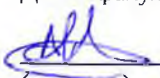


УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВРД

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок
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	6	4	144	85	51	0	34	59	0	0	59	экз.
4	7	3	108	51	17	0	34	57	36	0	21	диф. зач.
ВСЕГО		7	252	136	68	0	68	116	36	0	80	

## 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 составили:

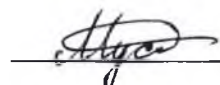
Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ  
АППАРАТОВ

Юнаков Леонид Павлович, к.т.н., доцент



Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ  
АППАРАТОВ

Мустейкис Антон Иванович, 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**

## **ТЕОРИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВРД**

### **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-1.1 — способность разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования
ПСК-1.3 — способность выполнять расчёты простых систем, деталей и узлов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-1.1**

*знания:*

Авиационные правила и нормативные документы (ГОСТы, ОСТы); теорию и конструкцию различных типов двигателей; характеристики и особенности конструкции отечественных двигателей и их иностранных аналогов;

*умения:*

Формулирование назначения и функциональных признаков предмета проектирования; разработка конструкторской, эксплуатационной и ремонтной документации на ГТД и стендовое оборудование;

*навыки:*

Увязки деталей и сборочных единиц ДСЕ ГТД и стендового оборудования.

### **ПСК-1.3**

*знания:*

Типы систем охлаждения тепло-напряжённых деталей двигателя; основные критерии проектирования турбомашин и влияние этих критериев на характеристики;

*умения:*

Применять уравнения теории турбомашин;

*навыки:*

Определения распределения параметров (давлений, температур, расходов) по системам охлаждения двигателя; проектирования и газодинамического расчёта проточных частей лопаточных турбомашин (компрессор, турбина).

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВРД** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕРМОДИНАМИКА, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОПЕРЕДАЧА, ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК.**

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-1.1 — Способен разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования
- ПСК-1.3 — Способен выполнять расчёты простых систем, деталей и узлов
- ПСК-1.7 — Способен производить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующих двигателей летательных аппаратов и их элементов

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 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-1.1	ПСК-1.3
3	6	Раздел 1. Введение в общие вопросы теории ВРД. 1.1 Основные типы и принцип действия ВРД. Удельные параметры. 1.2 Идеальный и реальный циклы ВРД. 1.3 Повышение эффективности использования топлива (Форсирование ТРД-ТРДФ). 1.4 Работа ВРД как двигателя: тяга, мощность, полетный КПД. Взаимосвязь коэффициентов полезного действия. 1.5 Источники энергии ВРД.	17	7	7	0	10	10	10
3	6	Раздел 2. Основные узлы газотурбинных двигателей (ИД) и их характеристики. 2.1 Входные устройства для дозвуковых и небольших сверхзвуковых скоростей полета. 2.2 Компрессоры ВРД. 2.3 Камеры сгорания. 2.4 Турбины. 2.5 Выходные устройства. Общие вопросы компоновки газотурбинных двигателей. Конструктивное схемное решение ГТД, силовые схемы корпусов, роторов, крепление на ЛА. Усилия, действующие в ГТД. Определение осевых сил, торсионные силы и моменты, действующие на элементы.	54	35	11	24	19	25	25
3	6	Раздел 3. Термогазодинамический расчет ТРД и ТРДФ на расчетном режиме. 3.1 Баланс расходов в проточной части двигателя, изменение энтальпии, полного давления. Баланс мощностей и чисел оборотов ротора. 3.2 Порядок расчета баланса. 3.3 Зависимость удельной тяги и удельного расхода топлива ТРД и ТРДФ от основных параметров рабочего процесса.	32	22	12	10	10	15	15
3	6	Раздел 4. Характеристики и методы регулирования ТРД и ТРДФ. 4.1 Понятие о характеристиках ГТД и их связи с регулированием. Высотно-скоростные и дроссельные характеристики. 4.2 Закон управления, закон и программа регулирования, параметры регулирования, регулирующие факторы. 4.3 Регулирование по одному, двум, трем параметрам; комбинированные законы регулирования.	20	10	10	0	10	10	10
3	6	Раздел 5. Двухконтурные двигатели (ТРДД). 5.1 Общие сведения. Свободная энергия. Параметры, характеризующие эффективность ТРДД. 5.2 Оптимальная распределение свободной энергии между потоками внутреннего и наружного контуров. 5.3 Расчет параметров ТРДД.	21	11	11	0	10	10	10
Всего за 6 семестр			144	85	51	34	59	70	70
4	7	Раздел 6. Прямоточные двигатели для больших сверхзвуковых (СПВРД) и гиперзвуковых скоростей (ГПВРД) полета. 1.1 Особенности основных видов ПВРД, эффективность ПВРД. 1.2 Методы расчета параметров рабочего процесса. 1.3 Удельные параметры и основные данные ПВРД.	51	26	9	17	25	10	10
4	7	Раздел 7. Проектирование проточной части турбокомпрессорных газотурбинных двигателей. 2.1 Основные цели и исходные данные. Связь конструктивно-геометрических параметров компрессора и турбины ТРДДФ. 2.2 Особенности проектирования проточной части турбин и компрессоров, газогенератора ТРДДФ. 2.3 Проектирование проточной части газогенераторов двухконтурных двигателей. 2.4 Проектирование проточной части турбовентилятора. 2.5 Общая схема формирования облика турбокомпрессоров.	57	25	8	17	32	20	20
Всего за 7 семестр			108	51	17	34	57	30	30
Всего по дисциплине			252	136	68	68	116	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Основные узлы газотурбинных двигателей (ИД) и их характеристики.	Схема и устройство осевого компрессора ТРД	4
2		Схема и устройство осевой турбины ТРД	5
3		Основные элементы, устройство и функционирование системы топливопитания ТРД	5
4		Конструкция и функционирование основной камеры сгорания ТРД. Эскизная проработка чертежей камер сгорания различных типов.	5
5		Система смазки и суфлирования ТРД. Эскизная проработка пневмогидравлической схемы системы смазки и суфлирования.	5
6		Термодинамический расчет ВРД различных схем	10

