

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННЫХ ГТД

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	
5	9	3	108	85	51	0	34	23	0	0	23	диф. зач.
5	10	3	108	51	17	0	34	57	0	0	57	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	136	68	0	68	80	0	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: 2024

Программу составил:

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

Левихин Артем Алексеевич, к.т.н., доцент, 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 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННЫХ ГТД**

## **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-1.4 — способность планировать и проводить испытания, оформлять отчёты по испытаниям, анализировать и систематизировать полученные данные, формировать требования к испытательным установкам

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-1.4**

*знания:*

Особенностей ГОСТ 7.32

Требований, предъявляемых к испытательным установкам;

Методы и средства измерения, применяемые при испытаниях ГТД;

Основы проведения лётных и стендовых испытаний, основы сертификации АТ;

Примеров экспериментальных баз по испытаниям и узловой доводке;

Порядка сертификации изделий авиационной техники.;

*умения:*

Сформировать отчёт по результатам испытаний двигателя;

Анализировать программу испытаний;

Анализировать и описывать математические функциональные схемы диагностирования;

Разрабатывать программы опытного и сертификационного испытания.;

*навыки:*

Организации и координации работ по испытаниям и диагностированию..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННЫХ ГТД** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ**.

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:

- ПСК-1.4 — Способен планировать и проводить испытания, оформлять отчёты по испытаниям, анализировать и систематизировать полученные данные, формировать требования к испытательным установкам
- 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 6 з.е., 216 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-1.4
5	9	<b>Раздел 1. Испытания, испытательные комплексы и средства.</b> Задачи и методы испытаний. Основные виды испытаний и их классификация Испытательные комплексы, стенды и установки. Системы испытательных стендов. Испытательные средства и оборудование; автоматизация испытаний. Методы измерения основных параметров.	14	10	6	4	4	10
5	9	<b>Раздел 2. Автономные, опытные, серийные и доводочные испытания, сертификационные испытания.</b> Автономные испытания агрегатов. Методология проведения опытных и серийных испытаний. Принципы построения программ опытных испытаний. Способы имитации условий эксплуатации при наземной отработке двигателей. Методы утяжеленных и ускоренных доводочных испытаний, обеспечение заданного уровня надежности при доводочных испытаниях. Сертификация и сертификационные испытания. Авиационные правила. Сертификационный базис. Государственные испытания.	45	35	25	10	10	20
5	9	<b>Раздел 3. Планирование эксперимента.</b> Методы планирования эксперимента. Применение математической теории планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Обработка результатов экспериментов и построение линейной и нелинейной регрессионной модели.	25	20	10	10	5	10
5	9	<b>Раздел 4. Техническая диагностика.</b> Техническая диагностика, ее основные задачи и понятия. Структура технической диагностики. Характеристика как объекта диагностирования Способы и средства инструментального контроля технического состояния ГТД. Получение и обработка диагностической информации. Методы распознавания технического состояния. Диагностическая ценность признаков. Построение оптимального диагностического процесса. Методы определения технического состояния с применением его математической модели.	24	20	10	10	4	20
<b>Всего за 9 семестр</b>			108	85	51	34	23	60
5	10	<b>Раздел 5. Методика проведения испытаний элементов и узлов АД.</b> 1. Натурные и узловые испытания компрессора. 2. Натурные и узловые испытания турбин. 3. Узловые испытания камеры сгорания. 4. Узловые испытания форсажной камеры.	22	8	4	4	14	10
5	10	<b>Раздел 6. Испытательные станции ГТД. Боксы испытательных станций.</b> 1. Назначение испытательных стендов. 2. Требования к испытательному стенду. 3. Боксы, требования к ним. 4. Типы боксов испытательных станций.	29	15	5	10	14	10
5	10	<b>Раздел 7. Приборы и измерительная аппаратура для испытаний АД и их агрегатов. Измерительные приборы.</b> Приборы для измерения температуры. Приборы для измерения давлений. Приборы для измерения сил. Приборы для измерения частоты вращения Приборы для измерения расхода топлива. Приборы для измерения расхода воздуха. Приборы для измерения скорости воздушного потока. Приборы для измерения радиальных зазоров. Приборы неразрушающего контроля и технической диагностики. Приборы для измерения шума. Приборы для измерения эмиссии вредных веществ.	28	14	4	10	14	10
5	10	<b>Раздел 8. Технология ремонта и восстановления работоспособности авиационных двигателей.</b> Ремонтопригодность и системы ремонта. Виды ремонта. Экономическая целесообразность. Роль статистической информации при ремонте АТ. Характерные дефекты изделий. Ремонт воздушных редукторов. Износ элементов конструкции.	29	14	4	10	15	10
<b>Всего за 10 семестр</b>			108	51	17	34	57	40
<b>Всего по дисциплине</b>			216	136	68	68	80	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Испытания, испытательные комплексы и средства.	Испытательные средства и оборудование	1
2		Методы измерения основных параметров	3
3	Раздел 2. Автономные, опытные, серийные и доводочные испытания, сертификационные испытания.	Испытания камер сгорания и газогенераторов	5
4		Подготовка программ опытных и сертификационных испытаний	5
5	Раздел 3. Планирование эксперимента.	Планирование эксперимента. Составление плана. Полного и дробного факторного эксперимента.	5
6		Обработка результатов экспериментов и построение линейной и нелинейной регрессионной модели	5
7	Раздел 4. Техническая диагностика.	Метод Байеса. Построение матрицы диагностических признаков	5

