

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Суслин А. В.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## 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 оборудования 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<br>(ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) |                    |        |                           |                         |                        |                 |                 |                               | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО<br>КОНТРОЛЯ |
|------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
|      |         |   | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ              | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ |        |                           |                         | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА |                 |                 |                               |                                |
|      |         |   |                                 | ВСЕГО              | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ<br>ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ<br>ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО                  | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ<br>САМОСТ. РАБОТЫ |                                |
| 3    | 5       | 4                                       | 144                             | 68                 | 34     | 0                         | 34                      | 76                     | 0               | 0               | 76                            | диф.<br>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: 2024

Программу составили:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Ли Валерий Алексеевич, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Титух Игорь Николаевич, к.т.н., доцент, доцент

\_\_\_\_\_

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Воронов Алексей Сергеевич, к.т.н., доцент, ассистент

\_\_\_\_\_

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:

|  |
|--|
| ПСК-2.1 — способен использовать методы стандартных и специальных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, прогрессивные методы эксплуатации изделий   |
| ПСК-2.2 — способен к наладке станков с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; отладке, изготовлению пробных деталей и сдаче их в отдел технического контроля (ОТК); по наладке основных механизмов станков в процессе работы; инструктированию рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании; программированию станков с ЧПУ и составление простейших программ для систем с ЧПУ |
| ПСК-2.3 — способность использовать методы, методики и оборудование для испытаний изделий (продукции) на прочность и устойчивость к механическим, климатическим воздействиям и экстремальным условиям эксплуатации  |

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПСК-2.1**

*знания:*

Общеинженерные знания в области машиноведения: прочность, выносливость, износостойкость, жесткость, теплостойкость, долговечность типовых деталей машин. Национальные и международные стандарты, регламентирующие деятельность в области машиностроения. Федеральный закон РФ "О техническом регулировании";;

*умения:*

Решение инженерных задач с использованием новейших информационных, компьютерных и сетевых технологий; Умение конструировать типовые элементы машин и конструкций с учетом обеспечения выносливости, износостойкости и долговечности;;

*навыки:*

Владение достаточными для проектно-конструкторской деятельности навыками работы с современными системами компьютерного проектирования; владение компьютерными методами обработки и редактирования информации;.

## **ПСК-2.2**

*знания:*

Общеинженерные знания в области машиноведения: прочность, выносливость, износостойкость, жесткость, теплостойкость, долговечность типовых деталей машин. Национальные и международные стандарты, регламентирующие деятельность в области машиностроения. Федеральный закон РФ "О техническом регулировании";;

*умения:*

Решение инженерных задач с использованием новейших информационных, компьютерных и сетевых технологий; Умение конструировать типовые элементы машин и конструкций с учетом обеспечения выносливости, износостойкости и долговечности;;

*навыки:*

Владение достаточными для проектно-конструкторской деятельности навыками работы с современными системами компьютерного проектирования; владение компьютерными методами обработки и редактирования информации;.

## **ПСК-2.3**

*знания:*

Общеинженерные знания в области машиноведения: прочность, выносливость, износостойкость, жесткость, теплостойкость, долговечность типовых деталей машин. Национальные и международные стандарты, регламентирующие деятельность в области машиностроения. Федеральный закон РФ "О техническом регулировании";;

*умения:*

Решение инженерных задач с использованием новейших информационных, компьютерных и сетевых технологий; Умение конструировать типовые элементы машин и конструкций с учетом обеспечения выносливости, износостойкости и долговечности;;

*навыки:*

Владение достаточными для проектно-конструкторской деятельности навыками работы с современными системами компьютерного проектирования; владение компьютерными методами обработки и редактирования информации;.

## 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, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ, ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД, ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ, ДИНАМИКА МАШИН, ИСПЫТАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ, МЕТОДОЛОГИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ, ПРАКТИКУМ ПО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКЕ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- ОПК-10 — Способен контролировать и обеспечивать производственную и экологическую безопасность на рабочих местах
- ОПК-11 — Способен применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, проводить анализ причин нарушений их работоспособности и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
- ОПК-12 — Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации
- ОПК-13 — Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования
- ОПК-5 — Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил
- ОПК-9 — Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование

### 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 |                                  | ПСК-2.1                    | ПСК-2.2 | ПСК-2.3 |
| 3                   | 5       | Раздел 1. Основы теории технической диагностики. Виды технического состояния, контролируемые параметры. Системы технического диагностирования. Диагностическое обеспечение. Виды и методы неразрушающего контроля.   | 24    | 12                                    | 6      | 6                    | 12                               | 20                         | 20      | 20      |
| 3                   | 5       | Раздел 2. Виброакустическая диагностика. Назначение и сущность 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                         | 20      | 20      |
| 3                   | 5       | Раздел 3. Ультразвуковой неразрушающий контроль. Основные понятия. Цели и задачи. Распознавание дефектов. Средства диагностирования. Распределения прочности и долговечности. Распределение экстремальных значений величин.  | 24    | 12                                    | 6      | 6                    | 12                               | 20                         | 20      | 20      |
| 3                   | 5       | Раздел 4. Радиационный неразрушающий контроль. 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                         | 20      | 20      |
| 3                   | 5       | Раздел 5. Магнитный и вихретоковый неразрушающий контроль. 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                         | 20      | 20      |
| Всего за 5 семестр  |         |  | 144   | 68                                    | 34     | 34                   | 76                               | 100                        | 100     | 100     |
| Всего по дисциплине |         |  | 144   | 68                                    | 34     | 34                   | 76                               | 100                        | 100     | 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                 |
| Всего за 5 семестр |  |  | 34                |

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

| № | Номер и наименование | Содержание учебного задания | Объем, |
|---|----------------------|-----------------------------|--------|
|---|----------------------|-----------------------------|--------|

| п/п                       | раздела дисциплины   |   | 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             | ВПЗ | ВПЗ | ВПЗ | ВПЗ | ДР | ВПЗ | ВПЗ | ВПЗ | ДР | ВПЗ | ВПЗ | ВПЗ | ВПЗ | ВПЗ | ДР | Вопр.Диф.Зач,<br>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:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система.

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

### **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*:

ПСК-2.1 способен использовать методы стандартных и специальных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, прогрессивные методы эксплуатации изделий;

ПСК-2.2 способен к наладке станков с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; отладке, изготовлению пробных деталей и сдаче их в отдел технического контроля (ОТК); по наладке основных механизмов станков в процессе работы; инструктированию рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании; программированию станков с ЧПУ и составление простейших программ для систем с ЧПУ;

ПСК-2.3 способность использовать методы, методики и оборудование для испытаний изделий (продукции) на прочность и устойчивость к механическим, климатическим воздействиям и экстремальным условиям эксплуатации.

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)<br>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)<br>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)<br>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)<br>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.<br>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                 |

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд 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.

#### 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

Диф. зачет проходит в тестовой форме и включает в себя ответы на теоретические вопросы (20 шт.). Каждый верный ответ оценивается в 5 баллов. Оценка складывается по количеству баллов, полученных за ответы на тестовые вопросы.

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы Оценка по нормативной шкале

85 - 100 5 (отлично)

75 – 84 4 (хорошо)

51 - 74 3 (удовлетворительно)

менее 51 2 (не зачтено)

Паспорт фонда оценочных средств

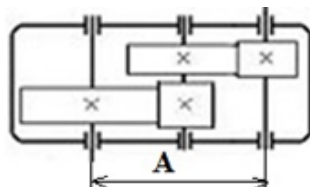
| КУРС                | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц               | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме |        |                      | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % |         |         | НАИМЕНОВАНИЕ<br>ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА                               |
|---------------------|---------|--|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|---------|---------|---|
|                     |         |  |       | ВСЕГО                                 | Лекции | Практические занятия |                                  | ПСК-2.1                    | ПСК-2.2 | ПСК-2.3 |   |
| 3                   | 5       | Раздел 1. Основы теории технической диагностики.           | 24    | 12                                    | 6      | 6                    | 12                               | 20                         | 20      | 20      | Вопросы к дифференцированному зачету                              |
| 3                   | 5       | Раздел 2. Виброакустическая диагностика.                   | 32    | 16                                    | 8      | 8                    | 16                               | 20                         | 20      | 20      | Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету |
| 3                   | 5       | Раздел 3. Ультразвуковой неразрушающий контроль.           | 24    | 12                                    | 6      | 6                    | 12                               | 20                         | 20      | 20      | Вопросы к дифференцированному зачету, Вопросы/задания по темам ПЗ |
| 3                   | 5       | Раздел 4. Радиационный неразрушающий контроль.             | 36    | 16                                    | 8      | 8                    | 20                               | 20                         | 20      | 20      | Вопросы к дифференцированному зачету                              |
| 3                   | 5       | Раздел 5. Магнитный и вихретоковый неразрушающий контроль. | 28    | 12                                    | 6      | 6                    | 16                               | 20                         | 20      | 20      | Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету |
| Всего за 5 семестр  |         |  | 144   | 68                                    | 34     | 34                   | 76                               | 100                        | 100     | 100     |   |
| Всего по дисциплине |         |  | 144   | 68                                    | 34     | 34                   | 76                               | 100                        | 100     | 100     |   |