<b>Всего за 6 семестр</b>			34
7	Раздел 6. Прямоточные двигатели для больших сверхзвуковых (СПВРД) и гиперзвуковых скоростей (ГПВРД) полета.	Разбор практических вопросов расчета и проектирования проточной части ГТД.	13
8		Термогазодинамический расчет двигателя.	4
9	Раздел 7. Проектирование проточной части турбокомпрессорных газотурбинных двигателей.	Разбор практических вопросов расчета и проектирования проточной части ГТД. Эскизы проточной части ГТД различных схем.	17
<b>Всего за 7 семестр</b>			34

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение в общие вопросы теории ВРД.	Проработка теоретического материала	10
2	Раздел 2. Основные узлы газотурбинных двигателей (ИД) и их характеристики.	Проработка теоретического материала	12
3		Оформление отчета по практическому заданию.	7
4	Раздел 3. Термогазодинамический расчет ТРД и ТРДФ на расчетном режиме.	Проработка теоретического материала	5
5		Оформление отчета по практическому заданию.	5
6	Раздел 4. Характеристики и методы регулирования ТРД и ТРДФ.	Проработка теоретического материала	10
7	Раздел 5. Двухконтурные двигатели (ТРДД).	Проработка теоретического материала	10
<b>Всего за 6 семестр</b>			59
8	Раздел 6. Прямоточные двигатели для больших сверхзвуковых (СПВРД) и гиперзвуковых скоростей (ГПВРД) полета.	Оформление отчета по практическому заданию	25
9	Раздел 7. Проектирование проточной части турбокомпрессорных газотурбинных двигателей.	Оформление отчета по практическому заданию	32
<b>Всего за 7 семестр</b>			57

### 3.4. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Формирование технического задания на разработку проточной части ГТД. Анализ двигателя-аналога.	1 - 2	3
Этап 2. Термогазодинамический расчет двигателя.	2 - 5	6
Этап 3. Расчет степеней компрессора.	5 - 8	6
Этап 4. Расчет ступеней турбины.	8 - 11	6
Этап 5. Эскизное проектирование проточной части ГТД.	11 - 17	15
<b>Всего за 7 семестр</b>		36

