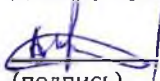


УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета


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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.04.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Аэродинамика, гидродинамика и процессы теплообмена двигателей летательных аппаратов
Уровень высшего образования	Магистратура
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	
6	11	3	108	34	0	0	34	74	0	0	74	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

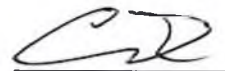
24.04.05 Двигатели летательных аппаратов

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ

Савченко Григорий Борисович, 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 ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

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-1.05 — способность составлять описание принципов действия и устройства проектируемых деталей и узлов машиностроительных конструкций с обоснованием принятых технических решений

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-1.05

знания:

на уровне представлений:

- конструкции и принципиальные схемы существующих и перспективных двигателей космических летательных аппаратов, включая двигатели ориентации и стабилизации;

на уровне воспроизведения:

- методы расчета и проектирования реактивных двигателей малой тяги;

на уровне понимания:

- модели и алгоритмы расчета, проектирования и испытаний ЖРДМТ и РДТТМТ;

умения:

теоретические:

- методы и алгоритмы работы двигателей КЛА;

практические:

- проектирование двигателей КЛА;

навыки:

- расчет и проектирование двигателей КЛА.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.05 Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ДВИГАТЕЛИ ДВУХСРЕДНЫХ АППАРАТОВ, ОБОСНОВАНИЕ ОБЛИКА РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С НАГНЕТАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ ПОДАЧИ, ТЕОРИЯ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕНА И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТИ, ТЕОРИЯ И ТЕХНИКА ГИДРОАЭРОМЕХАНИЧЕСКОГО И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТОВ**.

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-2 — Способен использовать современные информационные технологии при выполнении научных исследований и разработок; использовать стандартные пакеты прикладных программ; способен к алгоритмизации процесса вычислений при проведении исследований; организовывать и соблюдать требования информационной безопасности в профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен участвовать в работе проектно-конструкторских подразделений по разработке проектных решений двигателей летательных аппаратов на всех этапах жизненного цикла
- ПСК-1.01 — способен осуществлять сбор, анализ и систематизацию исходных информационных данных для проектирования космической и ракетной техники, анализировать состояние и перспективы развития как космической и ракетной техники в целом, так и ее отдельных направлений
- ПСК-1.02 — Способен выполнять научные исследования в составе научно-исследовательских групп, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ результатов
- ПСК-1.03 — Способен проводить экспериментальные исследования с использованием автоматизированных систем регистрации и обработки информации
- ПСК-1.04 — Способен проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей
- ПСК-1.05 — Способен составлять описание принципов действия и устройства проектируемых деталей и узлов машиностроительных конструкций с обоснованием принятых технических решений
- ПСК-1.06 — Способен разрабатывать планы, программы и методики проведения испытаний двигателей и энергоустановок ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей

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, % ПСК-1.05
				ВСЕГО	Практические занятия		
6	11	Раздел 1. Общие сведения о ЖРДМТ. Классификация, отличительные особенности, устройство, расчет и испытания ЖРДМТ.	44	14	14	30	40
6	11	Раздел 2. Характеристики ЖРДМТ. Классификация, отличительные особенности, устройство, расчет и испытания РДТТ МТ.	32	10	10	22	30
6	11	Раздел 3. Электрореактивные двигатели КЛА. Электромагнитные, электростатические, электротермические, ионно – холловские. Классификация, устройство, принцип работы и основы расчета.	32	10	10	22	30
Всего за 11 семестр			108	34	34	74	100
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общие сведения о ЖРДМТ.	Устройство и особенности ЖРДМТ	5
2		Расчет ЖРДМТ	5
3		Испытания ЖРДМТ	4
4	Раздел 2. Характеристики ЖРДМТ.	Устройство и расчет РДТТ МТ	8
5		Испытания РДТТ МТ	2
6	Раздел 3. Электрореактивные двигатели КЛА.	Классификация, устройство и принципы работы электрореактивных двигателей	5
7		Методы расчета электрореактивных двигателей	5
Всего за 11 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие сведения о ЖРДМТ.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка отчета по индивидуальному практическому заданию.	30
2	Раздел 2. Характеристики ЖРДМТ.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка отчета по индивидуальному практическому заданию.	22
3	Раздел 3. Электрореактивные двигатели КЛА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка отчета по индивидуальному практическому заданию.	22
Всего за 11 семестр			74

