по каждому.

Перечень вопросов к коллоквиуму ходит в состав УМК дисциплины.

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.

Экзамен проводится в форме устных ответов на вопросы экзаменационного билета.

Оценка за экзамен выставляется по результатам ответов 2 вопроса экзаменационного билета:

«отлично» - полный ответ на 2 вопроса билета и возможные дополнительные вопросы;

«хорошо» - незначительные замечания на ответы по 2 основным вопросам и неполные ответы на дополнительные вопросы;

«удовлетворительно» - неполные ответы на 2 вопроса билета, отсутствие ответов на отдельные дополнительные вопросы;

«неудовлетворительно» - неполный ответ на один вопрос билета, отсутствие ответа на второй и дополнительные вопросы.

Перечень экзаменационных вопросов представлен в УМК дисциплины.

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	
4	7	Раздел 1. Установки народнохозяйственного назначения на базе газотурбинных и ракетных двигателей.	22	12	12	0	10	25	Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 2. Конверсия ракетных двигателей в химические генераторы концентрированных потоков энергии.	32	22	6	16	10	25	Коллоквиум, Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 3. Теоретические основы и инженерные методики проектирования и конструирования трехкомпонентного парогазогенератора и высокотемпературного реактора.	38	28	10	18	10	25	Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 4. Оптимизация и настройка режимных параметров установки с трехкомпонентным парогазогенератором.	16	6	6	0	10	25	Отчет по практическому заданию
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	