## Критерии оценивания

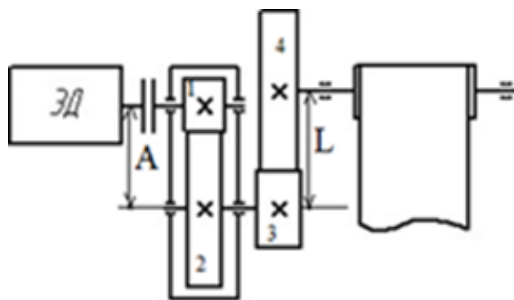
### ПСК-2.1

Вопросы открытого типа:

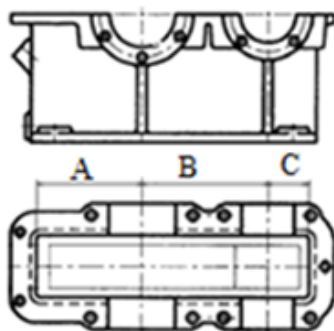
- № 1 Вычислить число зубьев зубчатого колеса, если окружная скорость равна 12,56 м/с, частота вращения 1200 об/мин, а модуль 2,5 мм.
- № 2 Вычислить передаточное число редуктора, если диаметры окружностей вершин равны:  $da_1 = 50$  мм,  $da_2 = 275$  мм,  $da_3 = 65$  мм,  $da_4 = 305$  мм,  $A = 337,5$  мм. Модули зубчатых колёс одинаковые. Зубчатые колеса прямозубые



- № 3 Вычислить передаточное число механизма если
- $A = 243$  мм,  $L = 308$  мм,  $Z_1 = 27$ ,
- $m_1 = 2$  мм,  $Z_4 = 132$ ,  $m_4 = 4$  мм.



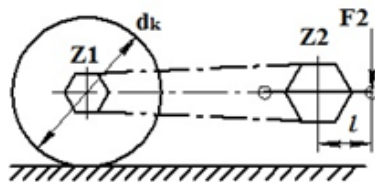
- Зубчатые колеса прямозубые.
- № 4 Изображённый на рис. корпус одноступенчатого редуктора предназначен для размещения прямозубых зубчатых колес. Вычислите передаточное число редуктора, если,
- $A = 345$  мм,  $B = 384$  мм,  $C = 57$  мм.



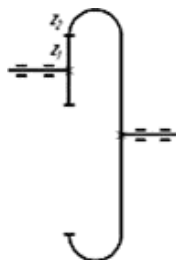
Указание: считайте, что зазор между корпусом редуктора и зубчатыми колесами равен 5 мм.

- № 5 В соосном двухступенчатом редукторе угловая скорость ведущего вала 120 рад/с. Найти угловую скорость ведомого вала, если  $Z_1 = 25$ ,  $Z_2 = 100$ ,  $Z_3 = 40$ ,  $m_{1-2} = 4$  мм,  $m_{3-4} = 5$  мм. Зубчатые колеса прямозубые.
- № 6 Диаметры окружностей вершин зубчатых колес равны 68 и 164 мм. Найти межосевое расстояние прямозубой передачи, образованной этими колесами, если передаточное число равно 2,5.
- № 7 Диаметры окружностей вершин зубчатых колес равны 84 и 353,5 мм. Найти межосевое расстояние прямозубой передачи, образованной этими колесами, если передаточное число равно 4,5.

- № 8 Вычислить число зубьев прямозубого колеса, диаметры окружностей вершин и впадин которого равны соответственно 320 и 275 мм.
- № 9 Вычислить силу  $F_2$  [Н], с которой велосипедист давит на педаль, если известно, что скорость движения  $V=6$  м/с, окружная сила на колесе  $F_1=30$  Н, диаметр колеса  $d_k=600$  мм, число зубьев звёздочек  $Z_1=17$  и  $Z_2=51$ , длина шатуна  $l = 0,2$  м. КПД цепной передачи 0,9



- № 10 Вычислить модули зубчатых колёс зубчатой передачи с внутренним зацеплением. Межосевое расстояние 102мм, число зубьев колес 17 и 119.



*Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Машины предназначены для:
- Увеличения точности и скорости проектирования деталей
  - Увеличения мощности при обработке резанием особо прочных материалов
  - Анализа и обработки разведывательной информации
  - Преобразования композитных и неорганических материалов
  - Выполнения целесообразных движений с целью облегчения или исключения ручного труда рабочего человека при выполнении технологических операций
- № 2 Какой механизм обязательно должен быть в составе машины?
- Двигательный
  - Рычажный
  - Зубчатый
  - Кулачковый
  - Исполнительный
  - Предохранительный
- № 3 Назначение редуктора.
- Передача движения с понижением частоты вращения и сохранением передаваемой мощности на выходном валу
  - Передача вращения с увеличением угловой скорости и уменьшением мощности
  - Передача вращения с увеличением мощности и уменьшением угловой скорости
  - Передача вращения с увеличением вращающего момента и уменьшением частоты вращения

|     |   |
|-----|---|
| № 4 | Передача движения к исполнительному механизму с увеличением мощности и с сохранением скорости ведомого вала |
|     | Деталь машины это   |
|     | Часть машины, не требующая выполнения сборочных операций  |
|     | Часть машины, имеющая определённое функциональное назначение  |
|     | Часть машины, не содержащая резьбовых соединений  |
|     | Часть машины, прошедшая механическую и термическую обработку  |
| № 5 | Роликовая цепь  |
|     | Клиновой ремень   |
|     | Основными критериями работоспособности хорошо смазываемых зубчатых передач являются:                        |
|     | Бесшумность работы и небольшие габаритные размеры   |
|     | Хрупкость рабочих поверхностей зубьев и прочность на излом  |
|     | Способность противостоять ударным нагрузкам и нагреву во время работы                                       |
| № 6 | Усталостная контактная выносливость рабочей поверхности и прочность зубьев при изгибе                       |
|     | Бесступенчатое изменение передаточного отношения можно реализовать на основе механизма:                     |
|     | Кулачкового   |
|     | Волнового   |
|     | Кривошипного  |
|     | Ременного   |
| № 7 | Червячного  |
|     | В каком механизме передаточное отношение зависит от передаваемого вращающего момента?                       |
|     | Во фрикционном  |
|     | В зубчатоременном   |
|     | В зубчатом  |
|     | В кулачковом  |
| № 8 | Ни в одном из вышеуказанных   |
|     | В качестве какого из устройств можно использовать планетарный механизм:                                     |
|     | Дифференциал  |
|     | Редуктор  |
|     | Гусеничный механизм   |
|     | Вариатор  |
| № 9 | Коробка перемены передач  |
|     | При каком взаимном расположении валов возможно применение цепной передачи:                                  |
|     | Оси валов перекрещиваются под любым углом   |
|     | Оси валов параллельны   |

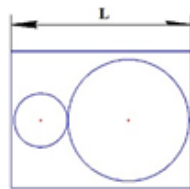


- Оси валов пересекаются под прямым углом
- Оси валов находятся на одной линии
- № 10 Машина – это:
- Техническое устройство для преобразования электрической энергии во вращательное движение;
- Техническое устройство, обязательно содержащее передаточный механизм
- Совокупность двигательного, передаточного и исполнительного механизмов
- Техническое устройство, оснащенное двигателем для подъема грузов
- Изделие, выполняющее механические движения для повышения мощности и облегчения физического труда

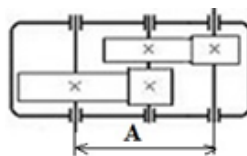
## ПСК-2.2

Вопросы открытого типа:

- № 1 Сколько полюсов у асинхронного электродвигателя, если его синхронная угловая скорость равна 52,3 рад/с ?
- № 2 Вычислить число зубьев колеса, если его окружная скорость равна 7.85 м/с, частота вращения 150 об/мин, а модуль 20 мм.
- № 3 Вычислить размер L тонкостенного защитного кожуха для открытой прямозубой передачи. Межосевое расстояние  $a_w = 288$  мм и число зубьев колес  $z_1 = 20$ ,  $z_2 = 52$ , Зазор между зубчатыми колесами и стенками кожуха 1 мм.

