

3854

Министерство образования и науки Российской Федерации  
«БАЛТИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. УСТИНОВА»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор -  
проректор по образовательной  
деятельности

В.А. Бородавкин

2017

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория механизмов и машин

Специальность подготовки

24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет  
и ракетно-космических комплексов

(указывается индекс и наименование направления/специальности)

Специализация

Моделирование и информационные технологии  
проектирования ракетно-космических систем

Уровень высшего образования

Специалитет

(бакалавриат/ магистратура/ специалитет)

Форма обучения

Очная

Факультет

А Ракетно-космической техники

(указывается индекс и полное наименование факультета Университета, заказавшего программу)

Выпускающая кафедра

A1 Ракетостроение

(указывается индекс и полное наименование выпускающей кафедры)

Кафедра-разработчик  
рабочей программы

И8 Системы приводов, мехатроника и робототехника

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (ПО НАЛИЧИЮ ВИДОВ ЗАНЯТИЙ)													Вид промежуточного контроля
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ						САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА						
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ДРУГИЕ ВИДЫ ЗАНЯТИЙ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	РАСЧЁТНО-ГРАФ. РАБОТА	РЕФЕРАТ	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ.РАБОТЫ	
							ПРАКТИЧЕСК ИЕ ЗАНЯТИЯ	СЕМИНАРЫ								
3	6	3	108	51	34	17	-	-	-	57	-	-	-	-	57	ЗАЧ.

Начальник отдела основных  
образовательных программ

/А.А. Русина  
« 31 » 08 2017

САНКТ - ПЕТЕРБУРГ  
2017 г.

М.И. М.И. М.И. 199000

10/14

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО) ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 24.05.01 ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАКЕТ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Программу составили:

кафедра И8 Системы приводов, мехатроника и робототехника

Лавров В.Ю., доцент, канд. тех. наук, доцент

Эксперт: Воробьёв А.М., д. т. н., заместитель генерального конструктора по

научной работе АО КБСМ



Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **И8 Системы приводов, мехатроника и робототехника**

«31» 08 2017 г.

Заведующий кафедрой Стажков С.М., д.т.н., проф. /

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание) (подпись)



Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры **А1 Ракетостроение**

«31» 08 2017 г.

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф. /

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)

(подпись)



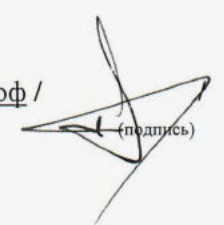
Рабочая программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии по укрупненной группе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГНиСП) **24.00.00. Авиационная и ракетно-космическая техника**, протокол № 2/2017

«31» 08 2017 г.

Председатель УМК по УГНиСП Бородавкин В.А., д.т.н., проф. /

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)

(подпись)



Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«31» 08 2017 г.

Директор библиотеки БГТУ Н.В. Сесина /

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)

(подпись)



## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО .....	5
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы преподавания
- Приложение 3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
- Приложение 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
- Приложение 5. Фонды оценочных средств
- Приложение 6. Справка о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова учебной литературы
- Приложение 7. Лист изменений, вносимых в рабочую программу

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций на уровнях:

### Профессиональной

ПК-6 – способностью на основе системного подхода к проектированию разрабатывать технические задания на проектирование и конструирование систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетно-космического комплекса, разрабатывать технические задания на проектирование конструкций и сооружений наземного комплекса;	Пороговый уровень
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------

Формированию указанных компетенций служит достижение следующих результатов образования:

#### знания:

на уровне воспроизведения и понимания *знать* –

- устройство и принципы проектирования и выбора типовых машин и механизмов, методы исследования их кинематических и динамических свойств;
- постановку и пути решения задач структурного, кинематического, силового и динамического анализа и синтеза машин и механизмов;
- теоретические основы расчета и выбора основных параметров машин и механизмов;

#### умения:

теоретически и практически уметь:

- составлять математические модели для кинематических, силовых и динамических расчетов;
- определять число степеней свободы механических систем;
- определять кинематические параметры движения основных типов механизмов;