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
11				ВПЗ		ДР		ИПЗ		ДР	ВПЗ	ИПЗ		ВПЗ		ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Разработка РДТТ с оптимальными параметрами. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 44 экз.
2. А. Г. Минашин, Б. Б. Петрикевич. Основы теории и проектирования жидкостных ракетных двигателей малой тяги. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014, эл. рес.
3. В. И. Ермолаев. . Двигательные установки космических летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 205 экз.
4. В. П. Белов. . Испытания ракетных двигателей на твёрдом топливе. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 42 экз.
5. И. Н. Гречух, Л. И. Гречух. . Жидкостные ракетные двигатели. Омск: ОмГТУ, 2017, эл. рес.
6. М. В. Добровольский. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016, эл. рес.
7. М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, 100 экз.
8. О. Н. Фаворский, В. В. Фишгойт, Е. И. Янтовский. . Основы теории космических электрореактивных двигательных установок. М.: Высшая школа, 1978, 10 экз.
9. С. К. Савельев, В. Н. Емельянов, Б. Я. Бендерский. . Экспериментальные методы исследования газодинамики РДТТ. СПб.: Недра, 2007, 11 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Авиакосмическое приборостроение;
2. Вестник воздушно-космической обороны;
3. Двигатель.

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://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
4. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

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. Практические занятия:

1. Интерактивная доска.

6.2. 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 **ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.04.05 *Двигатели летательных аппаратов*. 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-1.05 способность составлять описание принципов действия и устройства проектируемых деталей и узлов машиностроительных конструкций с обоснованием принятых технических решений.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с расчетом и проектированием двигательных установок космических летательных аппаратов.

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;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 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. Общие сведения о ЖРДМТ.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка отчета по индивидуальному практическому заданию.	И. Н. Гречух, Л. И. Гречух. . Жидкостные ракетные двигатели: Омск: ОмГТУ, 2017 (1-6) М. В. Добровольский. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (1-6, 9) М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (1-6, 9) А. Г. Минашин, Б. Б. Петрикевич. Основы теории и проектирования жидкостных ракетных двигателей малой тяги: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014 (1-3)	30
Итого по разделу 1		30
Раздел 2. Характеристики ЖРДМТ.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка отчета по индивидуальному практическому заданию.	. Разработка РДТТ с оптимальными параметрами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-6) В. П. Белов. . Испытания ракетных двигателей на твёрдом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-9) С. К. Савельев, В. Н. Емельянов, Б. Я. Бендерский. . Экспериментальные методы исследования газодинамики РДТТ: СПб.: Недра, 2007 (3-6)	22
Итого по разделу 2		22
Раздел 3. Электрореактивные двигатели КЛА.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка отчета по индивидуальному практическому заданию.	В. И. Ермолаев. . Двигательные установки космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (3-6) О. Н. Фаворский, В. В. Фишгойт, Е. И. Янтовский. . Основы теории космических электрореактивных двигательных установок: М.: Высшая школа, 1978 (Глава III)	22

Итого по разделу 3	22
--------------------	----

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- индивидуальное практическое задание;
- 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.

Вопросы/задания по темам ПЗ

Вопросы по темам ПЗ предназначены для контроля усвоения учебного материала соответствующих разделов дисциплины.

Перечень вопросов по темам представлены в УМК дисциплины.

Индивидуальное практическое задание

Индивидуальное практическое задание выполняется для каждого раздела дисциплины и направлено на контроль усвояемости учебного материала этих разделов.

Варианты практических заданий представлены в УМК дисциплины.

Отчет по заданию предоставляется в свободной форме в электронном виде или (по желанию студента) на материальном носителе.

Задание считается выполненным по факту предоставления (сдано/не сдано), при условии правильно выполненных расчетов и соответствия заданию.

Задание считается не выполненным и возвращается на доработку, если не соответствует заданию, или если расчетная часть выполнена с ошибками.

Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы к дифференцированному зачету охватывают весь курс в соответствии с программой и представлены в УМК дисциплины

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.

Необходимым условием получения дифференцированного зачёта является выполнение трех практических заданий. Зачет проводится в форме устных ответов студента на теоретические вопросы к дифференцированному зачету. Оценивается полнота и правильность ответа:

"Отлично" ставится при полноте ответа на теоретические вопросы не менее 80%.

"Хорошо" - при полноте ответа на теоретические вопросы 60 - 80%.

"Удовлетворительно" - при полноте ответа на теоретические вопросы не менее 50%.

"Не зачтено" - при полноте ответа менее 50% по курсу.

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	Практические занятия		ПСК-1.05	
6	11	Раздел 1. Общие сведения о ЖРДМТ.	44	14	14	30	40	Вопросы/задания по темам ПЗ, Индивидуальное практическое задание
6	11	Раздел 2. Характеристики ЖРДМТ.	32	10	10	22	30	Вопросы/задания по темам ПЗ, Индивидуальное практическое задание
6	11	Раздел 3. Электрореактивные двигатели КЛА.	32	10	10	22	30	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету, Индивидуальное практическое задание
Всего за 11 семестр			108	34	34	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100	