

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ДЕТАЛИ МАШИН

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	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	51	34	0	17	57	0	0	57	зач.
3	6	3	108	51	17	0	34	57	36	0	21	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	102	51	0	51	114	36	0	78	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

год набора группы: 2022

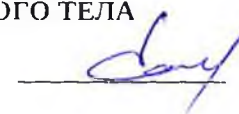
Программу составил:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Кротов Юрий Витальевич, 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

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., 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-3 — способность разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью
ПСК-1.1 — способность разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования
ПСК-1.3 — способность выполнять расчёты простых систем, деталей и узлов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-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:*

Способность выполнять опытно-конструкторские работы на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям;;

*навыки:*

Владение достаточными для проектно-конструкторской деятельности навыками работы с современными системами компьютерного проектирования; владение компьютерными методами обработки и редактирования информации; Соблюдение правил безопасности при работе с лабораторным оборудованием..

## **ПСК-1.1**

*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 в области машиноведения с использованием 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; Соблюдение правил безопасности при работе с лабораторным оборудованием..

## **ПСК-1.3**

*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:*

Способность выполнять опытно-конструкторские работы на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям;;

*навыки:*

Владение достаточными для проектно-конструкторской деятельности навыками работы с современными системами компьютерного проектирования; владение компьютерными методами обработки и редактирования информации; Соблюдение правил безопасности при работе с лабораторным оборудованием..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ДЕТАЛИ МАШИН** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ, СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, КОМБИНИРОВАННЫЕ ДВИГАТЕЛИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, СРЕДСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментальные исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте
- ПСК-1.1 — Способен разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования
- ПСК-1.2 — Способен выбирать оптимальный способ изготовления детали и разрабатывать технологическую документацию на простые детали и сборочные единицы
- ПСК-1.3 — Способен выполнять расчёты простых систем, деталей и узлов
- ПСК-1.4 — Способен планировать и проводить испытания, оформлять отчёты по испытаниям, анализировать и систематизировать полученные данные, формировать требования к испытательным установкам
- ПСК-1.7 — Способен производить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующих двигателей летательных аппаратов и их элементов
- ПСК-1.9 — Способен выполнять научно-исследовательские работы и разрабатывать отчёты в обеспечении создания перспективных конкурентоспособных двигательных установок и их составных элементов на основе воздушно-реактивных двигателей
- УК-4 — Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
- УК-5 — Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-3	ПСК-1.1	ПСК-1.3
3	5	<b>Раздел 1. Основы машиноведения. Основные термины и определения.</b> Машиноведение - ведущая отрасль знаний в технологической цивилизации. Классификация машин. Критерии работоспособности деталей и влияющие на них факторы. Основы проектирования изделий, стадии разработки. Классификация деталей машин.	10	6	4	2	4	6	6	6
3	5	<b>Раздел 2. Механические передачи.</b> Сравнительная характеристика передач. Основные силовые и кинематические зависимости. Фрикционные передачи и вариаторы. Классификация, конструкция, область применения, материалы фрикционных передач. Особенности силового и кинематического расчета. Вариаторы: назначение, конструкция, кинематические параметры. Клиноцепной вариатор.	12	6	4	2	6	6	6	6
3	5	<b>Раздел 3. зубчатые передачи.</b> Профили зацеплений. Классификация, конструкция, область применения, материалы передач. Основные геометрические и кинематические соотношения. Планетарные и волновые передачи. Расчёт цилиндрических зубчатых передач по критерию контактной и изгибной выносливости зубьев. Особенности расчета конических зубчатых передач. Силы, возникающие при работе зубчатых передач. Червячные передачи. Особенности работы. Редукторы: основные конструкции и кинематические схемы, стандартизация редукторов.	30	14	8	6	16	14	14	14
3	5	<b>Раздел 4. Цепные и ременные механизмы.</b> Цепные и ременные механизмы. Классификация. Область применения грузовых, тяговых, приводных, пильных цепей. Способы изготовления. Материалы. Цепные передачи. Классификация, конструкция, область применения цепных передач. Кинематика, критерии работоспособности, силовой расчет. Натяжение ветвей. Нагрузка на валы. Ременные передачи. Классификация, конструкция, область применения ременных передач. Материалы ремней. Особенности силового и кинематического расчёта. Устройства и способы натяжения ремней. Зубчатоременная передача. Особенности функционирования и расчёта.	17	8	6	2	9	10	10	10
