

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ДЕТАЛИ МАШИН

Направление/специальность подготовки	24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика
Специализация/профиль/программа подготовки	Гидроаэродинамика
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
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	3	108	68	34	17	17	40	0	0	40	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика**

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА \_\_\_\_\_  
Воронов Алексей Сергеевич, преподаватель

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА \_\_\_\_\_  
Ли Валерий Алексеевич, 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

**А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ДЕТАЛИ МАШИН**

### **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:

ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-3 — способность участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-1**

*знания:*

Общетехнические 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:*

Способность решать стандартные задачи проектирования деталей машин на основе информационной и библиографической культуры. Способность конструировать 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. Навыки безопасной работы с лабораторным механическим оборудованием.

### **ОПК-3**

*знания:*

Общетехнические 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:*

Способность решать стандартные задачи проектирования деталей машин на основе информационной и библиографической культуры. Способность конструировать 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. Навыки безопасной работы с лабораторным механическим оборудованием.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ДЕТАЛИ МАШИН** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ И ТЕПЛОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ГИДРАВЛИКА В АРКТ, МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил

### 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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1	ОПК-3
3	5	<b>Раздел 1. Основы машиноведения. Основные термины и определения.</b> Машины – основа технологической цивилизации. Классификация машин. Критерии работоспособности деталей и влияющие на них факторы. Основы проектирования изделий, стадии разработки. Классификация деталей машин.	9	5	2	1	2	4	6	6
3	5	<b>Раздел 2. Механические передачи вращательного движения.</b> Сравнительная характеристика передач. Основные силовые и кинематические зависимости. Зубчатые, планетарные, волновые, червячные, цепные передачи. Классификация, конструкция, область применения, материалы передач. Геометрические параметры передач. Основные расчёты. Редукторы: основные конструкции и кинематические схемы, стандартизация редукторов.	24	14	8	2	4	10	26	26
3	5	<b>Раздел 3. Фрикционные и ременные передачи и вариаторы.</b> Классификация, конструкция, область применения, материалы передач. Особенности силового и кинематического расчета. Вариаторы: назначение, конструкция, кинематические параметры. Клиноцепной вариатор.	9	7	4	2	1	2	12	12
3	5	<b>Раздел 4. Валы и оси.</b> Классификация, область применения, материалы валов и осей. Предварительный, проектный, проверочный расчёты валов. Конструирование ступенчатых валов.	16	10	4	2	4	6	12	12
3	5	<b>Раздел 5. Опоры валов и осей.</b> Конструкции подшипниковых узлов. Достоинства и недостатки подшипников качения и скольжения. Классификация, маркировка, область применения, материалы, выбор подшипников Расчёт долговечности. Уплотнительные устройства. Гидродинамическая теория смазки Гидравлический, пневматический, магнитный подвес.	18	12	6	4	2	6	10	10
3	5	<b>Раздел 6. Муфты и тормоза механических приводов.</b> Классификация, конструкция, выбор муфт. Проверка по вращающему моменту. Тормозные механизмы. Классификация, конструкция. Расчет тормозного момента барабанного тормоза. Преобразующие механизмы. Винтовой механизм: Область применения, конструкция, КПД, силовой расчёт. Рычажные механизмы.	10	6	2	2	2	4	8	8
3	5	<b>Раздел 7. Соединения деталей машин.</b> Соединения разъёмные. Резьбовые, шпоночные, зубчатые, штифтовые, клеммовые, профильные соединения. Профили и геометрические параметры резьб. Область применения, КПД, условие самоторможения резьб. Предохранение резьбовых соединений от самоотвинчивания. Расчет ы соединений. Соединения неразъёмные. Классификация, конструкция, расчёт заклёпочных, сварных, паяных, клеевых, соединений.	11	7	4	2	1	4	12	12
3	5	<b>Раздел 8. Упругие элементы.</b> Классификация, конструкция, область применения, основы расчёта. Конструирование деталей передач. Выбор конструкции корпуса редуктора.	11	7	4	2	1	4	14	14
Всего за 5 семестр			108	68	34	17	17	40	100	100
Всего по дисциплине			108	68	34	17	17	40	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основы машиноведения. Основные термины и определения.	Силовой и кинематический расчёт. Выбор электродвигателя	2
2	Раздел 2. Механические передачи вращательного движения.	Расчёт цилиндрических зубчатых передач по критерию контактной и изгибной выносливости зубьев. Силы, возникающие при работе зубчатых передач.	4
3	Раздел 3. Фрикционные и ременные передачи и вариаторы.	Особенности силового и кинематического расчёта ременных передач. Формула Эйлера	1
4	Раздел 4. Валы и оси.	Предварительный, проектный, проверочный расчёты валов.	4
5	Раздел 5. Опоры валов и осей.	Статистическая и динамическая грузоподъемность. Расчёт долговечности подшипников качения.	2
6	Раздел 6. Муфты и тормоза	Расчет тормозного момента барабанного тормоза.	2

