

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Левихин А.А.

«___» _____ 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 технологических процессов производства авиационных, ракетных двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
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	68	34	0	34	40	0	0	40	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: 2026

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ _____
Каровецкий Алексей Алексеевич, преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. _____

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-5.1 — Способен 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:

Экспериментальной базы по испытаниям и узловой доводке

Авиационные правила и нормативные документы (ГОСТы, ОСТы)

Основы проведения лётных и стендовых испытаний, основы сертификации АТ

Основы сертификации гражданской авиационной техники

Методы и средства измерения, применяемые при испытаниях ГТД;

умения:

Сформировать отчёт по результатам испытаний двигателя

Анализировать программу испытаний

Разрабатывать программы опытного и сертификационного испытания

Формировать требования к испытательным установкам;

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:

- 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

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	Раздел 1. Раздел 1. Техническая диагностика. Техническая диагностика, ее основные задачи и понятия. Структура технической диагностики. Характеристика как объекта диагностирования. Способы и средства инструментального контроля технического состояния ГТД. Трибодиагностика. Диагностика по спектру вибраций. Неразрушающие методы контроля. Получение и обработка диагностической информации. Методы распознавания технического состояния. Методы определения технического состояния с применением его математической модели.	64	44	20	24	20	50
4	7	Раздел 2. Раздел 2. Технология ремонта и восстановления работоспособности авиационных двигателей. Ремонтпригодность и системы ремонта. Виды ремонта. Экономическая целесообразность. Роль статистической информации при ремонте АТ. Характерные дефекты изделий. Ремонт редукторов. Износ элементов конструкции.	44	24	14	10	20	50
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	100
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Техническая диагностика.	Построение и исследование математической модели узла	5
2		Методы контроля технического состояния ГТД	5
3		Осмотр проточной части ГТД	8
4		Характерные дефекты ГТД	6
5	Раздел 2. Раздел 2. Технология ремонта и восстановления работоспособности авиационных двигателей.	Виды ремонта	10
Всего за 7 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Техническая диагностика.	Подготовка к занятиям по теме раздела	20
2	Раздел 2. Раздел 2. Технология ремонта и восстановления работоспособности авиационных двигателей.	Подготовка к занятиям по темам раздела	20
Всего за 7 семестр			40

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				ОС		ДР				ДР		ОС				ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ОС – устный опрос студентов;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. 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. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;;
2. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui> — Репозиторий библиотеки "БГТУ" ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова: Главная страница; — 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 - 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-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-5.1 Способен разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения.

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;
- устный опрос студентов.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 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. Раздел 1. Техническая диагностика.		
Подготовка к занятиям по теме раздела	И. В. Любимов, С. А. Мешков. . Техническая диагностика сложных систем: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (все)	20
Итого по разделу 1		20
Раздел 2. Раздел 2. Технология ремонта и восстановления работоспособности авиационных двигателей.		
Подготовка к занятиям по темам раздела	И. В. Любимов, С. А. Мешков. . Техническая диагностика сложных систем: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (все)	20
Итого по разделу 2		20

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- 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.

Устный опрос студентов

Оцениваются ответы студентов на вопросы преподавателя по теме текущего занятия.

Дифференцированный зачет

Вопросы к дифференцированному зачёту 9 семестра:

- 1 Техническая диагностика, ее основные задачи и понятия
- 2 Структура технической диагностики.
- 3 Получение и обработка диагностической информации
- 4 Цели технической диагностики. Основное содержание технической диагностики
- 5 Построение оптимального диагностического процесса.
- 6 Характеристика авиационного ГТД как объекта диагностирования
- 7 Способы и средства инструментального контроля технического состояния ГТД
- 8 Методы определения технического состояния ГТД
- 9 Особенности построения математической модели ГТД
- 10 Методы определения технического состояния ГТД с применением его математической модели
- 11 Характеристика систем диагностирования авиационных ГТД в условиях эксплуатации
- 12 Порядок осмотра ГТД в эксплуатации
- 13 Порядок осмотра проточной части авиационного ГТД
- 14 Трибодиагностика
- 15 Неразрушающие методы контроля
- 16 Диагностика по вибросостоянию
- 17 Перспективные методы диагностики
- 18 Износ элементов конструкции - виды и причины
- 19 Ремонтопригодность ГТД. Виды ремонта ГТД
- 20 Характерные дефекты ГТД

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;