3	5	<b>Раздел 5. Валы и оси.</b> Конструкция и расчеты на прочность и жесткость. Классификация, область применения, материалы валов и осей. Предварительный, проектный, проверочный расчёты валов. Зависимость конструкции вала от способа осевой фиксации деталей.	21	9	6	3	12	6	6	6
3	5	<b>Раздел 6. Опоры валов и осей.</b> Достоинства и недостатки подшипников качения и скольжения. Подшипники качения. Классификация, маркировка, область применения, выбор подшипников. Статистическая и динамическая грузоподъемность. Расчёт долговечности. Подшипники скольжения. Классификация, область применения, материалы вкладышей, смазочные материалы., Расчеты по критерию износостойкости. Конструкции подшипниковых узлов. Уплотнительные устройства. Гидродинамическая теория смазки Гидравлический, пневматический, магнитный подвес.	18	8	6	2	10	8	8	8
<b>Всего за 5 семестр</b>			108	51	34	17	57	50	50	50
3	6	<b>Раздел 7. Муфты и тормоза механических приводов.</b> Классификация, конструкция, выбор муфт. Проверка по вращающему моменту. Тормозные механизмы. Классификация, конструкция. Расчет тормозного момента барабанного тормоза.	22	8	4	4	14	6	6	6
3	6	<b>Раздел 8. Преобразующие механизмы.</b> Винтовой и рычажный механизмы. Область применения, конструкция, КПД, силовой расчёт.	6	4	2	2	2	8	8	8
3	6	<b>Раздел 9. Соединения разъемные.</b> Резьбовые соединения. Профили резьб. Область применения, КПД, условие самоторможения резьб. Геометрические параметры крепёжных резьб. Предохранение резьбовых соединений от самоотвинчивания. Шпоночные, зубчатые, штифтовые, клеммовые, профильные соединения. Классификация, конструкция, область применения, выбор, проверочный расчет соединений.	19	9	3	6	10	10	10	10
3	6	<b>Раздел 10. Соединения неразъемные.</b> Классификация, конструкция, расчёт соединений заклёпочных, сварных, паяных, клеевых, с гарантированным натягом.	15	9	3	6	6	8	8	8
3	6	<b>Раздел 11. Конструирование деталей передач.</b> Выбор конструкции, расчёт размеров дисковых зубчатых колёс, соотношение размеров различных типов звёздочек, шкивов. Особенности конструирования шкивов зубчатоременных передач. Упругие элементы. Классификация, конструкция, область применения, основы расчёта.	20	10	2	8	10	12	12	12
3	6	<b>Раздел 12. Корпуса, рамы, фундаменты механических приводов.</b> Особенности конструирования сварных и литых корпусов. Основные расчётные зависимости, используемые при конструировании литых корпусов. Уплотнительные устройства. Способы фиксации крышек подшипников. Принципы оптимизации конструкции корпуса. Основания и фундаменты. Выбор конструкционных материалов (металлопрокат) для рам. Конструкции сварных и литых рам.	26	11	3	8	15	6	6	6
<b>Всего за 6 семестр</b>			108	51	17	34	57	50	50	50
<b>Всего по дисциплине</b>			216	102	51	51	114	100	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.	Основные силовые и кинематические зависимости.	2
2	Раздел 2. Механические передачи.	Особенности силового и кинематического расчета.	2
3	Раздел 3. Зубчатые передачи.	Расчёт цилиндрических зубчатых передач по критерию контактной и изгибной выносливости зубьев. Силы, возникающие при работе зубчатых передач.	6
4	Раздел 4. Цепные и ременные механизмы.	Особенности силового и кинематического расчёта Формула Эйлера	2
5	Раздел 5. Валы и оси.	Предварительный, проектный, проверочный расчёты валов.	3
6	Раздел 6. Опоры валов и осей.	Статистическая и динамическая грузоподъемность. Проверка долговечности.	2
<b>Всего за 5 семестр</b>			17
7	Раздел 7. Муфты и тормоза механических приводов.	Порядок выбора и проверки быстроходной и тихоходной муфт	4
8	Раздел 8. Преобразующие механизмы.	Расчет тормозного момента барабанного тормоза.	2
9	Раздел 9. Соединения резьбовые.	Расчет ненапряжённого резьбового соединения. Расчет резьбового соединения, подверженного действию осевой силы и крутящего момента. Расчет резьбовых соединений под действием сдвигающей силы перпендикулярной к стыку	6
10	Раздел 10. Соединения неразъёмные.	Проектирование соединений заклёпочных, сварных, клеевых.	6
11	Раздел 11. Конструирование деталей передач.	Расчёт размеров дисковых зубчатых колёс, расчёт осевой силы цилиндрических пружин.	8
12	Раздел 12. Корпуса, рамы, фундаменты механических приводов.	Выбор металлопроката для рамных конструкций. Основные расчётные зависимости, используемые при конструировании литых корпусов.	8
<b>Всего за 6 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 машиноведения. Основные термины и определения.	Выполнение этапа расчетно-графической работы.	4
2	Раздел 2. Механические передачи.	Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение этапа расчетно-графической работы.	6
3	Раздел 3. Зубчатые передачи.	Проектный и проверочный расчёты открытых и закрытых зубчатых передач. Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	16
4	Раздел 4. Цепные и ременные механизмы.	Выполнение этапа расчетно-графической работы. Проведение проекторочных расчетов цепной и клиноременной передач.	9
5	Раздел 5. Валы и оси.	Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение этапа расчетно-графической работы.	12