	механических приводов.		
7	Раздел 7. Соединения деталей машин.	Расчеты резьбовых соединений, нагруженных осевой и сдвигающей силой.	1
8	Раздел 8. Упругие элементы.	Конструирование дисковых зубчатых колёс звёздочек, шкивов.	1
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основы машиноведения. Основные термины и определения.	Элементы геометрии и определение нагрузочной способности цилиндрических эвольвентных зубчатых передач.	1
2	Раздел 2. Механические передачи вращательного движения.	Расчёт размеров зубчатых колёс из условия контактной прочности зубьев.	2
3	Раздел 3. Фрикционные и ременные передачи и вариаторы.	Конструирование элементов цепных передач	2
4	Раздел 4. Валы и оси.	Расчет валов на прочность	2
5	Раздел 5. Опоры валов и осей.	Конструирование валов и опор	4
6	Раздел 6. Муфты и тормоза механических приводов.	Определение КПД зубчатой передачи на стенде с замкнутым контуром	2
7	Раздел 7. Соединения деталей машин.	Определение коэффициентов трения в резьбе и на торце гайки.	2
8	Раздел 8. Упругие элементы.	Определение размеров зубчатых колёс по критерию изгибной выносливости	2
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основы машиноведения. Основные термины и определения.	Выполнение этапа расчётно-графической работы. Выбор электродвигателя, силовой и кинематический расчёт.	4
2	Раздел 2. Механические передачи вращательного движения.	Выполнение этапа расчётно-графической работы. Расчёт редукторной передачи. Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	10
3	Раздел 3. Фрикционные и ременные передачи и вариаторы.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение этапа расчётно-графической работы.. Расчёт ременной, цепной, открытой зубчатой или зубчатоременной передачи.	2
4	Раздел 4. Валы и оси.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение этапа расчётно-графической работы. Предварительный, проектный расчёт вала. Конструирование ступенчатого вала.	6
5	Раздел 5. Опоры валов и осей.	Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение этапа расчётно-графической работы.	6
6	Раздел 6. Муфты и тормоза механических приводов.	Выполнение этапа расчётно-графической работы.. Конструирование корпуса редуктора	4

7	Раздел 7. Соединения деталей машин.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение этапа расчётно-графической работы. Оформление работы.	4
8	Раздел 8. Упругие элементы.	Защита РГР. Подготовка к экзамену	4
<b>Всего за 5 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
5		РГР	РГР	РГР	РГР	ДР	Отч. по ЛР	Контр.Р., РГР, ОС	РГР	ДР	Отч. по ЛР, РГР	РГР	РГР	Отч. по ЛР, Контр.Р.	РГР	ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- РГР – расчетно-графическая работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- ОС – устный опрос студентов;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- расчетно-графическая работа;
- отчет по ЛР;
- контрольная работа;
- устный опрос студентов;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
2. Н. А. Бильдюк, Г. Д. Малышев, В. Н. Ражиков. . Детали машин. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
3. Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин. СПб.: Политехника, 2015, 200 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
4. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. <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:

1. КОМПАС-3D V17.

### 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. КОМПАС-3D V17.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Интерактивная доска;
2. Модели рычажных, кулачковых, зубчатых и др. учебных механизмов в количестве;
3. Установка для определения коэффициентов трения в резьбе.

### **6.4. 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 **ДЕТАЛИ МАШИН** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.03.03 *Баллистика и гидроаэродинамика*. 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*:

ОПК-1 способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

ОПК-3 способность участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением физических основ работы машин и механизмов, этапов проектирования деталей, сборочных единиц, агрегатов и приводов машин, широко используемых в различных системах вооружений.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- расчетно-графическая работа;
- отчет по ЛР;
- контрольная работа;
- устный опрос студентов;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 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.
<b>Раздел 1. Основы машиноведения. Основные термины и определения.</b>		
Выполнение этапа расчётно-графической работы. Выбор электродвигателя, силовой и кинематический расчёт.	Н. А. Бильдюк, Г. Д. Малышев, В. Н. Ражиков. . Детали машин: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (5) Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (Введение) В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1)	4
Итого по разделу 1		4
<b>Раздел 2. Механические передачи вращательного движения.</b>		
Выполнение этапа расчётно-графической работы. Расчёт редукторной передачи. Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3) Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (14, 15, 16) Н. А. Бильдюк, Г. Д. Малышев, В. Н. Ражиков. . Детали машин: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (6)	10
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Фрикционные и ременные передачи и вариаторы.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение этапа расчётно-графической работы.. Расчёт ременной, цепной, открытой зубчатой или зубчатоременной передачи.	Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (12, 13) В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (6) Н. А. Бильдюк, Г. Д. Малышев,	2

