

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 Юнаков Л. П.  
 (подпись) ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СХЕМЫ И КОМПОНОВКИ ВРД

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование технологических процессов производства авиационных, ракетных 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	
4	7	3	108	85	51	0	34	23	0	18	5	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: 2024

Программу составили:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

Юнаков Леонид Павлович, к.т.н., доцент, 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 СХЕМЫ И КОМПОНОВКИ 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-5.1 — способность разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-5.1**

*знания:*

конструкторской документации на детали и узлы двигателей и средства технологического оснащения;

*умения:*

разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и средства технологического оснащения;

*навыки:*

разработки и выпуска конструкторской документации на детали и узлы двигателей и средства технологического оснащения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СХЕМЫ И КОМПОНОВКИ 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: **ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- 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		ПСК-5.1
4	7	<b>Раздел 1. Принцип работы и схемы ТРД, ТРДФ, ТРДД, ТРДДФ, ТВД.</b> Одновалный одноконтурный ТРД без форсажной камеры. Многовалные двухконтурные ТРД с форсажной камерой. Турбо-винтовые двигатели.	9	6	4	2	3	10
4	7	<b>Раздел 2. Конструктивно-силовая схема ГТД.</b> Силовые системы ГТД. Силовые схемы роторов по радиальным связям. Двухпорные, трехпорные, четырехпорные силовые схемы роторов. Силовые схемы по окружным связям. Силовая схема статора. Схема с внутренней одинарной связью. Схема с внешней одинарной связью. Силовая схема с двойной разомкнутой связью. Силовая схема с двойной замкнутой связью.	16	12	8	4	4	10
4	7	<b>Раздел 3. Компрессоры.</b> Классификация компрессоров. Требования, предъявляемые к компрессорам. Осевые компрессоры (ОК). Конструктивные компоновки ОК. Схемы конструктивных решений для повышения запасов устойчивости ОК. Роторы ОК. Требования, предъявляемые к роторам. Типы и схемы роторов. Схемы и конструкции роторов барабанного, дискового, диско-барабанных роторов. Лопатки компрессора. Требования к лопаткам ОК. Основные элементы лопатки. Соединение лопаток с диском. Соединение лопаток с диском типа ласточкин хвост, елочный замок, проушина (штифтовый замок). Blisk –технология. Направляющие аппараты. Типы и схемы НА. Способы закрепления лопаток в НА. Опоры роторов компрессоров. Уплотнения компрессоров.	23	19	11	8	4	20
4	7	<b>Раздел 4. Турбины.</b> Классификация турбин. Требования, предъявляемые к турбинам. Принцип и схема работы ступени газовой турбины. Конструктивные схемы и типы турбин. Конструктивные компоновки турбин. Лопатки рабочие: Требования, конструкция, соединение с диском. Конструктивные схемы крепления лопаток в сопловых аппаратах. Схемы соединения дисков и валов. Опоры роторов турбин. Схемы охлаждения лопаток турбин. Уплотнения турбин.	21	18	10	8	3	20
4	7	<b>Раздел 5. Корпус и опоры.</b> Типы и схемы корпусов. Фланцевые соединения. Опоры ротора, подшипники, уплотнения опор роторов, Соединительные муфты.	17	14	8	6	3	20
4	7	<b>Раздел 6. Камеры сгорания.</b> Требования, принцип работы и основные конструктивные элементы КС. Основные схемы и компоновка КС. Конструктивные схемы корпусов КС. Схемы и компоновка форсажных камер сгорания.	13	10	6	4	3	10
4	7	<b>Раздел 7. Сопла и выходные устройства ГТД.</b> Схемы и конструкции сопел и ВУ. Регулируемые ВУ ГТД. Схема устройства реверса тяги. Сопла для самолетов вертикального взлета и посадки.	9	6	4	2	3	10
<b>Всего за 7 семестр</b>			108	85	51	34	23	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	85	51	34	23	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Принцип работы и схемы ТРД, ТРДФ, ТРДД, ТРДДФ, ТВД.	Сравнительный анализ основных зависимостей рабочего процесса ТРД и ТРДДФ	2
2	Раздел 2. Конструктивно-силовая схема ГТД.	Сравнительный анализ различных силовых схем ГТД	4
3	Раздел 3. Компрессоры.	Сравнительный анализ формы и профилей лопаток компрессоров	4
4		Сравнительный анализ конструкций роторов различных типов	4
5	Раздел 4. Турбины.	Сравнительный анализ формы и профилей рабочих лопаток турбин	4
6		Сравнительный анализ конструктивно-компоновочных схем турбин различных типов. Графическое изображение схемы монтажных и рабочих зазоров.	4
7	Раздел 5. Корпус и опоры.	Сравнительный анализ различных типов уплотнений. Графическое изображение схемы зазоров динамических уплотнений.	6
8	Раздел 6. Камеры сгорания.	Сравнительный анализ рабочего процесса в камерах сгорания различных типов	4