6	Раздел 6. Опоры валов и осей.	Выполнение этапа расчетно-графической работы. Защита РГР. Подготовка к зачету.	10
<b>Всего за 5 семестр</b>			57
7	Раздел 7. Муфты и тормоза механических приводов.	Выполнение первого этапа курсового проекта. Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	14
8	Раздел 8. Преобразующие механизмы.	Углублённая проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение этапа курсового проекта.	2
9	Раздел 9. Соединения разъёмные.	Выполнение этапа курсового проекта. Углублённая проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	10
10	Раздел 10. Соединения неразъёмные.	Выполнение этапа курсового проекта. Проведение проектировочного расчета сварного соединения.	6
11	Раздел 11. Конструирование деталей передач.	Выполнение этапа курсового проекта. Конструирование деталей редуктора: зубчатых колёс, шкивов, звёздочек, крышек подшипников.	10
12	Раздел 12. Корпуса, рамы, фундаменты механических приводов.	Выполнение этапа курсового проекта. Проектирование литого корпуса редуктора, рамы, конструирование натяжного механизма, подбор муфт. Подготовка к сдаче дифференцированного зачёта и сдача зачета.	15
<b>Всего за 6 семестр</b>			57

### 3.4. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 0. Изучение технического задания на курсовое проектирование. Поиск материала для выбранной темы в предложенной литературе, в электронных интернет- ресурсах, Составление технического предложения. Проведение расчётов привода (кинематический, силовой, предварительный, проектный) Проверочные расчёты в КОМПАСЕ. Оформление расчётно- пояснительной записки (не менее 20 страниц печатного текста)	1 - 5	8
Этап 0. Конструирование зубчатых колес, шкивов, звёздочек, валов. Выполнение детальных чертежей заданных элементов конструкции редуктора	6 - 7	8
Этап 0. Конструирование корпуса редуктора. Создание сборочного чертежа редуктора, оформление спецификации.	8 - 10	8
Этап 0. Конструирование рамы привода. Чертежи общего вида привода. Подготовка к защите курсового проекта.	11 - 15	10
Этап 0. Защита курсового проекта.	16 - 17	2
<b>Всего за 6 семестр</b>		36

## 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	ОС		РГР	ДР				ДР	РГР		ОС	Контр.Р., ОС, РГР		ДР	Вопр. Зач, РГР, зач.
6	КП		ОС			ДР			КП	ДР	КП		ОС	ОС		ДР	КП, Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- РГР – расчетно-графическая работа;



- ОС – устный опрос студентов;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- КП – курсовой проект;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- зач. – зачет;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- расчетно-графическая работа;
- устный опрос студентов;
- контрольная работа;
- вопросы к зачету;
- курсовой проект;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- дифференцированный зачет.

## 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, 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:

1. Проблемы машиностроения и автоматизации.

### 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> — Главная – 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;
6. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

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. Модели рычажных, кулачковых, зубчатых и др. учебных механизмов в количестве;
3. КОМПАС-3D V17.

### **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 **ДЕТАЛИ МАШИН** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. 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-3 способность разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью;

ПСК-1.1 способность разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования;

ПСК-1.3 способность выполнять расчёты простых систем, деталей и узлов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением физических основ работы машин и механизмов, этапов проектирования деталей, сборочных единиц, агрегатов и приводов 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;
- устный опрос студентов;
- контрольная работа;
- вопросы к зачету;
- курсовой проект;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**51 ч.**), самостоятельная работа студента (**114 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 114 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 расчетно-графической работы.	В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1) Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (Введение)	4
Итого по разделу 1		4
<b>Раздел 2. Механические передачи.</b>		
Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение этапа расчётно-графической работы.	Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (12) В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3)	6
Итого по разделу 2		6
<b>Раздел 3. Зубчатые передачи.</b>		
Проектный и проверочный расчёты открытых и закрытых зубчатых передач. Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (14, 15) В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (8)	16
Итого по разделу 3		16
<b>Раздел 4. Цепные и ременные механизмы.</b>		
Выполнение этапа расчётно-графической работы. Проведение проектировочных расчетов цепной и клиноременной передач.	В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (8) Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (13, 16)	9