	В. Н. Ражиков. . Детали машин: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (7)	
Итого по разделу 3		2
<b>Раздел 4. Валы и оси.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение этапа расчётно-графической работы. Предварительный, проектный расчёт вала. Конструирование ступенчатого вала.	Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Мальшев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (18) Н. А. Бильдюк, Г. Д. Мальшев, В. Н. Ражиков. . Детали машин: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2) В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (8)	6
Итого по разделу 4		6
<b>Раздел 5. Опоры валов и осей.</b>		
Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение этапа расчётно-графической работы.	В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (9) Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Мальшев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (19) Н. А. Бильдюк, Г. Д. Мальшев, В. Н. Ражиков. . Детали машин: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2)	6
Итого по разделу 5		6
<b>Раздел 6. Муфты и тормоза механических приводов.</b>		
Выполнение этапа расчётно-графической работы.. Конструирование корпуса редуктора	Н. А. Бильдюк, Г. Д. Мальшев, В. Н. Ражиков. . Детали машин: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (5) Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Мальшев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (21) В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (10)	4
Итого по разделу 6		4
<b>Раздел 7. Соединения деталей машин.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение этапа расчётно-графической работы. Оформление работы.	Н. А. Бильдюк, Г. Д. Мальшев, В. Н. Ражиков. . Детали машин: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (3) В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (11, 12) Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Мальшев. .	4

	Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (8 - 11)	
Итого по разделу 7		4
<b>Раздел 8. Упругие элементы.</b>		
Защита РГР. Подготовка к экзамену	Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (20) В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт- Петербург: Лань, 2022 (15, 16) Н. А. Бильдюк, Г. Д. Малышев, В. Н. Ражиков. . Детали машин: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (6)	4
Итого по разделу 8		4

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- расчетно-графическая работа;
- отчет по ЛР;
- контрольная работа;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

### 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

Фронтальный опрос проводится в форме беседы преподавателя с группой, при этом в активную умственную работу вовлекаются все студенты группы.

Индивидуальный опрос предполагает обстоятельные, связные ответы студентов на вопрос, относящийся к изучаемому учебному материалу, поэтому он служит важным учебным средством развития речи, памяти, мышления каждого студента.

Заключительная часть устного опроса - подробный анализ ответов учащихся и регистрация ответов студентов на заданные вопросы.

#### Расчетно-графическая работа

Тематика расчетно-графических работ (РГР) .

Спроектировать сборочную единицу - ведомый вал одноступенчатого редуктора для привода исполнительного механизма (конвейера, элеватора, тельфера, транспортёра).

В качестве объекта проектирования могут быть предложены следующие одноступенчатые редукторы: цилиндрический, конический, червячный, планетарный, волновой.

В состав привода также входит одна из внешних передач: открытая зубчатая, клиноременная, цепная или зубчатоременная.

К заданию прилагается кинематическая схема привода машины.

Требования к оформлению.

Расчётно-пояснительную записку и графическую часть проекта надо представить в электронном виде, записку в формате docx, поясняющие рисунки схемы и эпюры в jpeg, а чертежи в DWG или в CDW. Содержание расчётно-пояснительной записки

1. Титульный лист, бланк задания на РГР.
2. Краткий анализ задания, соображения по реализации поставленной задачи, техническое предложение (при необходимости).
3. Выбор электродвигателя, силовой и кинематический расчет привода. Представление результатов расчета в виде таблицы установленного образца.
4. Расчет редукторной передачи по критерию контактной выносливости зубьев. Проверка расчета и построение чертежей деталей в Компасе.
5. Расчет внешней передачи (открытой зубчатой, клиноременной, цепной или зубчатоременной). Проверка расчета и построение чертежей деталей в Компасе..
6. Предварительный расчет ведомого вала и выбор подшипников
7. Проектный расчёт тихоходного вала редуктора, расчётная схема нагружения, построение эпюр (с соблюдением условного масштаба).
8. Окончательный выбор подшипников и проверка их долговечности.
9. Конструирование тихоходного ступенчатого вала и чертёж в Компасе.
10. Выбор и проверка муфт.
11. Выбор шпонок и проверка их прочности
12. Компановка редуктора, конструирование корпуса редуктора, закладных крышек подшипников,

выбор манжеты.