9	Раздел 7. Сопла и выходные устройства ГТД.	Сравнительный анализ течения в соплах различных схем	2
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Принцип работы и схемы ТРД, ТРДФ, ТРДД, ТРДДФ, ТВД.	Проработка теоретического материала	3
2	Раздел 2. Конструктивно-силовая схема ГТД.	Проработка теоретического материала	4
3	Раздел 3. Компрессоры.	Проработка теоретического материала	4
4	Раздел 4. Турбины.	Оформление отчета по практическому занятию.	2
5		Проработка теоретического материала	1
6	Раздел 5. Корпус и опоры.	Оформление отчета по практическому занятию.	2
7		Проработка теоретического материала	1
8	Раздел 6. Камеры сгорания.	Проработка теоретического материала	3
9	Раздел 7. Сопла и выходные устройства ГТД.	Проработка теоретического материала	3
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>23</b>

### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Формирование технического задания на разработку проточной части ГТД. Анализ двигателя-аналога.	1 - 2	2
Этап 2. Термогазодинамический расчет двигателя.	2 - 5	4
Этап 3. Расчет числа ступеней и определение общих геометрических параметров компрессора	5 - 9	4
Этап 4. Расчет числа ступеней и определение общих геометрических параметров турбины	9 - 14	4
Этап 5. Эскизное проектирование проточной части ГТД	14 - 17	4
<b>Всего за 7 семестр</b>		<b>18</b>

## 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	ВПЗ		ВПЗ		ДР		ВПЗ		ДР		ВПЗ		Отч. по ПЗ		ДР		Вопр.Диф.Зач, КР, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- 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;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- 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. А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 1 Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
2. А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 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. . Термодинамический расчёт ТРД и ТРДФ. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 30 экз.
5. Л. П. Юнаков, А. И. Мустейкис, А. А. Левихин. . Термодинамический расчёт ТРДД и ТРДДФ. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 44 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. <http://www.biblio-online.ru/> — Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — 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](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 **СХЕМЫ И КОМПОНОВКИ 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-5.1 способность разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением различных типов газодинамических и конструктивно-силовых схем воздушно-реактивных двигателей (ВРД), особенностям конструкции и функционирования основных элементов ВРД.

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**23 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 85 ч. аудиторных занятий, и 23 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. Принцип работы и схемы ТРД, ТРДФ, ТРДД, ТРДДФ, ТВД.		
Проработка теоретического материала	Л. П. Юнаков. . Термодинамический расчёт ТРД и ТРДФ: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1) В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. . Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Москва: Машиностроение, 2020 (1) Л. П. Юнаков, А. И. Мустейкис, А. А. Левихин. . Термодинамический расчёт ТРДД и ТРДДФ: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1) А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 1 Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3)	3
Итого по разделу 1		3
Раздел 2. Конструктивно-силовая схема ГТД.		
Проработка теоретического материала	А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 1 Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3)	4
Итого по разделу 2		4
Раздел 3. Компрессоры.		
Проработка теоретического материала	А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (5)	4
Итого по разделу 3		4
Раздел 4. Турбины.		
Оформление отчета по практическому занятию.	А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (8)	2
Проработка теоретического материала		1
Итого по разделу 4		3
Раздел 5. Корпус и опоры.		
Оформление отчета по	А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок.	2

практическому занятию.	Т. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (5-9)	
Проработка теоретического материала		1
Итого по разделу 5		3
<b>Раздел 6. Камеры сгорания.</b>		
Проработка теоретического материала	А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (6)	3
Итого по разделу 6		3
<b>Раздел 7. Сопла и выходные устройства ГТД.</b>		
Проработка теоретического материала	А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (9)	3
Итого по разделу 7		3

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- курсовая работа;
- отчет по практическому заданию;
- 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

Проводится в форме опроса на практическом занятии. Для успешной сдачи необходим один правильный ответ с места.

Перечень вопросов по темам практических занятий входит в состав УМК дисциплины.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Варианты вопросов к дифференцированному зачету входят в состав УМК дисциплины.

#### Курсовая работа

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

Защита курсовой работы проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы членов комиссии. В ходе защиты КР 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 КР и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает оценку:

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

Варианты тем курсовых работ представлены в УМК дисциплины.