Итого по разделу 4		9
<b>Раздел 5. Валы и оси.</b>		
Углублённое изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение этапа расчётно-графической работы.	Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (18) В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (9)	12
Итого по разделу 5		12
<b>Раздел 6. Опоры валов и осей.</b>		
Выполнение этапа расчётно-графической работы. Защита РГР. Подготовка к зачету.	Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (19) В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (11, 12, 15, 16)	10
Итого по разделу 6		10
<b>Раздел 7. Муфты и тормоза механических приводов.</b>		
Выполнение первого этапа курсового проекта. Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (21) В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1)	14
Итого по разделу 7		14
<b>Раздел 8. Преобразующие механизмы.</b>		
Углублённая проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение этапа курсового проекта.	Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (17) В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3)	2
Итого по разделу 8		2
<b>Раздел 9. Соединения разъёмные.</b>		
Выполнение этапа курсового проекта. Углублённая проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (8, 11) В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (8)	10
Итого по разделу 9		10
<b>Раздел 10. Соединения неразъёмные.</b>		
Выполнение этапа курсового проекта. Проведение проектировочного расчета сварного соединения.	Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (9, 10) В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (9)	6

Итого по разделу 10		6
<b>Раздел 11. Конструирование деталей передач.</b>		
Выполнение этапа курсового проекта. Конструирование деталей редуктора: зубчатых колёс, шкивов, звёздочек, крышек подшипников.	В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (10) Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (13, 14)	10
Итого по разделу 11		10
<b>Раздел 12. Корпуса, рамы, фундаменты механических приводов.</b>		
Выполнение этапа курсового проекта. Проектирование литого корпуса редуктора, рамы, конструирование натяжного механизма, подбор муфт. Подготовка к сдаче дифференцированного зачёта и сдача зачета.	Н. А. Бильдюк, С. И. Каратушин, Г. Д. Малышев. . Детали машин: СПб.: Политехника, 2015 (14) В. И. Андреев, И. В. Павлова. . Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (11, 12, 15, 16)	15
Итого по разделу 12		15



## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- расчетно-графическая работа;
- вопросы к зачету;
- устный опрос студентов;
- контрольная работа;
- курсовой проект;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- зачет;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### 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 CDW или в DWG.

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. Компоновка 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.

### **Вопросы к зачету**

Перечень вопросов к зачету.(примерный перечень)

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?

### **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 отметка о прохождении процедуры опроса.

### **Контрольная работа**

Контрольная работа №1- это силовой и кинематический расчёт привода машины по заданному описанию привода и выбор электродвигателя.

Контрольная работа №2 - задачи на геометрию зубчатых передач.

Описание критериев оценивания:

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

### **Курсовой проект**

Тематика Курсовых проектов.

Спроектировать привод исполнительного механизма, состоящий из электродвигателя, редуктора и дополнительной внешней передачи (открытой зубчатой, клиноременной, цепной или зубчатоременной). Редуктор в индивидуальном задании может быть следующих типов: двухступенчатый цилиндрический; цилиндрический соосный косозубый; цилиндрический с раздвоенной тихоходной ступенью; цилиндрический с раздвоенной быстроходной ступенью; коническо-цилиндрический; червячно - конический; планетарный одноступенчатый или двухступенчатый; волновой одноступенчатый.

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 CDW или в DWG.

Содержание расчётно-пояснительной записки

1. Титульный лист, бланк задания на курсовое проектирование.
2. Краткий анализ задания, соображения по реализации поставленной задачи, техническое предложение (при необходимости).
3. Выбор электродвигателя серии 4А, силовой и кинематический расчет. Представление результатов расчета в виде таблицы установленного образца.
4. Расчет редукторных передач 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 расчёт валов и предварительный выбор подшипников
7. Проектный расчёт валов редуктора, расчётные схемы нагружения, построение эпюр (Построение эпюр выполнять с соблюдением условного масштаба).
8. Окончательный выбор подшипников, проверка их долговечности.