#### 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
6			ТекК		ТекК	ДР		ТекК	ДР		ТекК			Отч. по ПЗ		ДР	
7					ТекК	ДР		ТекК	ДР		ТекК			Отч. по ПЗ		ДР	КП, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- КП – курсовой проект;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- курсовой проект.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен;
- дифференцированный зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. М. Лабанова, Ю. В. Анискевич, Д. Г. Кравченко. . Устройство газотурбинного двигателя АИ-25. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 34 экз.
2. В. А. Скибин [и др.]. Самолёты и вертолёты. Т. IV-21 Авиационные двигатели . Москва: Машиностроение, 2010, эл. рес.
3. В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. . Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. Москва: Машиностроение, 2020, эл. рес.
4. Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
5. Л. П. Юнаков. . Термодинамический расчёт ТРД и ТРДФ. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 30 экз.

### 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. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <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](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;
2. Препарированные натурные образцы отдельных элементов РД..

### **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 **ТЕОРИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВРД** 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-1.1 способность разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования;

ПСК-1.3 способность выполнять расчёты простых систем, деталей и узлов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением принципа работы воздушно- реактивных двигателей (ВРД), типов ВРД, основных показателей, термодинамических и газодинамических параметров процессов, областей применения различных типов двигательных установок с ВРД.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- курсовой проект.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен;
- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 з.е., 252 ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**116 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 252 ч., из них 136 ч. аудиторных занятий, и 116 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.
<b>Раздел 1. Введение в общие вопросы теории ВРД.</b>		
Проработка теоретического материала	В. А. Скибин [и др.]. Самолёты и вертолёты. Т. IV-21 Авиационные двигатели : Москва: Машиностроение, 2010 (1.1-1.2) В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. . Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Москва: Машиностроение, 2020 (1-5)	10
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Основные узлы газотурбинных двигателей (ИД) и их характеристики.</b>		
Проработка теоретического материала	В. А. Скибин [и др.]. Самолёты и вертолёты. Т. IV-21 Авиационные двигатели : Москва: Машиностроение, 2010 (2.4-2.7) А. М. Лабанова, Ю. В. Анискевич, Д. Г. Кравченко. . Устройство газотурбинного двигателя АИ-25: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1)	12
Оформление отчета по практическому заданию.	В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. . Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Москва: Машиностроение, 2020 (2-4)	7
Итого по разделу 2		19
<b>Раздел 3. Термогазодинамический расчет ТРД и ТРДФ на расчетном режиме.</b>		
Проработка теоретического материала	В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. . Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Москва: Машиностроение, 2020 (8)	5
Оформление отчета по практическому заданию.	Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1) Л. П. Юнаков. . Термодинамический расчёт ТРД и ТРДФ: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1)	5
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Характеристики и методы регулирования ТРД и ТРДФ.</b>		
Проработка теоретического материала	В. А. Скибин [и др.]. Самолёты и вертолёты. Т. IV-21 Авиационные двигатели : Москва: Машиностроение, 2010 (3.4)	10
Итого по разделу 4		10
<b>Раздел 5. Двухконтурные двигатели (ТРДД).</b>		
Проработка теоретического материала	В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. . Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Москва: Машиностроение, 2020 (9)	10
Итого по разделу 5		10
<b>Раздел 6. Прямоточные двигатели для больших сверхзвуковых (СПВРД) и гиперзвуковых скоростей (ГПВРД) полета.</b>		

Оформление отчета по практическому заданию	Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2)	25
Итого по разделу 6		25
<b>Раздел 7. Проектирование проточной части турбокомпрессорных газотурбинных двигателей.</b>		
Оформление отчета по практическому заданию	В. А. Скибин [и др.]. Самолёты и вертолёты. Т. IV-21 Авиационные двигатели : Москва: Машиностроение, 2010 (5) Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2)	32
Итого по разделу 7		32

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля;
- курсовой проект;
- экзамен;
- 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.

#### Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практическому занятию.

Прием отчета проходит в форме доклада студента и ответов на вопросы преподавателя.

Критерии оценивания: отчет считается принятым при получении не менее двух правильных ответов.

Перечень вопросов входит в состав УМК дисциплины.

Отчет подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов;
- низкое качество графического материала.

Варианты заданий представлены в УМК дисциплины.

