

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

Суслин А. В.  
(подпись) ФИО  
«31» 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРИБОСИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Специализация/профиль/программа подготовки	Компьютерное проектирование технологий и оборудование механообрабатывающих производств
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	4	144	68	34	0	34	76	0	0	76	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**15.03.02 Технологические машины и оборудование**

год набора группы: 2022

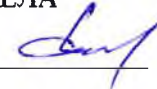
Программу составил:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Туркина Наталья Рудольфовна, к.т.н., доцент

  
\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., проф.

  
\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., проф.

  
\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРИБОСИСТЕМ**

### **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:

УК-9 — способность использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **УК-9**

*знания:*

основные методы расчетов на прочность, жесткость, динамику и устойчивость, долговечность машин и конструкций, трение и износ узлов машин;

*умения:*

выбирать методы стандартных испытаний по определению конкретных свойств элементов технических систем общего машиностроения;

*навыки:*

по расчету надежности технических систем общепромышленного назначения на стадии проектирования и прогнозированию возможного их поведения в предполагаемых условиях эксплуатации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРИБОСИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.02 Технологические машины и оборудование*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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		УК-9
3	5	<b>Раздел 1. Основы теории технической диагностики.</b> Виды технического состояния, контролируемые параметры. Системы технического диагностирования. Диагностическое обеспечение. Виды и методы неразрушающего контроля.	24	12	6	6	12	20
3	5	<b>Раздел 2. Виброакустическая диагностика.</b> Назначение и сутьность виброакустической диагностики. Возбуждение колебаний в механических системах. Выделение диагностической информации. Связь технического состояния машин и оборудования с вибросигналом. Колебания на роторной частоте и ее гармониках. Влияние состояния контактирующих поверхностей на виброактивность машин и оборудования.	32	16	8	8	16	20
3	5	<b>Раздел 3. Ультразвуковой неразрушающий контроль.</b> Основные понятия. Цели и задачи. Распознавание дефектов. Средства диагностирования. Распределения прочности и долговечности. Распределение экстремальных значений величин.	24	12	6	6	12	20
3	5	<b>Раздел 4. Радиационный неразрушающий контроль.</b> Основные понятия. Цели и задачи. Акустические колебания и волны. Типы преобразователей. Схемы контроля. Способы контакта. Активные и пассивные методы контроля. Средства для проведения контроля.	36	16	8	8	20	20
3	5	<b>Раздел 5. Магнитный и вихретоковый неразрушающий контроль.</b> Источники ионизирующего излучения. Контроль прошедшим излучением. Радиографический контроль сварных соединений. Средства для проведения контроля. Область применения и классификация методов контроля. Магнитные преобразователи. Магнитная дефектоскопия. Метод магнитной памяти. Магнитная структуроскопия. Магнитопорошковый метод НК. Средства для проведения контроля.	28	12	6	6	16	20
<b>Всего за 5 семестр</b>			144	68	34	34	76	100
<b>Всего по дисциплине</b>			144	68	34	34	76	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основы теории технической диагностики.	Вибрационная диагностика подшипников качения и скольжения в процессе эксплуатации.	6
2	Раздел 2. Виброакустическая диагностика.	Техническое диагностирование компрессорного оборудования. Техническое диагностирование теплообменных аппаратов.	8
3	Раздел 3. Ультразвуковой неразрушающий контроль.	Техническое диагностирование магистральных трубопроводов в процессе эксплуатации. Техническое диагностирование магистральных трубопроводов при их строительстве.	6
4	Раздел 4. Радиационный неразрушающий контроль.	Техническое диагностирование вертикальных стальных резервуаров.	8
5	Раздел 5. Магнитный и вихретоковый неразрушающий контроль.	Техническое диагностирование сосудов, работающих под давлением.	6
<b>Всего за 5 семестр</b>			34

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основы теории технической диагностики.	Виды и методы неразрушающего контроля.	12

2	Раздел 2. Виброакустическая диагностика.	Колебания на роторной частоте и ее гармониках. Влияние состояния контактирующих поверхностей на виброактивность машин и оборудования.	16
3	Раздел 3. Ультразвуковой неразрушающий контроль.	Распознавание дефектов.	12
4	Раздел 4. Радиационный неразрушающий контроль.	Активные и пассивные методы контроля.	20
5	Раздел 5. Магнитный и вихретоковый неразрушающий контроль.	Магнитная структуроскопия. Магнитопорошковый метод НК.	16
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>76</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
5		ВПЗ	Вопр.Диф.Зач			ДР		Вопр.Диф.Зач		ДР		ВПЗ		ВПЗ		ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- 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. А. В. Кудяев, Л. Ф. Дроздова, Д. А. Куклин. . Основы виброакустики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 28 экз.
2. А. В. Храмов, С. Н. Молчанова. . Радиационная безопасность. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
3. В. В. Майер, Е. И. Вараксина. . Звук и ультразвук в учебных исследованиях. Долгопрудный: Интеллект, 2012, 5 экз.
4. Н. И. Иванов. . Основы виброакустики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 16 экз.
5. Н. П. Деменков. . Управление с прогнозированием. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, эл. рес.
6. Н. Р. Туркина, А. З. Красильников. . Надёжность технических систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 39 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Б. Радж, В. Раджендран, П. Паланичами. . Применения ультразвука. М.: Техносфера, 2006, 2 экз.
2. Г. Н. Белозерский. Радиационная экология. М.: Академия, 2008, 1 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Безопасность жизнедеятельности;
2. Деформация и разрушение материалов.