9. Конструирование ступенчатых валов редуктора и построение чертежей валов в Компасе.
  10. Выбор и проверка муфт (быстроходная-с упругим элементом, тихоходная-цепная или зубчатая).
  11. Выбор и проверка шпонок.
  12. Компонировка редуктора. Конструирование корпуса редуктора, закладных крышек подшипников, выбор манжет.
  13. Эскизная компоновка привода.
  14. Итоговая таблица результатов расчётов.
  15. Оглавление, список литературы.
- Содержание графической части работы:
16. Сборочный чертёж редуктора (с врезными (закладными) крышками) в двух проекциях с составлением спецификации, указать требования при сборке.
  17. Детальные чертежи: тихоходный вал редуктора, зубчатое колесо тихоходной ступени в соответствии с требованиями ЕСКД.
  18. Чертёж общего вида рамы привода в двух проекциях
  19. Чертёж общего вида привода в двух проекциях и техническая характеристика привода.
- Описание процедуры защиты КП
- В процессе работы студента над КП руководитель проекта ведёт непрерывный контроль за ходом выполнения этапов работы и корректирует действия студентов. Выполненный и сданный в назначенный срок курсовой проект выходит на защиту. В процессе публичной защиты курсового проекта студент делает краткий доклад с демонстрацией страниц РПЗ и чертежей на экране проектора, отвечает на поставленные вопросы, и в случае успешных ответов на вопросы и при отсутствии серьёзных замечаний по работе получает отличную оценку. Если в процессе защиты возникли серьёзные замечания по проекту, оценка может быть снижена до «хорошо». Если к тому же в процессе защиты студент не смог уверенно ответить на поставленные вопросы, то оценка снижается до «удовлетворительно».

### **Вопросы к дифференцированному зачету**

Вопросы к дифференцированному зачету (примерный перечень)

- Главное достоинство подшипника скольжения?
- Что является главным преимуществом подшипника скольжения перед подшипником качения ?
- 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?
- 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?

### **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.

Проводится в форме электронного тестирования. Билет содержит 30 тестовых вопросов с четырьмя-пятью ответами на каждый и две задачи. За правильный ответ на тестовый вопрос начисляется 2 балла, за частично верный ответ - 1 балл. Правильное решение каждой задачи 20 баллов.

Используется столбальная система выставления оценок, которая переводится в традиционную следующим образом: Зачтено - более 60 баллов.

### **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.

Проводится в форме электронного тестирования. Билет содержит 25 тестовых вопросов с четырьмя-

пятью ответами на каждый и четыре задачи. За правильный ответ на тестовый вопрос начисляется 2 балла, за частично верный ответ - 1 балл.

Правильное решение задачи от 5 до 15 баллов, в зависимости от сложности задачи. Используется столбальная система выставления оценок, которая переводится в традиционную следующим образом:

Отлично – 81 – 100 баллов,

Хорошо – 61 – 80 баллов,

Удовлетворительно – 41 – 60 баллов.

В итоге максимальная оценка может составить 100 баллов

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		ОПК-3	ПСК-1.1	ПСК-1.3	
3	5	Раздел 1. Основы машиноведения.Основные термины и определения.	10	6	4	2	4	6	6	6	Расчетно-графическая работа, Вопросы к зачету
3	5	Раздел 2. Механические передачи.	12	6	4	2	6	6	6	6	Устный опрос студентов, Вопросы к зачету
3	5	Раздел 3. Зубчатые передачи.	30	14	8	6	16	14	14	14	Контрольная работа, Расчетно-графическая работа, Вопросы к зачету
3	5	Раздел 4. Цепные и ременные механизмы.	17	8	6	2	9	10	10	10	Расчетно-графическая работа, Вопросы к зачету
3	5	Раздел 5. Валы и оси.	21	9	6	3	12	6	6	6	Расчетно-графическая работа, Устный опрос студентов, Контрольная работа, Вопросы к зачету
3	5	Раздел 6. Опоры валов и осей.	18	8	6	2	10	8	8	8	Вопросы к зачету, Расчетно-графическая работа
Всего за 5 семестр			108	51	34	17	57	50	50	50	
3	6	Раздел 7. Муфты и тормоза механических приводов.	22	8	4	4	14	6	6	6	Курсовой проект, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 8. Преобразующие механизмы.	6	4	2	2	2	8	8	8	Устный опрос студентов, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 9. Соединения разъёмные.	19	9	3	6	10	10	10	10	Курсовой проект, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 10. Соединения неразъёмные.	15	9	3	6	6	8	8	8	Курсовой проект, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 11. Конструирование деталей передач.	20	10	2	8	10	12	12	12	Устный опрос студентов, Вопросы к дифференцированному зачету

3	6	<b>Раздел 12. Корпуса, рамы, фундаменты механических приводов.</b>	26	11	3	8	15	6	6	6	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовой проект
<b>Всего за 6 семестр</b>			108	51	17	34	57	50	50	50	
<b>Всего по дисциплине</b>			216	102	51	51	114	100	100	100	