8		Построение и исследование математической модели узла	5
Всего за 9 семестр			34
9	Раздел 5. Методика проведения испытаний элементов и узлов АД.	Испытательные средства и оборудование	2
10		Методы измерения основных параметров	2
11	Раздел 6. Испытательные станции ГТД. Боксы испытательных станций.	Испытания камер сгорания и газогенераторов	5
12		Построение программ опытных испытаний	5
13	Раздел 7. Приборы и измерительная аппаратура для испытаний АД и их агрегатов. Измерительные приборы.	Планирование эксперимента. Составление плана. Полного и дробного факторного эксперимента.	5
14		Обработка результатов экспериментов и построение линейной и нелинейной регрессионной модели	5
15	Раздел 8. Технология ремонта и восстановления работоспособности авиационных двигателей.	Испытательные средства и оборудование	5
16		Построение программ опытных испытаний	5
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. Испытания, испытательные комплексы и средства.	Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ	3
2		Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	1
3	Раздел 2. Автономные, опытные, серийные и доводочные испытания, сертификационные испытания.	Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	3
4		Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ	7
5	Раздел 3. Планирование эксперимента.	Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	1
6		Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ	4
7	Раздел 4. Техническая диагностика.	Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ	3
8		Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	1
Всего за 9 семестр			23
9	Раздел 5. Методика проведения испытаний элементов и узлов АД.	Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	5
10		Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ	9
11	Раздел 6. Испытательные станции ГТД. Боксы испытательных станций.	Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	5
12		Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ	9
13	Раздел 7. Приборы и измерительная аппаратура для испытаний АД и их агрегатов. Измерительные приборы.	Метод Байеса. Построение матрицы диагностических признаков	7
14		Построение и исследование математической модели узла	7
15	Раздел 8. Технология ремонта и восстановления работоспособности авиационных двигателей.	Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	5
16		Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ	10

#### 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
9			Отч. по ПЗ			ДР			Отч. по ПЗ	ДР					Отч. по ПЗ	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.
10			Отч. по ПЗ			ДР			Отч. по ПЗ	ДР					Отч. по ПЗ	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

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

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- 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. В. А. Григорьев, С. П. Кузнецов, А. С. Гишваров. . Испытания авиационных двигателей. Москва: Машиностроение, 2016, эл. рес.
2. В. В. Шикурин, В. И. Запорожец. . Испытания изделий. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 39 экз.
3. В. И. Евсеев. . Методология и планирование инженерного эксперимента, методы обработки результатов. СПб.: Арт.Экспресс, 2022, 24 экз.
4. В. К. Иванов, Л. И. Калягин. . Элементы теории испытаний и эксплуатации систем ракетно-космической техники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
5. И. В. Любимов, С. А. Мешков. . Техническая диагностика сложных систем. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 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. <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;
2. Интерактивная доска.