#### навыки:

выполнения расчетов по структурному, кинематическому, силовому и динамическому анализу и синтезу машин и механизмов;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **Теория механизмов и машин** является дисциплиной вариативной части Блока 1 образовательной программы по направлению подготовки 24.05.01.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Инженерная графика», «Информатика» и служит основой для освоения дисциплин специализации.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- способностью на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей профессиональной деятельности, владением навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований (ОК-13);

- наличием навыков работы с компьютером как средством управления, в том числе в режиме удаленного доступа, способностью работать с программными средствами общего и специального назначения (ОК-15);

- пониманием роли математических и естественнонаучных наук и способностью к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий, способностью использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) (ОПК-2);

- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-5);

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

(с распределением общего бюджета времени в часах)

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

Курс	Семестр	Номера разделов	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция	
					Всего	Лекции	Аудиторный практикум (семинар)	Лабораторный практикум		ПК-6	
3	6	1	<b>Раздел 1. Структурный анализ и синтез механизмов</b> 1.1. Введение – постановка задач. 1.2. Звенья, кинематические пары, их классификация. Кинематические цепи, механизмы, пассивные связи. Число степеней свободы. Пассивные связи. 1.3. Структурные группы. Классификации механизмов. Алгоритмы структурного анализа и синтеза.	12	4	2	-	2	8	15%	
3	6	2	<b>Раздел 2. Кинематический анализ и синтез плоских рычажных механизмов</b> 2.1. Постановка задач. 2.2. Передаточные функции. 2.3. Метод планов. 2.4. Метод векторных контуров. 2.5. Метод преобразования координат. 2.6. Основные методы и алгоритмы кинематического анализа и синтеза.	20	12	8	-	4	8	15%	
3	6	3	<b>Раздел 3. Кулачковые механизмы</b> 3.1. Классификация. 3.2. Фазы работы. 3.3. Основные геометрические параметры. 3.4. Передача сил, угол давления, явление заклинивания. 3.5. Определение основных геометрических параметров для различных типов механизмов. 3.6. Выбор закона движения ведомого звена, обеспечение безударной работы. 3.7. Профилирование кулачков.	14	8	4	-	4	6	15%	



3	6	4	<b>Раздел 4. Зубчатые механизмы</b> 4.1. Классификация. 4.2. Цилиндрические, конические, винтовые и червячные передачи. 4.3. Основной закон зацепления. 4.4. Эвольвентное зацепление. Основные параметры зубчатого колеса и зубчатого зацепления. 4.5. Зоны одно- и двупарного зацепления, коэффициент перекрытия, коэффициенты удельного давления и скольжения. 4.6. Методы изготовления зубчатых колес, явления подреза и заострения зуба, минимальное число зубьев. 4.7. Зубчатые механизмы с неподвижными осями колес. 4.8. Планетарные и дифференциальные зубчатые механизмы и их кинематический анализ. 4.9. Приведение крутящих моментов. 4.10 Усилия в зацеплении. Расчет реакций в опорах валов.	19	9	6	-	3	10	15%	
3	6	5	<b>Раздел 5. Силовой расчет рычажных механизмов</b> 5.1. Статическая определимость кинематической цепи. 5.2. Принцип д'Аламбера. 5.3. Определение инерционных нагрузок. 5.4. Силовой расчет структурных групп. Уравнения равновесия и их решение для определения реакций в кинематических парах. 5.5. Силовой расчет входных звеньев. Уравнения равновесия и их решение для определения реакций в кинематических парах.	12	4	4	-	0	8	15%	
3	6	6	<b>Раздел 6. Уравновешивание механизмов</b> 6.1. Постановка задач. 6.2. Уравновешивание роторов при известном расположении неуравновешенных масс. 6.3. Уравновешивание роторов при неизвестном расположении неуравновешенных масс. Балансировочные станки.	16	8	4	-	4	8	15%	
3	6	7	<b>Раздел 7. Динамика машин с абсолютно жесткими звеньями</b> 7.1. Постановка задачи. Метод приведения. 7.2. Приведение сил и моментов. 7.3. Приведение масс и моментов инерции. 7.4. Уравнение движения. 7.5. Анализ и алгоритмы решения уравнения движения.	15	6	6	-	0	9	10%	
			Всего по дисциплине:	108	51	34	-	17	57	100%	

### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Наименование лаборатории	Объем, ауд. часов
1	1. Структура механизмов.	Структурный анализ рычажных механизмов	ТММ	2
2	2. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов.	Кинематический анализ рычажных механизмов	ТММ	4
3	3. Кулачковые механизмы.	Кинематический анализ кулачковых механизмов	ТММ	4
4	4. Зубчатые механизмы.	Построение эвольвентного профиля зубьев	ТММ	3

5	6. Уравновешивание механизмов.	Уравновешивание ротора при известном расположении неуравновешенных масс.	TMM	2
6		Уравновешивание ротора при неизвестном расположении неуравновешенных масс.	TMM	2
Итого:				17

### 3.3. Самостоятельная работа студента

Номер и наименование раздела дисциплины	СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ	время (час)
		СРС
1. Структурный анализ и синтез механизмов	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным занятиям.	8
2. Кинематический анализ и синтез плоских рычажных механизмов	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным занятиям.	8
3. Кулачковые механизмы	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным занятиям.	6
4. Зубчатые механизмы.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным занятиям.	10
5. Силовой расчет рычажных механизмов	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе.	8
6. Уравновешивание механизмов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным занятиям.	8
7. Динамика машин с абсолютно жесткими звеньями	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе.	9
ВСЕГО:		57

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### ГРАФИК КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6				ЛР			ЛР			ЛР		ЛР		ЛР		ЛР	Зачёт

Условные обозначения:

– ЛР – сдача одной лабораторной работы;

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателями, ведущими лабораторные занятия по дисциплине в следующих формах:

- выполнение лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность).



**Рубежная аттестация** студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- защита первых 2-х лабораторных работ.

**Итоговый контроль** по дисциплине проходит в форме зачёта.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы контроля, позволяющие оценить результаты образования по данной дисциплине, включены в состав УМК дисциплины и перечислены в Приложении 5.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1. Основная литература:**

- 1) Борисенко Л. А.. Теория механизмов, машин и манипуляторов: учебное пособие для вузов.- Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2011. - 284 с.  
Параллельное издание : [Электронный ресурс ELR02165]
- 2) В.Ю. Лавров. Курсовое проектирование по теории машин и механизмов в среде программы Mechanic: учебное пособие. БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2013. - 32 с
- 3) В.Ю. Лавров. Механика роботов-манипуляторов и ее реализация программой CaDMan. Учебное пособие. БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2007.

### **5.2.Дополнительная литература:**

- 4) Копылов А.З., Морозов Ю.Л., Туманов Ю.А. Теория механизмов и динамика машин. Учебное пособие для вузов. БГТУ "ВОЕНМЕХ", -СПб.: 2004. -132 с.: ил. 169 экз.
- 5) Экспериментально-аналитический метод кинематического исследования механизмов. Методические указания к лабораторным работам. Сост. Лавров В.Ю., Копылов А.З. БГТУ "ВОЕНМЕХ". -СПб., 2003. -29 с.: ил, граф., табл. 191 экз.
- 6) Кинематический анализ механизмов на ПЭВМ методом Фурье. Методические указания к лабораторным работам. Сост. В.Ю. Лавров, А.З. Копылов. БГТУ, СПб., 2001.
- 7) Ю.А. Дружинин, В.А. Зубов, В.Ю. Лавров. Проектирование механизмов приборов и вычислительных систем с применением ЭВМ. М: "Высшая школа", 1988.
- 8) Е.С. Кисточкин и др. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин. Пресс механический. Учебное пособие. ЛМИ 1989.
- 9) Лабораторные работы по теории механизмов и машин. Под ред. Ю.Л. Морозова. ЛМИ, 1984.

### **5.3. Электронные ресурсы, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:**

- 1) ELR978 Управление в технических системах [Электронный ресурс]: учебное пособие [для вузов] / В. Ю. Лавров, А. З. Копылов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008.
- 2) ELR1291 Станции Pick&Place и Processing фирмы FESTO [Электронный ресурс]: учебное пособие [для вузов] / С. А. Копаев, В. Ю. Лавров, М. В. Михайлов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" – СПб., 2008
- 3) <http://e.lanbook.com> –ЭБС издательства ЛАНЬ.
- 4) ЭБС Издательства «ЮРАЙТ»: <http://biblio-online.ru> .