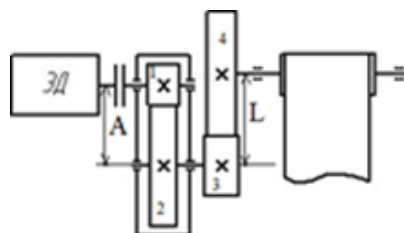


- № 4 Вычислить число зубьев ведомого зубчатого колеса, если известно, что диаметр окружности вершин ведущего зубчатого колеса равен 120 мм, диаметр его окружности впадин 93 мм, а передаточное число 4,5.
- № 5 Угловая скорость ведущего вала редуктора 120 рад/с. Найти угловую скорость ведомого вала, если  $Z_1 = 20$ ,  $m_1 = 2$  мм,  $m_4 = 4$  мм.  $d_2 = 160$  мм  $d_4 = 240$  мм.  $A = 260$  мм. Зубчатые колеса прямозубые.



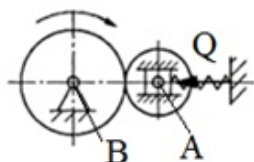
- № 6 Вычислить число зубьев ведомого колеса прямозубой передачи, если известно, что межосевое расстояние 315 мм, передаточное число 2,5, модуль 4,5 мм.
- № 7 Вычислить передаточное число механизма если

$A = 140$  мм,  $L = 192$  мм,  $Z_1 = 40$ ,  $m_{1-2} = 2$  мм,  $Z_4 = 64$ ,  $m_{3-4} = 4$  мм. Зубчатые колеса прямозубые



- № 8 Найти межосевое расстояние прямозубой передачи, в которой число зубьев колес 18 и 90. Диаметр вершин одного из колёс равен 90 мм.
- № 9 Вычислить силу прижатия катков фрикционной передачи Q [Н], если вращающий

момент на валу ведомого катка В равен 15 Нм, а его диаметр составляет 300мм. Коэффициент трения  $f = 0.05$ , коэффициент запаса  $k = 1,5$ .



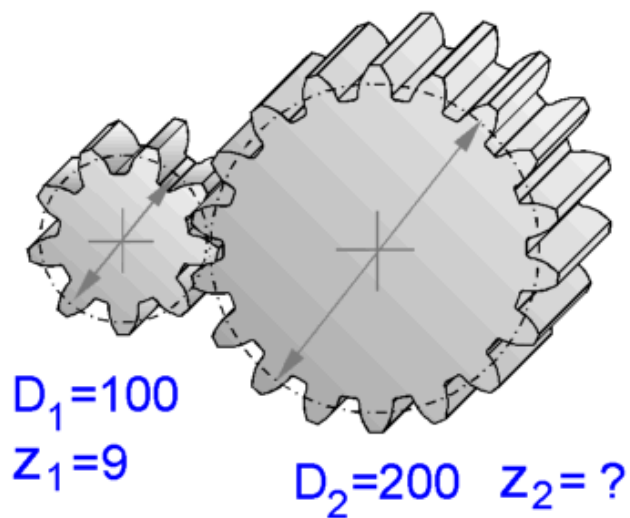
- № 10 Вычислить модуль прямозубых колес, если известно, что межосевое расстояние равно 297 мм, число зубьев одного из колес 44, а передаточное число 3,5.  
*Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Машины предназначены для:
- Увеличения точности и скорости проектирования деталей
  - Увеличения мощности при обработке резанием особо прочных материалов
  - Анализа и обработки разведывательной информации
  - Преобразования композитных и неорганических материалов
  - Выполнения целесообразных движений с целью облегчения или исключения ручного труда рабочего человека при выполнении технологических операций
- № 2 Наиболее сложным по конструкции является редуктор:
- Цилиндрический косозубый
  - Коническо-цилиндрический
  - Червячный двухзаходный
  - Планетарный однорядный
- № 3 Назначение редуктора.
- Передача движения с понижением частоты вращения и сохранением передаваемой мощности на выходном валу
  - Передача вращения с увеличением угловой скорости и уменьшением мощности
  - Передача вращения с увеличением мощности и уменьшением угловой скорости
  - Передача вращения с увеличением вращающего момента и уменьшением частоты вращения
  - Передача движения к исполнительному механизму с увеличением мощности и с сохранением скорости ведомого вала
- № 4 Дифференциалом называется такой планетарный редуктор, у которого:
- Все колеса подвижны
  - Одно центральное колесо подвижно, а другое нет
  - Два центральных колеса подвижны, а водило нет
  - Сателлиты неподвижны, а центральные колеса нет
- № 5 Какой из перечисленных редукторов самотормозящийся
- Волновой
  - Двухступенчатый коническо-цилиндрический
  - Планетарный однорядный
  - Червячный четырёхзаходный