13. Итоговая таблица результатов расчетов.

14. Список литературы.

Содержание графической части работы:

15. Сборочный чертёж ведомого вала редуктора с врезными (закладными) крышками) с привязкой к корпусу редуктора. (габаритные, монтажные и присоединительные размеры, требования при сборке).

16. Спецификация.

Описание процедуры приема РГР

В процессе работы студента над РГР преподаватель ведёт непрерывный контроль за ходом выполнения этапов работы и корректирует действия каждого студента на каждом этапе работы. Такой подход позволяет значительно упростить процедуру приёма РГР. Выполненная и сданная в назначенный срок расчётно-графическая работа считается принятой.

### **Отчет по ЛР**

Отчет о лабораторной работе – технический документ, который содержит систематизированные данные о лабораторной работе, описывает теорию, используемую в лабораторной работе, ход лабораторной работы, расчеты и результаты, полученные в ходе лабораторной работы.

Отчет составляется по результатам выполнения студентом лабораторной работы.

Студент несет ответственность за достоверность данных, представленных в отчете по лабораторной работе.

Процедура приема отчета

Отчет по лабораторной работе подлежит обязательной проверке, осуществляемой преподавателем кафедры. После этого проводится прием лабораторной работы в устной форме, и в случае правильных ответов на уточняющие вопросы работа считается принятой. В случае замечаний по оформленной работе или неуверенных ответов на поставленные вопросы работа отправляется на исправление, доработку и дополнительную подготовку к отчёту.

### **Контрольная работа**

В семестре запланировано две контрольных работы продолжительностью один час каждая. В первой КР надо выполнить следующее типовое задание: Передаточный механизм привода цепного конвейера - трехступенчатый цилиндрический зубчатый редуктор и плоскоременная передача.

Изобразить кинематическую схему привода и подобрать электродвигатель. Вращающий момент на приводном валу конвейера 1900 Нм, скорость конвейера 0,19 м/с, диаметр звездочек 160 мм.

Передаточные числа механизма:  $U_6=5,5$ ,  $U_{np}=4$ ,  $U_t = 3$ ,  $U_{rp} = 1,9$ . КПД передач назначить самостоятельно. Результаты расчетов отразить в таблице, приложенной к заданию.

Во второй КР типовое задание выглядит так:

Задача 1. Найти передаточное число зубчатой передачи, если межосевое расстояние равно 192,5 мм, модуль  $=2,5$  мм,  $z=22$ .

Задача 2. Вычислить передаточное число редуктора, если диаметры окружностей вершин равны:  $d_{a1} = 50$  мм,  $d_{a2} = 275$  мм,  $d_{a3} = 65$  мм,  $d_{a4} = 305$  мм,  $A = 337,5$  мм.  $m_1 = m_2 = m_3 = m_4$ . Зубчатые колеса прямозубые. К задаче 2 прилагается кинематическая схема редуктора.

Описание критериев оценивания:

"зачтено" в случае правильного решения, "не зачтено", если ответ неверный.

### **Вопросы к экзамену**

Примерный перечень вопросов к экзамену,

Что такое машина?

Основные критерии работоспособности деталей машин

Что из перечисленного влияет на величину предела выносливости материалов?

Какой механизм обязательно должен быть в составе машины?

Назначение редуктора.

Назначение преобразующего механизма

Назначение передаточного механизма

Какой механизм может использоваться в качестве вариатора?

Что понимают под требованием соседства в планетарном механизме?

Что понимают под требованием сборки в планетарном механизме?

Что понимают под требованием соосности в планетарном механизме?

Какова основная причина выхода из строя зубчатых передач, работающих в масле?

В каких редукторах межосевые расстояния ступеней равные?

Главное достоинство подшипника скольжения?

Что является главным преимуществом подшипника скольжения перед подшипником качения ?

Достоинства подшипников скольжения

Что является основным недостатком подшипника скольжения по сравнению с подшипником качения?