### **5.4. Программное обеспечение.** Пакет SciLab, MatLab.

5.5. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

1. Применение средств мультимедиа в образовательном процессе: лекционные занятия проводятся с использованием электронных презентаций.

2. Доступность учебных материалов через сеть Интернет для любого участника учебного процесса: электронные версии текстов лекций.

3. Возможность консультирования обучающихся преподавателями в любое время и в любой точке пространства посредством сети Интернет: консультации.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Лекционные занятия:

1) Комплект электронных презентаций/слайдов,

2) Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер),

3) Программное обеспечение:

- пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы);

- авторские разработки в электронной библиотеке кафедры. Пакеты программ:

Mechanic, CaDMan, ApproxFSP, NelderMS, Laura, Laura\_3,

база данных по электродвигателям,

компьютерное учебное пособие Tut\_TMM.

4) конспект лекций в электронной библиотеке кафедры, доступен студентам для скачивания

2. Лабораторные работы:

Лаборатория ТММ, оснащенная набором моделей плоских рычажных механизмов, набором моделей кулачковых механизмов, набором моделей механизмов манипуляторов, лабораторными установками для имитации процесса изготовления эвольвентных зубчатых колес, стендами для балансировки роторов, стендом для динамического гашения колебаний, вибрационным стендом, лабораторными установками для определения КПД механизмов.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **Теория механизмов и машин** является дисциплиной вариативной части Блока 1 образовательной программы по направлению подготовки 24.05.01. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова кафедрой И8 Системы приводов, мехатроника и робототехника.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

Профессиональной ПК-6.

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов. Основные понятия теории машин и механизмов. Основные виды механизмов. Структурный анализ и синтез механизмов. Кинематический анализ и синтез механизмов. Кулачковые механизмы. Зубчатые механизмы. Механизмы винт-гайка. Силовой расчет механизмов. Динамика машин.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме опроса студентов при допуске к лабораторным работам, рубежный контроль в форме сдачи лабораторных работ, итоговый контроль в форме зачёта.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены 34 лекционных часа, 17 часов лабораторных работ и 57 часов самостоятельной работы студента.

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

### Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

#### I. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

**Информационные технологии:** использование электронных образовательных ресурсов и выдаваемый студентам конспект лекций в электронной форме для подготовки к лекциям и лабораторным занятиям. В учебном процессе широко используются активные и интерактивные формы проведения занятий, в частности компьютерные симуляции работы машин и механизмов.

**Работа в команде:** совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ.

**Опережающая самостоятельная работа** – изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

**Консультации**

#### II. Виды и содержание учебных занятий

##### Раздел 1. Структурный анализ и синтез механизмов

**Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.**

**Лекция 1.** Информационная лекция. Звенья, кинематические пары, их классификация. Кинематические цепи, механизмы, число степеней свободы. Пассивные связи. Структурные группы. Классификации механизмов. Алгоритмы структурного анализа и синтеза.

**Лабораторный практикум - 2 часа, 1 работа.**

**Лабораторная работа № 1.** Структурный анализ рычажных механизмов.

Выполняется индивидуально или в группах не более 2-х человек, на реальном оборудовании. Типовая работа. Цель работы: структурный анализ плоского рычажного механизма. Используемое оборудование: макеты плоских рычажных механизмов.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,8 часа.**

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*

##### Раздел 2. Кинематический анализ и синтез плоских рычажных механизмов

**Теоретические занятия (лекции) - 8 часов.**

**Лекция 2.** Информационная лекция. Постановка задач. Определение скоростей и ускорений характерных точек механизмов методом планов.

**Лекция 3.** Информационная лекция. Передаточные функции. Определение кинематических параметров движения методом векторных контуров.