### **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 **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННЫХ ГТД** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений 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-1.4 способность планировать и проводить испытания, оформлять отчёты по испытаниям, анализировать и систематизировать полученные данные, формировать требования к испытательным установкам.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами и способами испытаний и диагностики технического состояния двигателей летательных аппаратов. Учебный курс предполагает усвоение терминологии, ознакомление с проблемами организаций и конструкциями испытательных стендов и комплексов, методами сбора информации о параметрах двигателей, порядку оформления программ опытных и сертификационных испытаний, основами планирования экспериментов, основам построения и функционирования систем диагностики.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**80 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 136 ч. аудиторных занятий, и 80 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. Испытания, испытательные комплексы и средства.		
Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ	В. А. Григорьев, С. П. Кузнецов, А. С. Гишваров. . Испытания авиационных двигателей: Москва: Машиностроение, 2016 (2)	3
Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы		1
Итого по разделу 1		4
Раздел 2. Автономные, опытные, серийные и доводочные испытания, сертификационные испытания.		
Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	В. А. Григорьев, С. П. Кузнецов, А. С. Гишваров. . Испытания авиационных двигателей: Москва: Машиностроение, 2016 (стр. 264-317)	3
Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ		7
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Планирование эксперимента.		
Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	В. И. Евсеев. . Методология и планирование инженерного эксперимента, методы обработки результатов: СПб.: Арт.Экспресс, 2022 (1-5)	1
Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ		4
Итого по разделу 3		5
Раздел 4. Техническая диагностика.		
Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ	И. В. Любимов, С. А. Мешков. . Техническая диагностика сложных систем: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1)	3
Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы		1
Итого по разделу 4		4
Раздел 5. Методика проведения испытаний элементов и узлов АД.		
Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	В. А. Григорьев, С. П. Кузнецов, А. С. Гишваров. . Испытания авиационных двигателей: Москва: Машиностроение, 2016 (10)	5
Вид СРС-2: подготовка к		9

выполнению ПЗ		
Итого по разделу 5		14
Раздел 6. Испытательные станции ГТД. Боксы испытательных станций.		
Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	В. А. Григорьев, С. П. Кузнецов, А. С. Гишваров. . Испытания авиационных двигателей: Москва: Машиностроение, 2016 (4)	5
Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ		9
Итого по разделу 6		14
Раздел 7. Приборы и измерительная аппаратура для испытаний АД и их агрегатов. Измерительные приборы.		
Метод Байеса. Построение матрицы диагностических признаков	В. В. Шикурин, В. И. Запорожец. . Испытания изделий: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1) В. А. Григорьев, С. П. Кузнецов, А. С. Гишваров. . Испытания авиационных двигателей: Москва: Машиностроение, 2016 (1)	7
Построение и исследование математической модели узла		7
Итого по разделу 7		14
Раздел 8. Технология ремонта и восстановления работоспособности авиационных двигателей.		
Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	В. К. Иванов, Л. И. Калягин. . Элементы теории испытаний и эксплуатации систем ракетно-космической техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (2) В. А. Григорьев, С. П. Кузнецов, А. С. Гишваров. . Испытания авиационных двигателей: Москва: Машиностроение, 2016 (7, 8)	5
Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ		10
Итого по разделу 8		15

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет;
- 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

Оценивается полнота и качество оформления отчета о практической работе, верность алгоритма и полученных результатов, способность их объяснить.

Отчет представляется в печатном виде в формате. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- небрежное выполнение, низкое качество графического материала, не полный ответ
  - отсутствия необходимых разделов, отсутствия необходимого графического материала,
- Практическое занятие считается защищенным при ответе на 5 вопросов по его содержанию.  
Комплект практических заданий входит в состав УМК дисциплины.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы к дифференцированному зачету 9 семестра

1. Задачи и методы испытаний.
2. Особенности испытаний ГТД.
3. Основные виды испытаний и их классификация.
4. Испытательные комплексы, стенды и установки.
5. Системы испытательных стендов.
6. Испытательные средства и оборудование; автоматизация испытаний.
7. Методы измерения основных параметров
8. Автономные испытания агрегатов.
9. Испытания на огнестойкость.
10. Автономные испытания: камер сгорания, газогенераторов, компрессоров, турбин.
11. Методология проведения опытных и серийных испытаний.
12. Принципы построения типовых программ опытных испытаний для определения основных параметров и характеристик. Принципы построения сертификационных программ и их отличия от опытных.
13. Способы имитации условий эксплуатации при наземной отработке двигателей. Моделирование испытаний.
14. Методы утяжеленных и ускоренных доводочных испытаний, обеспечение заданного уровня надежности при доводочных испытаниях.
15. Специальные виды испытаний.
16. Методы планирования эксперимента.
17. Основные задачи и положения метода планирования эксперимента.
18. Применение математической теории планирования эксперимента.
19. Полный факторный эксперимент.
20. Дробный факторный эксперимент.
21. Обработка результатов экспериментов и построение линейной и нелинейной регрессионной модели.
22. Составление сертификационного базиса
23. Предъявление результатов сертификационных испытаний
24. Порядок организации и проведения сертификационных испытаний