Для каких деталей используют антифрикционные материалы



Основной причиной выхода из строя подшипников скольжения является ...  
Основным критерием работоспособности подшипника скольжения является:  
Какие технические устройства используют для кинематической и силовой связи валов в приводах машины?  
Какие муфты не допускают разъединение валов  
Какие муфты допускают разъединение валов  
Каким образом в подшипнике скольжения с жидкостным трением отводится существенное количество образовавшейся теплоты?  
В каком случае используют клиновые шпонки?  
По каким напряжениям проводят проверочный расчет стандартных шлицевых соединений?  
Какая резьба обладает способностью к самоторможению?  
Как улучшить самоторможение в резьбе?  
Как увеличить КПД винтового механизма?  
Самый высокопроизводительный метод изготовления крепежных деталей с резьбой  
Какие напряжения возникают в витках резьб крепежных изделий?  
Упругие элементы применяют в конструкциях для ...  
Что такое индекс пружины?

### **Экзамен**

Проводится в форме электронного тестирования. Каждый билет содержит 25 тестовых вопросов с четырьмя-пятью ответами на каждый вопрос и четыре задачи с открытым ответом. За правильный ответ на тестовый вопрос начисляется 2 балла, за частично верный ответ - 1 балл. Используется стобалльная система выставления оценок, которая переводится в традиционную следующим образом:  
Отлично – 81 – 100 баллов,  
Хорошо – 61 – 80 баллов,  
Удовлетворительно – 41 – 60 баллов.  
Каждый правильный ответ приносит 2 балла. Правильное решение задачи от 5 до 22 баллов, в зависимости от сложности задачи.  
В итоге максимальная оценка может составить 100 баллов

Паспорт фонда оценочных средств

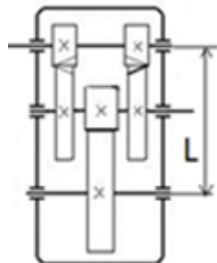
КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1	ОПК-3	
3	5	Раздел 1. Основы машиноведения. Основные термины и определения.	9	5	2	1	2	4	6	6	Устный опрос студентов
3	5	Раздел 2. Механические передачи вращательного движения.	24	14	8	2	4	10	26	26	Расчетно-графическая работа
3	5	Раздел 3. Фрикционные и ременные передачи и вариаторы.	9	7	4	2	1	2	12	12	Отчет по ЛР
3	5	Раздел 4. Валы и оси.	16	10	4	2	4	6	12	12	Контрольная работа, Расчетно-графическая работа
3	5	Раздел 5. Опоры валов и осей.	18	12	6	4	2	6	10	10	Отчет по ЛР, Устный опрос студентов, Расчетно-графическая работа
3	5	Раздел 6. Муфты и тормоза механических приводов.	10	6	2	2	2	4	8	8	Контрольная работа, Расчетно-графическая работа
3	5	Раздел 7. Соединения деталей машин.	11	7	4	2	1	4	12	12	Отчет по ЛР, Расчетно-графическая работа
3	5	Раздел 8. Упругие элементы.	11	7	4	2	1	4	14	14	Отчет по ЛР, Вопросы к экзамену
Всего за 5 семестр			108	68	34	17	17	40	100	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	17	17	40	100	100	

## Критерии оценивания

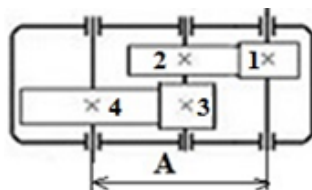
### ОПК-1

Вопросы открытого типа:

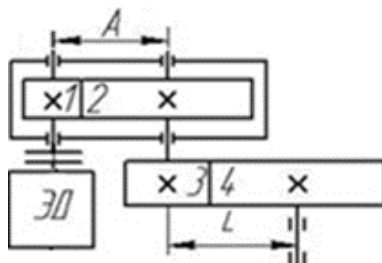
- № 1 Вычислить угловую скорость тихоходного вала редуктора, если угловая скорость ведущего вала 303,6 рад/с, делительные диаметры колес  $d_2 = 396$  мм,  $d_4 = 480$  мм, модуль быстроходной ступени  $m = 3$  мм,  $z_1 = 20$ ,  $L = 528$  мм. Зубчатые колеса прямозубые



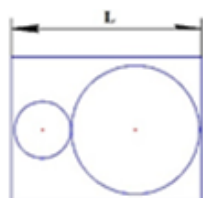
- № 2 Диаметры окружностей вершин зубчатых колес равны 48 и 312 мм. Найти межосевое расстояние прямозубой передачи, образованной этими колесами, если передаточное число равно 6,3.
- № 3 Вычислить число зубьев зубчатого колеса, если окружная скорость равна 28,27 м/с, частота вращения 1800 об/мин, а модуль 6 мм.
- № 4 Вычислить число зубьев колеса 2, если  $A = 439$  мм, общее передаточное число редуктора 25,2, число зубьев тихоходной ступени 22 и 88, а модуль 4 мм. Модуль зубчатых колес быстроходной ступени 3 мм.



