


УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИСПЫТАНИЯ И ДИАГНОСТИКА

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	68	34	0	34	40	0	0	40	диф. зач.
5	10	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	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: 2022

Программу составили:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Тарасов Владислав Николаевич, д.т.н., профессор



Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Каровецкий Алексей Алексеевич, ассистент



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 ИСПЫТАНИЯ И ДИАГНОСТИКА**

### **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-1.4 — 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-1.1**

*знания:*

Знать нормы и стандарты ЕСКД;

*умения:*

Определять выбор использования программного обеспечения для работы над конструкторской документацией;

*навыки:*

Разработка конструкторской документации деталей и узлов двигателей.

### **ПСК-1.4**

*знания:*

Знать особенности ГОСТ 7.32;

*умения:*

Грамотно составить отчет по испытаниям;

*навыки:*

Анализировать полученные данные в ходе испытаний, систематизировать данные.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ИСПЫТАНИЯ И ДИАГНОСТИКА** 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: **ФИЗИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, 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:

- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте
- ПСК-1.1 — Способен разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования
- 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
- ПСК-1.9 — Способен выполнять научно-исследовательские работы и разрабатывать отчёты в обеспечении создания перспективных конкурентоспособных двигательных установок и их составных элементов на основе воздушно-реактивных двигателей

### 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-1.1	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. Испытательные комплексы. Системы испытательных стендов. Испытательные средства и оборудование; автоматизация испытаний. Методы измерения основных параметров.	18	8	4	4	10	10	10
5	9	<b>Раздел 2. Автономные, опытные, серийные и доводочные 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.	30	20	10	10	10	20	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.	30	20	10	10	10	10	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.	30	20	10	10	10	20	20
Всего за 9 семестр			108	68	34	34	40	60	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.	18	8	4	4	10	10	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.	30	20	10	10	10	10	10
5	10	<b>Раздел 7. Приборы и измерительная аппаратура для испытаний АД и их агрегатов. Измерительные приборы.</b> Приборы для измерения температуру 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.	30	20	10	10	10	10	10
5	10	<b>Раздел 8. Технология ремонта и восстановления работоспособности авиационных двигателей.</b> Ремонтпригодность и системы ремонта Виды ремонта Экономическая целесообразность Роль статистической информации при ремонте АТ Характерные дефекты изделий Ремонт воздушных редукторов Износ элементов конструкции.	30	20	10	10	10	10	10
Всего за 10 семестр			108	68	34	34	40	40	40
Всего по дисциплине			216	136	68	68	80	100	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.	Построение программ опытных испытаний	5
4		Испытания камер сгорания и газогенераторов	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	5

		регрессионной модели	
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	5
2		Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	5
3	Раздел 2. Автономные, опытные, серийные и доводочные испытания.	Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	5
4		Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ	5
5	Раздел 3. Планирование эксперимента.	Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	5
6		Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ	5
7	Раздел 4. Техническая диагностика.	Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ	5
8		Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	5
Всего за 9 семестр			40
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	5
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	5
13	Раздел 7. Приборы и измерительная аппаратура для испытаний АД и их агрегатов. Измерительные приборы.	Метод Байеса. Построение матрицы диагностических признаков	5
14		Построение и исследование математической модели узла	5
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	5
<b>Всего за 10 семестр</b>		<b>40</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
<b>9</b>					Отч. по ПЗ	ДР				ДР						ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.
<b>10</b>					Отч. по ПЗ	ДР				ДР						ДР	Вопр.Диф.Зач, 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. К. Иванов, Л. И. Калягин. . Элементы теории испытаний и эксплуатации систем ракетно-космической техники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. И. Коломенцев, М. В. Краев, В. П. Назаров. . Испытание и обеспечение надёжности ракетных двигателей. КрасноярскБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 1 экз.
2. Е. Л. Валуев, В. С. Беляков, Т. А. Макарова. . Стенды для наземной отработки РДТТ. М.: Изд-во МИТ, 2019, 1 экз.

### 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://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
3. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
4. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
6. <http://library.voenmeh.ru/> — 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 **ИСПЫТАНИЯ И ДИАГНОСТИКА** 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-1.1 способность разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования;

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 задачами и методами испытаний; основные виды испытаний и их классификация; применение математической теории планирования эксперимента, обработка результатов экспериментов и построение линейной и нелинейной регрессионной модели; методы утяжеленных и ускоренных доводочных испытаний, обеспечение заданного уровня надежности при доводочных испытаниях, резервирование как возможный способ повышения надежности; специальные виды испытаний; оценка надежности по результатам испытаний; техническая диагностика, ее основные задачи и понятия; методы измерения основных параметров ; испытательные средства и оборудование; автоматизация испытаний, моделирование испытаний.