Вопросы к дифференцированному зачету 10 семестра

- 1 Испытания турбин и компрессоров.
- 2 Испытания камер сгорания.
- 3 Испытания агрегатов.
- 4 Имитация высотно-климатических условий при наземных испытаниях.
- 5 Особенности испытаний ГТД наземных транспортных средств. Испытания ТВД. Испытания ПВРД.
- 6 Техническая диагностика, ее основные задачи и понятия
- 7 Структура технической диагностики.
- 8 Получение и обработка диагностической информации
- 9 Цели технической диагностики. Основное содержание технической диагностики
- 10 Статистические методы распознавания
- 11 Диагностическая матрица
- 12 Метод последовательного анализа
- 13 Методы статистических решений
- 14 Диагностическая ценность признаков
- 15 Построение оптимального диагностического процесса.
- 16 Характеристика авиационного ГТД как объекта диагностирования
- 17 Способы и средства инструментального контроля технического состояния ГТД
- 18 Методы определения технического состояния ГТД
- 19 Особенности построения математической модели ГТД
- 20 Методы определения технического состояния ГТД с применением его математической модели
- 21 Характеристика систем диагностирования авиационных ГТД в условиях эксплуатации

#### **Дифференцированный зачет**

Допуском к дифференцированному зачету 9 семестра является выполнение всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий рабочей программы дисциплины.

Дифференцированный зачет проводится в форме устных ответов на вопросы. Оценка выставляется по результатам ответов на 2 вопроса:

- «зачтено-отлично» - полный ответ на 2 вопроса и возможные дополнительные вопросы;
- «зачтено-хорошо» - незначительные замечания на ответы по 2 основным вопросам и неполные ответы на дополнительные вопросы;
- «зачтено-удовлетворительно» - неполные ответы на 2 вопроса билета, отсутствие ответов на отдельные дополнительные вопросы;
- «не зачтено» - неполный ответ на один вопрос билета, отсутствие ответа на второй и дополнительные вопросы.

#### **Дифференцированный зачет**

Допуском к сдаче дифференцированного зачета 10 семестра является выполнение всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий рабочей программы дисциплины.

Дифференцированный зачет проводится в форме устных ответов на вопросы. Оценка выставляется по результатам ответов 2 вопроса:

- «зачтено-отлично» - полный ответ на 2 вопроса и возможные дополнительные вопросы;
- «зачтено-хорошо» - незначительные замечания на ответы по 2 основным вопросам и неполные ответы на дополнительные вопросы;
- «зачтено-удовлетворительно» - неполные ответы на 2 вопроса билета, отсутствие ответов на отдельные дополнительные вопросы;
- «не зачтено» - неполный ответ на один вопрос билета, отсутствие ответа на второй и дополнительные вопросы.

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-1.4	
5	9	Раздел 1. Испытания, испытательные комплексы и средства.	14	10	6	4	4	10	Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 2. Автономные, опытные, серийные и доводочные испытания, сертификационные испытания.	45	35	25	10	10	20	Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 3. Планирование эксперимента.	25	20	10	10	5	10	Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 4. Техническая диагностика.	24	20	10	10	4	20	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 9 семестр			108	85	51	34	23	60	
5	10	Раздел 5. Методика проведения испытаний элементов и узлов АД.	22	8	4	4	14	10	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 6. Испытательные станции ГТД. Боксы испытательных станций.	29	15	5	10	14	10	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 7. Приборы и измерительная аппаратура для испытаний АД и их агрегатов. Измерительные приборы.	28	14	4	10	14	10	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 8. Технология ремонта и восстановления работоспособности авиационных двигателей.	29	14	4	10	15	10	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 10 семестр			108	51	17	34	57	40	
Всего по дисциплине			216	136	68	68	80	100	