- № 5 В двухступенчатом двухпоточном редукторе угловая скорость ведущего вала 160 рад/с. Найти угловую скорость ведомого вала, если  $Z_1 = 22$ ,  $Z_2 = 176$ ,  $Z_3 = 33$ ,  $m_1 = 3$  мм,  $m_4 = 6$  мм. Зубчатые колеса прямозубые.
- № 6 Вычислить передаточное число механизма, состоящего из одноступенчатого цилиндрического редуктора и открытой зубчатой передачи, если числа зубьев колес  $Z_1 = 42$ ,  $Z_4 = 81$ ; модули передач  $m_1 = 2.5$  мм и  $m_4 = 3.5$  мм;  $A = 367.5$  мм,  $L = 378$  мм



- № 7 Впишется ли в корпус длиной  $L = 495$  мм прямозубая зубчатая передача с параметрами:  $\alpha_w = 246.25$  мм,  $Z_1 = 27$ ,  $Z_2 = 170$ . Зазор между зубчатыми колесами и стенками корпуса 1 мм.



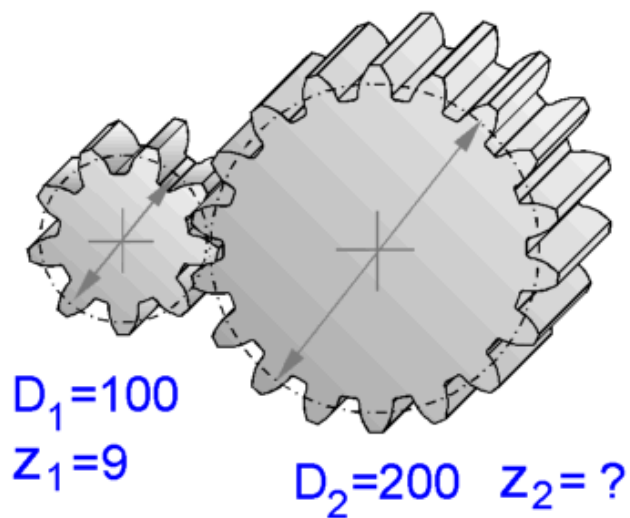
- № 8 В приводе двухцепного люлечного элеватора открытая зубчатая передача должна иметь межосевое расстояние 216 мм. Вычислите число зубьев ведомого зубчатого колеса, если передаточное число передачи должно составлять 3,5, а модуль равен 4 мм.
- № 9 Вычислить модули прямозубых колес, если известно, что межосевое расстояние равно 297 мм, число зубьев одного из колес 44, а передаточное число 3,5.
- № 10 Найти передаточное число зубчатой передачи, если межосевое расстояние равно 192,5 мм, модуль  $=2,5$  мм,  $z=22$ .
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 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;
- № 2 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
- № 3 Наиболее сложным по конструкции является редуктор:
- Цилиндрический косозубый
- Коническо-цилиндрический
- Червячный двухзаходный
- Планетарный одnorядный
- № 4 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
- № 5 Дифференциалом называется такой планетарный механизм, у которого:
- Все колеса подвижны
- Одно центральное колесо подвижно, а другое нет
- Два центральных колеса подвижны, а водило нет

- № 6 Сателлиты неподвижны, а центральные колеса нет  
Какой из перечисленных редукторов самотормозящийся
- Волновой
- Двухступенчатый коническо-цилиндрический
- Планетарный однорядный
- Червячный четырёхзаходный
- № 7 Двухпоточный соосный  
Какие механизмы требуют принятия специальных мер к охлаждению?
- Зубчатые;
- Зубчато-ременные;
- Ременные;
- Волновые;
- № 8 Червячные  
Осевое положение подшипника, который установлен в корпусе редуктора, можно отрегулировать с помощью
- Пружинной шайбы
- Металлических прокладок
- Резиновой манжеты
- № 9 Проушины  
Какие существуют редукторы
- Одновальные,
- Замкнутые,
- Звздообразные,
- Коленчато-цилиндрические,
- № 10 Двухпоточные  
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

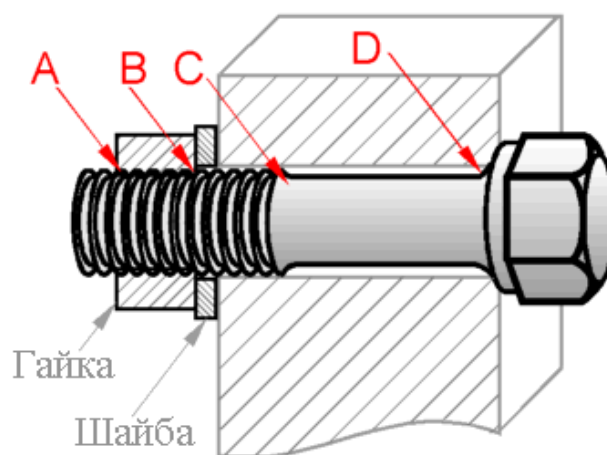
### **ОПК-3**

*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?