- Двухпоточный соосный
- № 6 Какие механизмы требуют принятия специальных мер к охлаждению?
- Зубчатые
- Зубчато-ременные
- Ременные
- Волновые
- Червячные
- № 7 Осевое положение подшипника, который установлен в корпусе редуктора, можно отрегулировать с помощью
- Пружинной шайбы
- Металлических прокладок
- Резиновой манжеты
- Проушины
- № 8 Какие существуют редукторы
- Одновальные
- Замкнутые
- Звездообразные
- Коленчато-цилиндрические
- Двухпоточные
- № 9 В каких случаях целесообразным является применение конической прямозубой передачи:
- При передаточном числе до 6,3
- При малых окружных скоростях
- Когда необходима плавность и бесшумность работы
- Для передачи крутящего момента между параллельными осями валов
- Когда предъявляются требования получения высокого КПД привода
- № 10 Машина – это:
- Техническое устройство для преобразования электрической энергии во вращательное движение
- Техническое устройство, обязательно содержащее передаточный механизм
- Совокупность двигательного, передаточного и исполнительного механизмов
- Техническое устройство оснащенное двигателем для подъема грузов
- Изделие, выполняющее механические движения для повышения мощности и облегчения физического труда

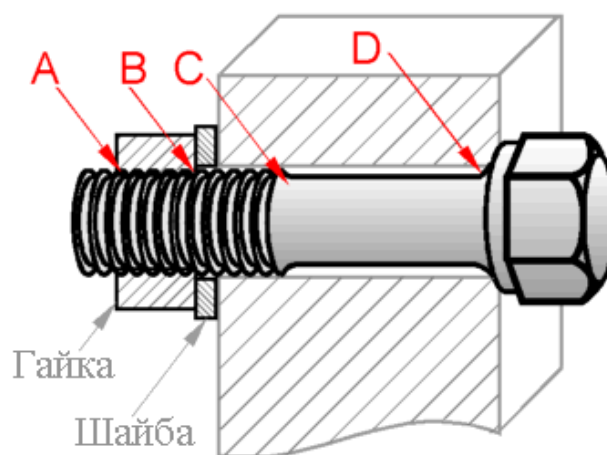
### **ПСК-2.3**

*Вопросы открытого типа:*

- № 1 Назовите элемент, на котором закреплены оси сателлитов в планетарном редукторе
- № 2 Входное колесо имеет 9 зубьев.  
Какое возможное количество зубьев у выходного колеса?

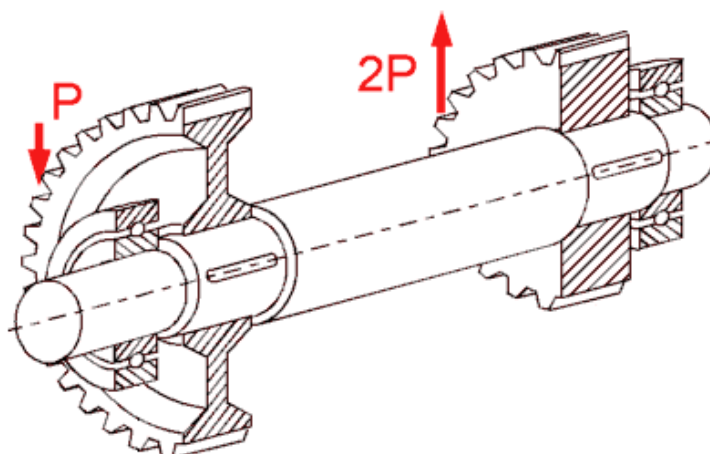


№ 3 Где наиболее вероятно усталостное или хрупкое разрушение?

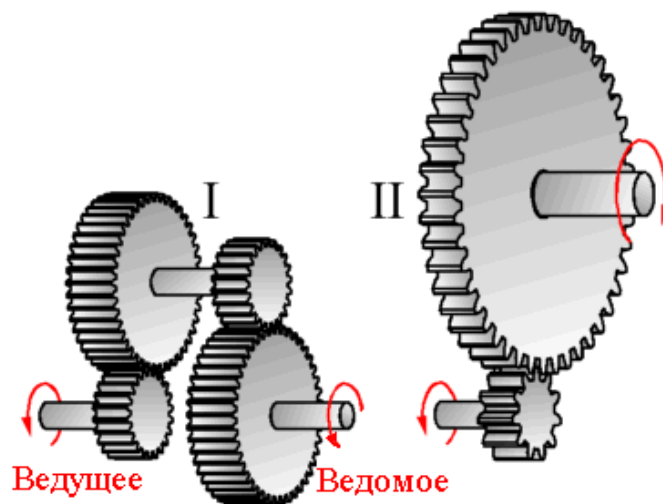


№ 4 Как влияет длина болта на напряжение растяжения?