#### Вопросы для текущего контроля

Контроль усвоения лекционного учебного материала соответствующих разделов дисциплины проводится в форме устного опроса, в процессе которого требуется дать правильный ответ на один вопрос. Перечень вопросов для текущего контроля представлен в УМК дисциплины.

#### Курсовой проект

Курсовой проект представляется в печатном виде в формате, соответствующим «Положению по содержанию, оформлению, организации выполнения и защиты курсовых проектов и курсовых работ БГТУ.

Защита курсового проекта проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы членов комиссии. В ходе защиты КП обучающиеся должны продемонстрировать культуру речи при изложении своих мыслей, логичность в постановке и изложении материала, необходимые начальные знания по существу обсуждаемой темы.

В случае, если оформление курсового проекта и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает оценку:

- оценка «отлично» выставляется, при правильном выполнении курсового проекта, правильных ответов студента на вопросы преподавателя от 90 до 100%;
- оценка «хорошо» выставляется, при незначительных ошибках в содержании курсового проекта, правильных ответов студента на вопросы преподавателя от 75 до 90%;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, при незначительных ошибках в содержании курсового проекта, правильных ответов студента на вопросы преподавателя от 50 до 75%.
- оценка «не защитил» выставляется, при значительных ошибках в содержании курсового проекта, при допущении принципиальных ошибок в ответах на вопросы преподавателя - правильных ответов менее 50%.

Варианты тем курсовых проектов представлены в 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.

Допуском к сдаче экзамена является выполнение всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий рабочей программы дисциплины 6 семестра.

Оценка за экзамен выставляется по результатам ответов на вопросы билета к экзамену. В билете два вопроса.

Оценивается полнота и правильность ответа по билету.

Ответ на «удовлетворительно»: ответ строго по билету, полнота ответа 60-80% по каждому вопросу.

Ответ на «хорошо»: ответ по билету не менее 80% по каждому вопросу.

Ответ на «отлично»: ответ по билету не менее 80% по каждому вопросу, ответы на 2-3 дополнительных вопроса из списка со степенью полноты ответа не менее 50% по каждому.

Перечень вопросов к экзамену входит в состав 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.

Допуском к сдаче дифференцированного является выполнение всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий рабочей программы дисциплины 7 семестра.

Оценка за дифференцированный зачет выставляется по результатам ответов на вопросы билета к дифференцированному зачету. В билете два вопроса.

Оценивается полнота и правильность ответа по билету.

Ответ на «удовлетворительно»: ответ строго по билету, полнота ответа 60-80% по каждому вопросу.

Ответ на «хорошо»: ответ по билету не менее 80% по каждому вопросу.

Ответ на «отлично»: ответ по билету не менее 80% по каждому вопросу, ответы на 2-3 дополнительных вопроса из списка со степенью полноты ответа не менее 50% по каждому.

Перечень вопросов к зачету входит в состав 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		ПСК-1.1	ПСК-1.3	
3	6	Раздел 1. Введение в общие вопросы теории ВРД.	17	7	7	0	10	10	10	Отчет по практическому заданию, Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 2. Основные узлы газотурбинных двигателей (ИД) и их характеристики.	54	35	11	24	19	25	25	Отчет по практическому заданию, Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 3. Термогазодинамический расчет ТРД и ТРДФ на расчетном режиме.	32	22	12	10	10	15	15	Отчет по практическому заданию, Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 4. Характеристики и методы регулирования ТРД и ТРДФ.	20	10	10	0	10	10	10	Отчет по практическому заданию, Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 5. Двухконтурные двигатели (ТРДД).	21	11	11	0	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
Всего за 6 семестр			144	85	51	34	59	70	70	
4	7	Раздел 6. Прямоточные двигатели для больших сверхзвуковых (СПВРД) и гиперзвуковых скоростей (ГПВРД) полета.	51	26	9	17	25	10	10	Отчет по практическому заданию, Курсовой проект
4	7	Раздел 7. Проектирование проточной части турбокомпрессорных газотурбинных двигателей.	57	25	8	17	32	20	20	Отчет по практическому заданию, Курсовой проект
Всего за 7 семестр			108	51	17	34	57	30	30	
Всего по дисциплине			252	136	68	68	116	100	100	