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. Раздел 1. Техническая диагностика.	64	44	20	24	20	50	Устный опрос студентов
4	7	Раздел 2. Раздел 2. Технология ремонта и восстановления работоспособности авиационных двигателей.	44	24	14	10	20	50	Устный опрос студентов
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	

**Оценочные материалы по дисциплине МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННЫХ ГТД**

ПСК-5.1 - Способен разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед Вами список дефектов обнаруженных при осмотре эндоскопом проточной части газотурбинного двигателя. Выберите для каждого дефекта узел, для которого данный дефект характерен

Дефект	Узел
1. Отрыв части лопатки	А. Корпус камеры сгорания
2. Нагар без перекрытия топливopодводящих отверстий	Б. Жаровая труба
3. Замыкающаяся по контуру трещина	В. Топливная форсунка
4. Трещина по сварному шву	Г. Третья ступень осевого компрессора
	Д. Датчик крутящего момента

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Выберите из приведённого списка наименования инструментов, с помощью которых можно произвести осмотр лопаток входного направляющего аппарата и рабочих лопаток первой ступени осевого компрессора газотурбинного двигателя ТВ3-117ВМ серии 02.

- 1) Жёсткий эндоскоп
- 2) Стробоскоп
- 3) Гибкий эндоскоп
- 4) Перископ

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Выберите из приведённого списка корректные наименования/описания методов инструментального контроля состояния газотурбинного двигателя.

- 1) Разборка двигателя
- 2) Выявляются отличия образа проверяемого двигателя от среднестатистического семейства исправных двигателей данного типа. Эти отличия сопоставляются с вероятными изменениями технического состояния двигателя.
- 3) Детерминистский
- 4) Технический

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие элементы камеры сгорания могут быть демонтированы для проведения осмотра камеры соплового аппарата турбины компрессора газотурбинного двигателя эндоскопом?

- 1) Свеча зажигания
- 2) Обечайка
- 3) Термопара (при наличии)
- 4) Заглушка для осмотра (при наличии)
- 5) Крепёжный фланец

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

При какой температуре допускается проводить осмотр проточной части газотурбинного двигателя? Поясните причину данного ограничения.

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Приведите описание устройства эндоскопа.

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед Вами виды осмотра проточной части газотурбинного двигателя. Выберите для каждого элемента двигателя подходящий вид осмотра.

Вид осмотра	Узел двигателя
1. Визуальный осмотр	А. Жаровая труба
2. Осмотр гибким эндоскопом	Б. Первая ступень осевого компрессора
3. Осмотр жёстким эндоскопом	В. Выхлопной патрубков
	Г. Шестерня масляного насоса

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Ознакомьтесь с приведёнными в перечне наименованиями документов, относящиеся к сопроводительной документации испытания. Расположите их в том порядке, в котором они разрабатываются при планировании и проведении испытания.

- 1) Программа испытания
- 2) Техническое задание
- 3) Технический отчёт по результатам проведения испытания
- 4) Протокол испытания

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Перед Вами перечень видов испытаний, проводимых для газотурбинного двигателя. Расставьте их в порядке, в котором они проводятся в жизненном цикле двигателя.

- 1) Исследовательские испытания
- 2) Испытания по программе дополнительных сертификационных работ в рамках получения одобрения главного изменения
- 3) Сертификационные испытания по проверке запасов газодинамической устойчивости турбокомпрессора
- 4) Опытные испытания двигателя для проверки общей работоспособности конструкции

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Перед Вами перечень видов испытаний, проводимых для газотурбинного двигателя. Расставьте их в порядке, в котором они проводятся в жизненном цикле двигателя.

- 1) Исследовательские испытания
- 2) Испытания по программе дополнительных сертификационных работ в рамках получения одобрения главного изменения
- 3) Сертификационные испытания по проверке запасов газодинамической устойчивости турбокомпрессора
- 4) Опытные испытания двигателя для проверки общей работоспособности конструкции

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что в технической диагностике называется «диагнозом»?

- 1) Прогноз по остаточному ресурсу изделия
- 2) Возможное состояние технической системы
- 3) Возможное время работы системы до разрушения (до прекращения выполнения своих функций)
- 4) Фактическая наработка технической системы

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

С какой периодичностью следует выполнять осмотр рабочих лопаток турбины компрессора газотурбинного двигателя гибким эндоскопом?

- 1) Раз в день
- 2) Раз в месяц
- 3) Каждые 100 часов налёта воздушного судна
- 4) Каждые 500 часов налёта воздушного судна
- 5) Периодичность осмотра устанавливается в руководстве по эксплуатации газотурбинного двигателя