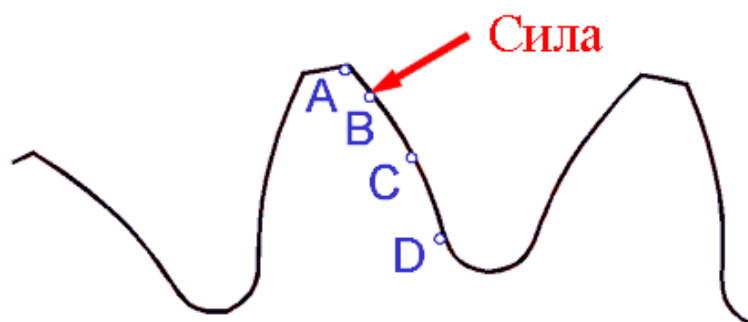
№ 5 Какие силы действуют в вале?



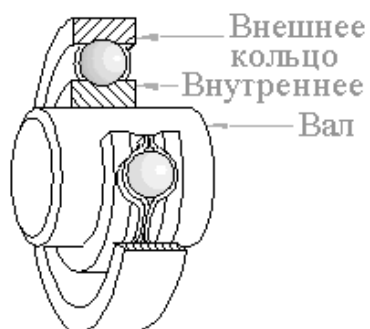
№ 6 Каково главное преимущество у составных зубчатых передач (I) по сравнению с одинарными передачами (II)?



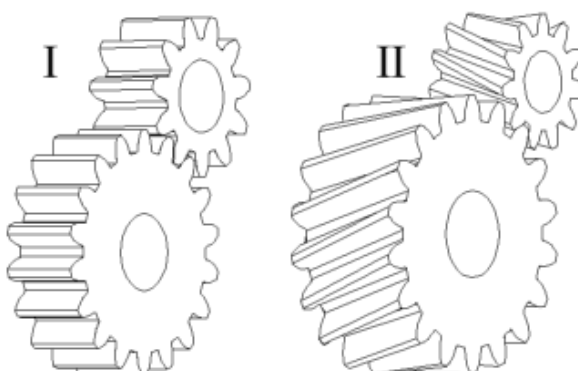
№ 7 Где напряжение растяжения максимальное?



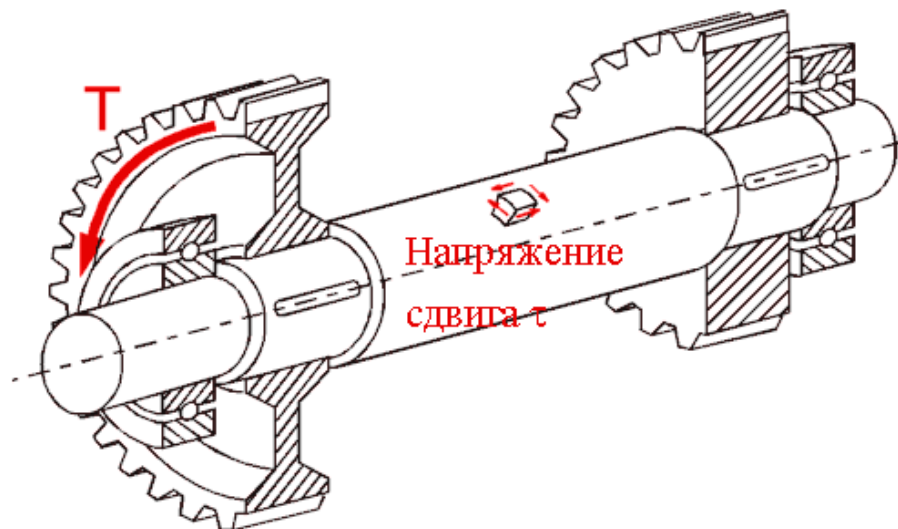
№ 8 Вертикальная сила приложена к сборочному узлу. Какая часть наиболее гибкая?



№ 9 Винтовые зубчатые передачи (II) имеют наклонные зубья. Какое преимущество использования винтовых передач (II) по сравнению с прямозубыми передачами (I)?