**Лекция 4.** Информационная лекция. Определение кинематических параметров движения методом преобразования координат.

**Лекция 5.** Информационная лекция. Основные методы и алгоритмы кинематического синтеза плоских рычажных механизмов.

**Лабораторный практикум - 4 часа, 1 работа.**

**Лабораторная работа № 2.** Кинематический анализ рычажных механизмов.

Выполняется индивидуально или в группах не более 2-х человек, на реальном оборудовании. Типовая работа с элементами выбора оптимального метода аппроксимации экспериментальных данных. Математическая обработка выполняется индивидуально. Цель работы: экспериментально-теоретический кинематический анализ рычажных механизмов с использованием математической обработки экспериментальных данных. Используемое оборудование: макеты плоских рычажных механизмов.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,8 часа.**

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*

### **Раздел 3. Кулачковые механизмы**

**Теоретические занятия (лекции) - 4 часа.**

**Лекция 6.** Информационная лекция. Классификация. Фазы работы. Основные геометрические параметры. Передача сил, угол давления, явление заклинивания. Определение основных геометрических параметров для механизмов с толкателем и коромыслом.

**Лекция 7.** Информационная лекция. Выбор закона движения ведомого звена, обеспечение безударной работы. Определение основных геометрических параметров для механизмов с плоским толкателем. Профилирование кулачков.

**Лабораторный практикум - 4 часа, 1 работа.**

**Лабораторная работа № 3.** Кинематический анализ кулачковых механизмов.

Выполняется индивидуально или в группах не более 2-х человек, на реальном оборудовании. Типовая работа с элементами выбора оптимального метода аппроксимации экспериментальных данных. Математическая обработка выполняется индивидуально. Цель работы: экспериментально-теоретический кинематический анализ кулачковых механизмов с использованием математической обработки экспериментальных данных. Используемое оборудование: макеты кулачковых механизмов.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,6 часа.**

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*

### **Раздел 4. Зубчатые механизмы**

**Теоретические занятия (лекции) - 6 часов.**

**Лекция 8.** Информационная лекция. Классификация. Цилиндрические, конические, винтовые и червячные передачи. Основной закон зацепления. Эвольвентное зацепление. Основные параметры зубчатого колеса и зубчатого зацепления. Зоны одно- и двупарного зацепления, коэффициент перекрытия, коэффициенты удельного давления и скольжения.

**Лекция 9.** Информационная лекция. Методы изготовления зубчатых колес. Явления подреза и заострения зуба, минимальное число зубьев. Зубчатые механизмы с неподвижными осями колес.

**Лекция 10.** Информационная лекция. Планетарные и дифференциальные зубчатые механизмы и их кинематический анализ. Приведение крутящих моментов. Усилия в зацеплении. Реакции в опорах валов.

**Лабораторный практикум - 3 часа, 1 работа.**

**Лабораторная работа № 4.** Построение эвольвентного профиля зубьев.

Выполняется индивидуально на реальном оборудовании. Типовая работа

Цель работы: построение эвольвентного профиля зубьев методом обкатки и устранение явления подреза зубьев. Контроль возникновения явления заострения зуба.

Используемое оборудование: лабораторная установка, имитирующая работу зуборезных станков.

**Управление самостоятельной работой студента – 1 час.**

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*

## **Раздел 5. Силовой расчет рычажных механизмов**

**Теоретические занятия (лекции) - 4 часа.**

**Лекция 11.** Информационная лекция. Постановка задачи. Статическая определимость кинематической цепи. Принцип д'Аламбера. Определение инерционных нагрузок. Общий алгоритм силового расчета. Силовой расчет структурных групп методом планов.

**Лекция 12.** Информационная лекция. Силовой расчет структурных групп аналитически. Силовой расчет входных звеньев.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,8 часа.**

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*

## **Раздел 6. Уравновешивание механизмов**

**Теоретические занятия (лекции) - 4 часа.**

**Лекция 13.** Информационная лекция. Постановка задач. Уравновешивание рычажных механизмов.

**Лекция 14.** Информационная лекция. Уравновешивание роторов при известном и неизвестном расположении неуравновешенных масс. Балансировочные станки.

**Лабораторный практикум - 4 часа, 2 работы.**

**Лабораторная работа № 5.** Уравновешивание ротора при известном расположении неуравновешенных масс. Выполняется группами по 3 ... 4 человека на реальном оборудовании или индивидуально на компьютерном симуляторе. Типовая работа. Цель работы: изучение методов уравновешивания ротора при известном расположении неуравновешенных масс. Используемое оборудование - лабораторные установки для уравновешивания ротора.