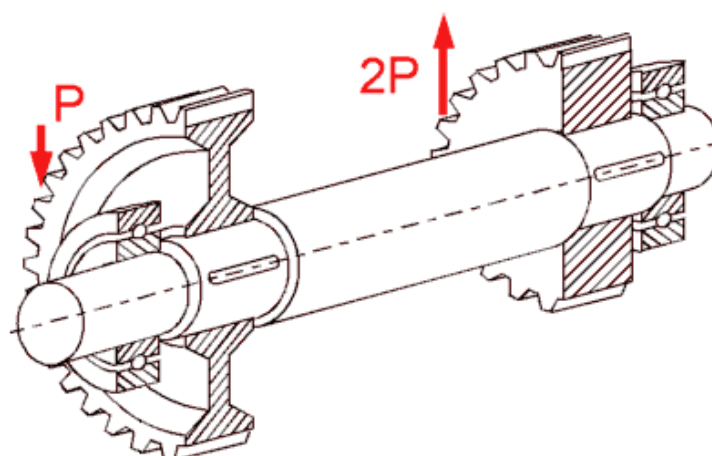


№ 3 Где наиболее вероятно усталостное или хрупкое разрушение?

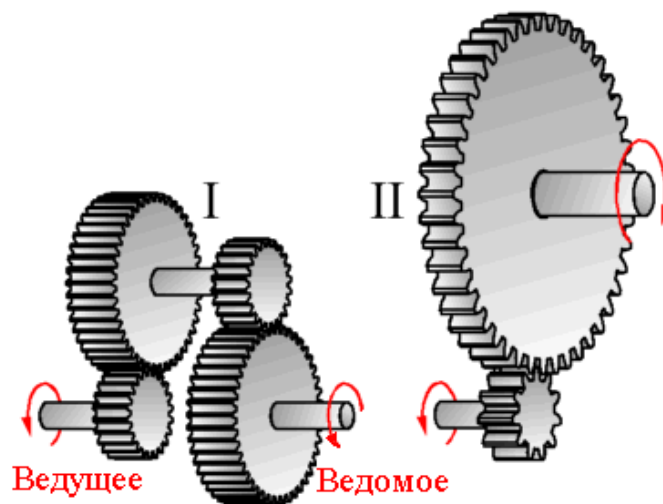


№ 4 Как влияет длина болта на напряжение растяжения?

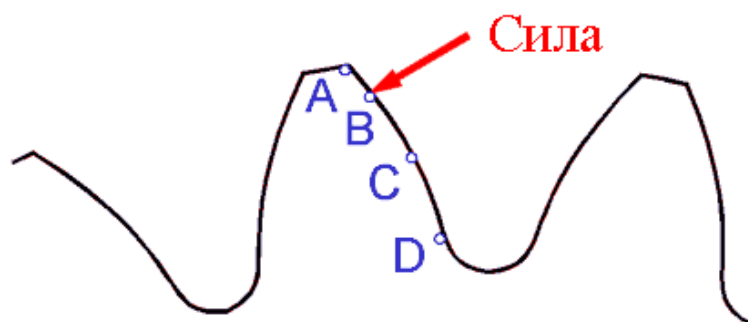
№ 5 Какие силы действуют в валу?



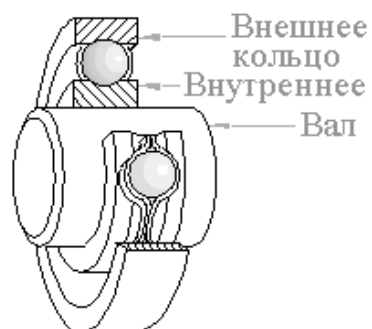
№ 6 Каково главное преимущество у составных зубчатых передач (I) по сравнению с одинарными передачами (II)?