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.
<b>Раздел 1. Испытания, испытательные комплексы и средства.</b>		
Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ	В. А. Григорьев, С. П. Кузнецов, А. С. Гишваров. . Испытания авиационных двигателей: Москва: Машиностроение, 2016 (глава 2)	5
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 (раздел 1,3)	5
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Автономные, опытные, серийные и доводочные испытания.</b>		
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 (раздел 1,3)	5
Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ	В. А. Григорьев, С. П. Кузнецов, А. С. Гишваров. . Испытания авиационных двигателей: Москва: Машиностроение, 2016 (стр. 264-317)	5
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Планирование эксперимента.</b>		
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 (раздел 4)	5
Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ		5
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Техническая диагностика.</b>		
Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ	В. К. Иванов, Л. И. Калягин. . Элементы теории испытаний и эксплуатации систем ракетно-космической техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (раздел 4)	5
Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы		5
Итого по разделу 4		10
<b>Раздел 5. Методика проведения испытаний элементов и узлов АД.</b>		
Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	А. И. Коломенцев, М. В. Краев, В. П. Назаров. . Испытание и обеспечение надёжности ракетных двигателей: КрасноярскБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1)	5
Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ		5

Итого по разделу 5		10
Раздел 6. Испытательные станции ГТД. Боксы испытательных станций.		
Вид СРС-1: изучение основной и дополнительной литературы	Е. Л. Валуев, В. С. Беляков, Т. А. Макарова. . Стенды для наземной отработки РДТТ: М.: Изд-во МИТ, 2019 (1)	5
Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ		5
Итого по разделу 6		10
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)	5
Построение и исследование математической модели узла		5
Итого по разделу 7		10
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)	5
Вид СРС-2: подготовка к выполнению ПЗ		5
Итого по разделу 8		10

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды 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.

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 50 до 100 являются:

- небрежное выполнение, низкое качество графического материала, не полный ответ

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- 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. Особенности испытаний.
10. Испытания: камер сгорания, газогенераторов, компрессоров, турбин, агрегатов автоматики
11. Методология проведения опытных и серийных испытаний.
12. Принципы построения типовых программ опытных испытаний для определения основных параметров и характеристик
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. Испытания турбин и компрессоров.

23. Испытания камер сгорания.
24. Испытания сопел.

Вопросы к дифференцированному зачету 10 семестра

25. Имитация высотно-климатических условий при наземных испытаниях.
26. Особенности испытаний ГТД наземных транспортных средств. Испытания ТВД. Испытания ПВРД.
27. Техническая диагностика, ее основные задачи и понятия
28. Структура технической диагностики.
29. Получение и обработка диагностической информации
30. Цели технической диагностики. Основное содержание технической диагностики
31. Статистические методы распознавания
32. Диагностическая матрица
33. Метод последовательного анализа
34. Методы статистических решений
35. Диагностическая ценность признаков
36. Построение оптимального диагностического процесса.
37. Характеристика авиационного ГТД как объекта диагностирования
38. Способы и средства инструментального контроля технического состояния ГТД
39. Методы определения технического состояния ГТД
40. Особенности построения математической модели ГТД
41. Методы определения технического состояния ГТД с применением его математической модели
42. Характеристика систем диагностирования авиационных ГТД в условиях эксплуатации

#### **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 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:

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

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

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

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

#### **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 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:

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

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

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

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

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-1.4	
5	9	Раздел 1. Испытания, испытательные комплексы и средства.	18	8	4	4	10	10	10	Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 2. Автономные, опытные, серийные и доводочные испытания.	30	20	10	10	10	20	20	Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 3. Планирование эксперимента.	30	20	10	10	10	10	10	Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 4. Техническая диагностика.	30	20	10	10	10	20	20	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 9 семестр			108	68	34	34	40	60	60	
5	10	Раздел 5. Методика проведения испытаний элементов и узлов АД.	18	8	4	4	10	10	10	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 6. Испытательные станции ГТД. Боксы испытательных станций.	30	20	10	10	10	10	10	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 7. Приборы и измерительная аппаратура для испытаний АД и их агрегатов. Измерительные приборы.	30	20	10	10	10	10	10	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 8. Технология ремонта и восстановления работоспособности авиационных двигателей.	30	20	10	10	10	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 10 семестр			108	68	34	34	40	40	40	
Всего по дисциплине			216	136	68	68	80	100	100	