#### 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;
- отсутствия правильных результатов проведенного анализа;
- низкое качество графического материала.

Варианты заданий представлены в УМК дисциплины.

### **Дифференцированный зачет**

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

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.

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

Оценка «зачтено-хорошо»: ответ по билету, полнота ответа не менее 80% по каждому вопросу.

Оценка «зачтено-отлично»: ответ по билету, полнота ответа не менее 80% по каждому вопросу и ответы на 2-3 дополнительных вопроса из списка, полнота ответов не менее 50% по каждому вопросу.

Оценка «не зачтено»: полнота ответа менее 60% по каждому вопросу билета.

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-5.1	
4	7	Раздел 1. Принцип работы и схемы ТРД, ТРДФ, ТРДД, ТРДДФ, ТВД.	9	6	4	2	3	10	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 2. Конструктивно-силовая схема ГТД.	16	12	8	4	4	10	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 3. Компрессоры.	23	19	11	8	4	20	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа
4	7	Раздел 4. Турбины.	21	18	10	8	3	20	Отчет по практическому заданию, Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа
4	7	Раздел 5. Корпус и опоры.	17	14	8	6	3	20	Отчет по практическому заданию, Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 6. Камеры сгорания.	13	10	6	4	3	10	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа
4	7	Раздел 7. Сопла и выходные устройства ГТД.	9	6	4	2	3	10	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа
Всего за 7 семестр			108	85	51	34	23	100	
Всего по дисциплине			108	85	51	34	23	100	



## Критерии оценивания

### ПСК-5.1

#### *Вопросы открытого типа:*

- № 1 Перечислите основные типы конструктивно-компоновочных схем ГТД
- № 2 Что такое силовая схема ГТД
- № 3 Состав силовой система ротора и корпуса
- № 4 Какие требования предъявляются к силовой системе
- № 5 Какие схемы силовых корпусов известны
- № 6 Дать описание силового корпуса с внутренней связью
- № 7 Дать описание силового корпуса с одинарной внешней связью между корпусами турбины и компрессора
- № 8 Дать описание силового корпуса с двойной разомкнутой связью между корпусами турбины и компрессора
- № 9 Дать описание силового корпуса с двойной замкнутой связью между корпусами турбины и компрессора
- № 10 Какие конструктивные решения широко применяются в вспомогательных силовых установках (ВСУ)

#### *Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Основным признаком, определяющим схему силового корпуса ГТД является:
  - 1) способ соединения корпуса компрессора с корпусом турбины
  - 2) способ соединения корпуса камеры сгорания с корпусом компрессора
  - 2) способ соединения корпуса камеры сгорания с корпусом турбины
- № 2 Недостатком силового корпуса с одинарной внутренней связью является:
  - 1) сравнительно большая масса
  - 2) сравнительно большие габариты
- № 3 Одинарная внешняя связь между корпусами турбины и компрессора осуществляется с помощью:
  - 1) наружного корпуса камеры сгорания
  - 2) внутреннего корпуса камеры сгорания
- № 4 В схемах силовых корпусов с двойной разомкнутой связью соединение корпусов компрессора и турбины осуществляется:
  - 1) внешней связью с помощью корпуса камеры сгорания и внутренней связью между корпусами подшипника турбины и компрессора
  - 2) двойной внешней и внутренней связями
- № 5 В схемах силовых корпусов с двойной замкнутой связью соединение корпусов компрессора и турбины осуществляется:
  - 1) внешней связью с помощью корпуса камеры сгорания и внутренней связью между корпусами подшипника турбины и компрессора
  - 2) двойной внешней и внутренней связями
- № 6 Замкнутая схема позволяет получить большую жесткость:
  - 1) при сравнительно малой массе корпусов
  - 2) при сравнительно большой массе корпусов
- № 7 Схемы силовых корпусов с одинарной связью обладают:
  - 1) сравнительно малой массой

- № 8 2) сравнительно большой массой  
При одинарной внешней связи между корпусами турбины и компрессора наружный корпус камеры сгорания получается:
- 1) достаточно жестким и может воспринимать большие нагрузки при сравнительно малой массе
- 2) с малой жесткостью и не может воспринимать большие нагрузки при сравнительно малой массе
- № 9 Особенностью двойной разомкнутой схемы является
- 1) силовые элементы не пересекают поток газов перед турбиной
- 2) силовые элементы пересекают поток газов перед турбиной
- № 10 Особенностью двойной замкнутой схемы является
- 1) силовые элементы не пересекают поток газов перед турбиной
- 2) силовые элементы пересекают поток газов перед турбиной