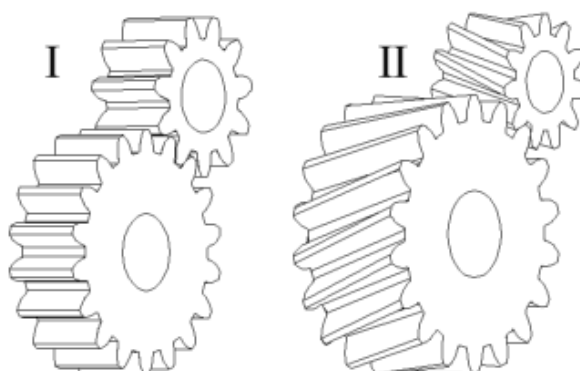
№ 7 Где напряжение растяжения максимальное?



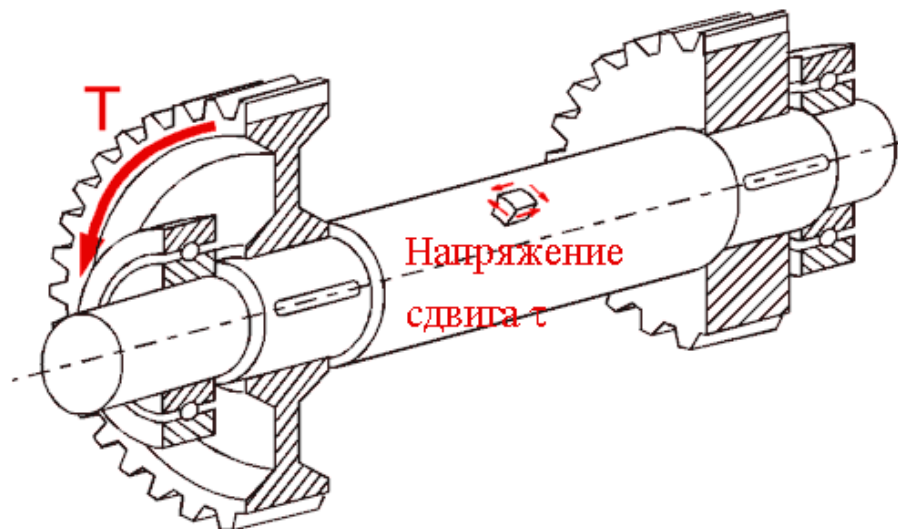
№ 8 Вертикальная сила приложена к сборочному узлу. Какая часть наиболее гибкая?



№ 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?

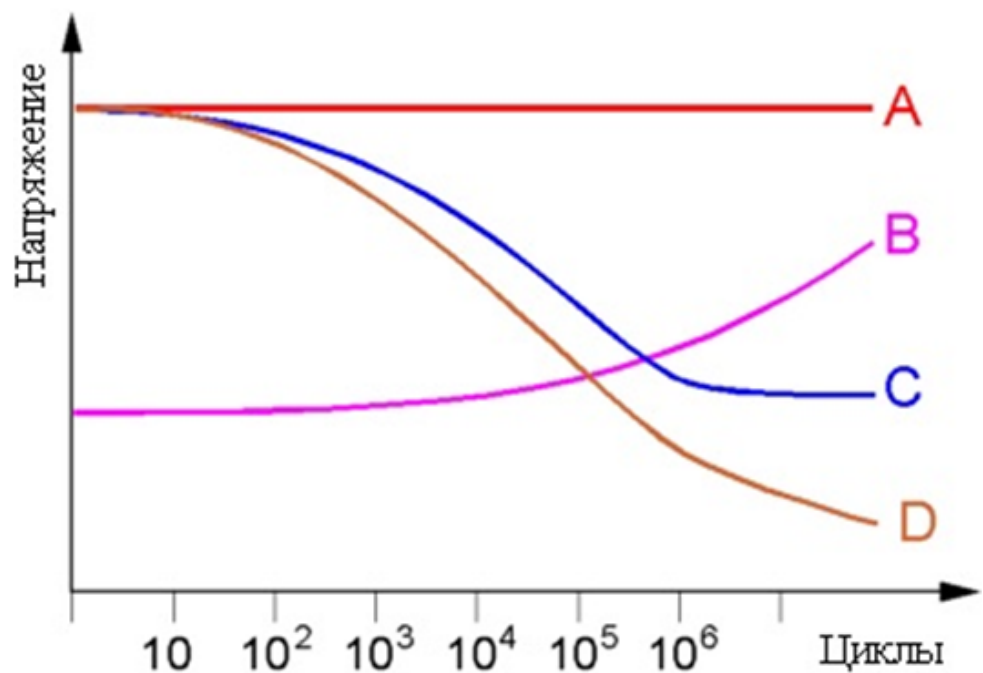
Качество обработки поверхности не влияет на предел выносливости

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