### 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. <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. Интерактивная доска;
2. Экспериментальная установка для изучения распространения ударных волн в воздухе;
3. Акустико-эмиссионная система Локтон;
4. Акустические сенсорные устройства;
5. Лабораторная установка для изучения спектральных свойств излучения.

### **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 **ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРИБОСИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.02 Технологические машины и оборудование*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения БГТУ "ВОЕНМЕХ"* им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
УК-9 способность использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с выбором материалов по критериям прочности, долговечности, износостойкости для проведения расчетов аналитическими и численными методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций.

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;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 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. Основы теории технической диагностики.</b>		
Виды и методы неразрушающего контроля.	Н. П. Деменков. . Управление с прогнозированием: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (1-8) Н. Р. Туркина, А. З. Красильников. . Надёжность технических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-3)	12
Итого по разделу 1		12
<b>Раздел 2. Виброакустическая диагностика.</b>		
Колебания на роторной частоте и ее гармониках. Влияние состояния контактирующих поверхностей на виброактивность машин и оборудования.	Н. И. Иванов. . Основы виброакустики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-6) А. В. Кудяев, Л. Ф. Дроздова, Д. А. Куклин. . Основы виброакустики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1-7)	16
Итого по разделу 2		16
<b>Раздел 3. Ультразвуковой неразрушающий контроль.</b>		
Распознавание дефектов.	Б. Радж, В. Раджендран, П. Паланичами. . Применения ультразвука: М.: Техносфера, 2006 (1-9) В. В. Майер, Е. И. Вараксина. . Звук и ультразвук в учебных исследованиях: Долгопрудный: Интеллект, 2012 (1-6)	12
Итого по разделу 3		12
<b>Раздел 4. Радиационный неразрушающий контроль.</b>		
Активные и пассивные методы контроля.	А. В. Храмов, С. Н. Молчанова. . Радиационная безопасность: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1-6) Г. Н. Белозерский. Радиационная экология: М.: Академия, 2008 (1-5)	20
Итого по разделу 4		20
<b>Раздел 5. Магнитный и вихретоковый неразрушающий контроль.</b>		
Магнитная структуроскопия. Магнитопорошковый метод НК.	. Нормы радиационной безопасности НРБ-76 и Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/80: М.: Энергоиздат, 1981 (1-2)	16
Итого по разделу 5		16

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к дифференцированному зачету;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- 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 к дифференцированному зачету

Вопросы к дифференцированному зачету расположены в УМК дисциплины. Для зачета выдается один вопрос, например:

1. Назначение диагностируемого оборудования, условия эксплуатации.
2. Дефекты, возникающие при изготовлении и эксплуатации оборудования; анализ причин их появления.
3. Выбор методов неразрушающего контроля (НК) объекта или его элементов.
4. Сравнительный анализ методов НК по выявляемости дефектов.
5. Выбор и сравнительный анализ (по достоверности выявляемости дефектов) средств диагностирования.
6. Выбор программного обеспечения для анализа результатов диагностирования.
7. Выбор и обоснование выбора методов обработки результатов контроля, например, методов обработки вибросигнала.
8. Разработка алгоритма диагностирования (контроля технического состояния).

#### Вопросы/задания по темам ПЗ

Вопросы к практическим заданиям расположены в УМК дисциплины.

1. Вибрационная диагностика подшипников качения и скольжения в процессе эксплуатации.
2. Техническое диагностирование центробежных насосов.
3. Техническое диагностирование винтовых насосов.

#### 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.

Итоговый контроль по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета, который оформляется по результатам работы в семестре при условии полного выполнения магистрантом графика контрольных мероприятий и с учетом результатов итогового тестирования.

Критерии оценивания:

- «зачтено-отлично» - все контрольные мероприятия выполнены в срок, тестирование с оценкой «отлично»;
- «зачтено-хорошо» - все контрольные мероприятия выполнены в срок, тестирование с оценкой «хорошо»;
- «зачтено-удовлетворительно» - все контрольные мероприятия выполнены в срок, тестирование с оценкой «удовлетворительно»;
- «не зачтено» - не выполнены контрольные мероприятия или результат тестирования менее 60%.

В случае невыполнения графика контрольных мероприятий в срок или низкого результата тестирования для получения зачета студент должен предоставить задания практических работ в часы консультаций преподавателя по расписанию экзаменационной сессии.

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		УК-9	
3	5	Раздел 1. Основы теории технической диагностики.	24	12	6	6	12	20	Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 2. Виброакустическая диагностика.	32	16	8	8	16	20	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 3. Ультразвуковой неразрушающий контроль.	24	12	6	6	12	20	Вопросы к дифференцированному зачету, Вопросы/задания по темам ПЗ
3	5	Раздел 4. Радиационный неразрушающий контроль.	36	16	8	8	20	20	Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 5. Магнитный и вихретоковый неразрушающий контроль.	28	12	6	6	16	20	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 5 семестр			144	68	34	34	76	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	