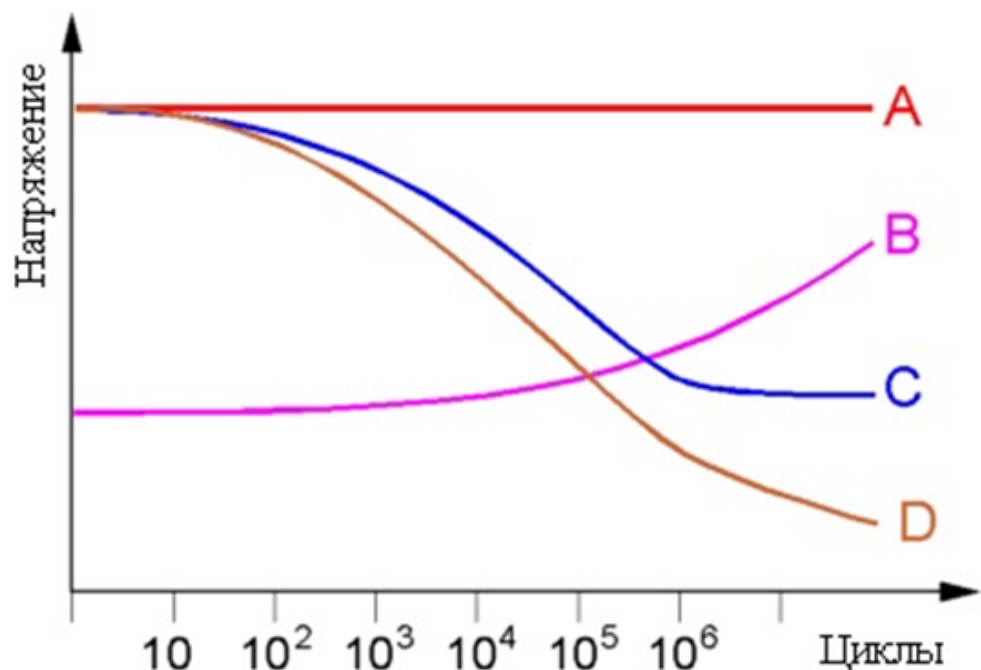
- № 10 Крутящий момент  $T$  был увеличен в 2 раза.  
Насколько изменится напряжение сдвига в вале?



Вопросы закрытого типа:

- № 1 Какие химические элементы в стали ухудшают её механические свойства?
- Сера и фосфор
  - Углерод и марганец
  - Углерод и кремний
  - Хром и никель
- № 2 Какой материал применяют для изготовления пружин?
- Ст3
  - ШХ15
  - Чугун
  - Сталь 65
- № 3 Как влияют абсолютные размеры поперечного сечения детали на значение предела выносливости?
- Увеличение размеров поперечного сечения может повысить или понизить предел выносливости
  - Чем больше размеры поперечного сечения, тем больше предел выносливости
  - Чем больше размеры поперечного сечения, тем меньше предел выносливости
  - На предел выносливости размеры поперечного сечения не влияют
- № 4 Механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего действия твёрдых тел или частиц
- Усталостное изнашивание
  - Кавитационное изнашивание
  - Абразивное изнашивание
  - Пластическое деформирование
- № 5 При каком нагружении допускаемые напряжения наибольшие?
- Статическом

- Пульсирующем
- Симметричном
- Асимметричном
- № 6 Почему латуни и бронзы широко применяются в судостроении (кораблестроении)?
- Из-за их относительной дешевизны
- Из-за лёгкости сплавов
- Из-за достаточно высокой коррозионной стойкости
- Из-за теплостойкости сплавов
- № 7 как влияет качество обработки поверхности детали на предел выносливости?
- Качество обработки поверхности не влияет на предел выносливости
- С увеличением шероховатости поверхности предел выносливости сначала повышается, а потом снижается
- С увеличением шероховатости поверхности предел выносливости повышается
- С увеличением шероховатости поверхности предел выносливости снижается
- № 8 Какая кривая на графике является типичной кривой усталости для алюминиевого сплава



- A
- B
- C
- D
- № 9 Что из перечисленного является узлом по определению?
- Роликовый подшипник
- Корончатая гайка
- Призматическая шпонка
- Вал

- Зубчатое колесо
- Зубчатая муфта
- № 10 Какой фактор способствует хрупкому разрушению сварного соединения?
- Подрез и непровар
- Остаточные напряжения
- Отжиг
- Низкая температура