## Критерии оценивания

### ПСК-1.4

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 О каком изменении технического состояния газотурбинного двигателя может говорить следующее изменение технического состояния двигателя: абразивный износ лопаток компрессора, повреждение лопаток компрессора посторонними предметами, помпаж компрессора, ненормальная работа механизмов перепуска воздуха и ВНА, разрушение подшипников ротора.
- № 2 Приведите пример типового дефекта рабочих лопаток компрессора. Как можно обнаружить такой дефект?
- № 3 Как называется метод диагностики, основанный на анализе состава масла, отработавшего в составе двигателя? Приведите пример дефекта, который можно идентифицировать с помощью трибодиагностики.
- Трибодиагностика  
Вибродиагностика  
Акустика  
Эндоскопирование
- № 4 Назовите простейший инструмент для измерения зазора.
- № 5 Приведите пример типового дефекта соплового аппарата турбины компрессора. Как можно обнаружить такой дефект?
- № 6 Для чего при испытаниях РД используется термобарокамера?
- № 7 Назовите название испытания, которое проходит серийный газотурбинный двигатель после сборки после проведения ремонта. В ходе данного испытания выполняются приработка, настройка, регулировка, проверка работы на основных режимах.
- Предъявительские испытания  
Приёмо-сдаточные испытания  
Исследовательские испытания  
Сертификационные испытания
- № 8 Назовите название испытания, которое проходит серийный газотурбинный двигатель после предъявительского испытания и последующей дефектации. Куда направляется двигатель после проведения данного испытания?
- Предъявительские испытания  
Приёмо-сдаточные испытания  
Исследовательские испытания  
Сертификационные испытания
- № 9 Допускается ли проведение после ремонта совмещенных предъявительских и приёмо-сдаточных испытаний, без промежуточной разборки и дефектации? Если да, то в каких случаях?
- Допускается  
Не допускается
- № 10 Отличается ли объём испытаний, которые должен пройти серийный двигатель после ремонта, от объёма испытания такого же нового серийного двигателя? Какие испытания должен пройти такой двигатель?
- Отличается  
Не отличается
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Можно ли в случае необходимости полного осмотра камеры сгорания газотурбинного двигателя применять только жёсткий эндоскоп (бороскоп)?
- Да
- Нет
- № 2 Можно ли в случае необходимости осмотра лопаток рабочего колеса первой ступени осевого компрессора газотурбинного двигателя применять жёсткий эндоскоп (бороскоп)?

	Да
	Нет
№ 3	С какой периодичностью следует выполнять осмотр газодинамического тракта ГТД гибким эндоскопом?
	Раз в день
	Раз в месяц
	Каждые 100 часов налёта воздушного судна
	Каждые 500 часов налёта воздушного судна
№ 4	Периодичность осмотра устанавливается в РЭ Какой узел газотурбинного двигателя не подлежит осмотру при выполнении полного осмотра газодинамического тракта турбовального газотурбинного двигателя?
	Входное устройство
	Компрессор
	Камера сгорания
	Турбина компрессора
	Свободная турбина
	Выходное устройство
№ 5	Все перечисленные узлы подлежат осмотру. В ходе планового осмотра газотурбинного двигателя воздушного судна, находящегося на гарантии, обнаружен дефект, при котором, согласно РЭ, эксплуатация двигателя не допускается – произошёл отрыв рабочей лопатки второй ступени свободной турбины. Каковы должны быть действия эксплуатанта? Может ли эксплуатант предпринять попытку устранить данный дефект самостоятельно?
	Да
	Нет
№ 6	Какие из перечисленных разделов ДОПУСКАЕТСЯ включать в техническое задание на ремонт двигателя?
	Заказчик
	Требования безопасности
	Требования секретности
	Режимы испытаний
	Объект испытания
№ 7	Допускается включать в программу испытания все перечисленные разделы Какую информацию должен содержать раздел «Метрологические требования» программы испытания отремонтированного двигателя?
	Требования по аттестации стендового оборудования
	Режимы испытаний
	Описание изделия

- Требования о наличии у средств измерения действующей поверки
- № 8 Требования о соответствии точности измерения требованиям ОСТ  
Расставьте разделы ТЗ в требуемом порядке в соответствии с требованиями ГОСТ 15.016-2016
- А Цель испытания  
Б Исполнитель  
В Методы испытания
- № 9 Допускается ли в техническом задании на ремонт двигателя размещать раздел  
«Условия испытаний» перед (ранее по тексту) разделом «Цель испытания»?
- Допускается
- № 10 Не допускается  
Осмотр проточной части газотурбинного двигателя допускается производить...
- Сразу же после остановки двигателя
- После того как температура корпусных деталей остановленного двигателя опустится ниже 60°C
- После того как температура корпусных деталей остановленного двигателя опустится ниже 30°C