**Лабораторная работа № 6.** Уравновешивание ротора при неизвестном расположении неуравновешенных масс. Выполняется группами по 3 ... 4 человека на реальном оборудовании. Типовая работа. Цель работы: изучение методов уравновешивания ротора при неизвестном расположении неуравновешенных масс.

Используемое оборудование - лабораторные балансировочные станки.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,8 часа.**

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*

## **Раздел 7. Динамика машин с абсолютно жесткими звеньями**

**Теоретические занятия (лекции) - 6 часов.**

**Лекция 15.** Информационная лекция. Постановка задачи. Метод приведения. Приведение сил и моментов.

**Лекция 16.** Информационная лекция. Приведение масс и моментов инерции.

**Лекция 17.** Информационная лекция. Уравнение движения. Анализ и алгоритмы решения уравнения движения.

**Управление самостоятельной работой студента – 0,9 часа.**

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов, из них 51 час аудиторных занятий и 57 часов, 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 порядке проведения промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в п.4 РП и в Приложении 5 к РП. В таблице даны ссылки в соответствии с номерами списка литературы п.5 РП.

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
<b>Раздел 1. Структурный анализ и синтез механизмов</b>			
Подготовка к лекции	Изучение теоретического материала разд. 1.1 - 1.3.	4	См. гл. 1 [1], гл. 1 [2], конспект лекций.
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №1	Изучение теоретического материала и последовательности выполнения работы.	4	См. описание лабораторной работы в [5]
Итого по разделу 1		8	
<b>Раздел 2. Кинематический анализ и синтез плоских рычажных механизмов</b>			
Подготовка к лекциям	Изучение теоретического материала разд. 2.1 - 2.6.	4	См. главу 2, 4 [1], гл. 1, 2 [3] конспект лекций.
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы № 2	Изучение теоретического материала и последовательности выполнения работы.	4	См. описание лабораторной работы в [5],
Итого по разделу 2		8	
<b>Раздел 3. Кулачковые механизмы</b>			
Подготовка к лекциям	Изучение теоретического материала разд. 3.1 - 3.7.	2	См главу 6 уч. пособия [1], конспект лекций.
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы № 3	Изучение теоретического материала и последовательности выполнения работы.	4	См. описание лабораторной работы в [5],
Итого по разделу 3		6	
<b>Раздел 4. Зубчатые механизмы</b>			
Подготовка к лекциям	Изучение теоретического материала разд. 4.1 - 4.10.	5	См. главу 5 уч. пособия [1], конспект лекций.
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы № 4	Изучение теоретического материала и последовательности выполнения работы.	5	См. описание лабораторной работы в [5],
Итого по разделу 4		10	
<b>Раздел 5. Силовой расчет рычажных механизмов</b>			
Подготовка к лекциям	Изучение теоретического материала разд. 5.1 – 5.5.	8	См. главу 4 уч. пособия [1], конспект лекций
Итого по разделу 5		8	
<b>Раздел 6. Уравновешивание механизмов</b>			
Подготовка к лекциям	Изучение теоретического материала разд. 6.1 - 6.4.	4	См. гл. 3 уч. пособия [1], конспект лекций
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ № 5 и 6	Изучение теоретического материала и последовательности выполнения работы.	4	См. описание лабораторных работ в [5]
Итого по разделу 6		8	
<b>7. Динамика машин с абсолютно жесткими звеньями</b>			
Подготовка к лекции и практическому занятию.	Изучение теоретического материала разд. 7.1 - 7.5.	9	См. гл. 3 уч. пособия [1], конспект лекций
Итого по разделу 7		9	
ИТОГО		57	



### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	Рекомендуется, используя предоставляемые с начала семестра в электронной форме тексты лекций, предварительно изучать темы будущих лекций. Дополнительно обращаться к рекомендованной литературе и другим источникам. Подготовить вопросы, в которых не удастся самостоятельно разобраться, и задать их преподавателю при рассмотрении соответствующих тем на лекциях, практикуме или консультации. Наилучших результатов в изучении дисциплины можно достигнуть, стремясь полностью разобраться в материалах каждой лекции в процессе ее слушания.
Лабораторные занятия	Методические указания по выполнению лабораторных работ представлены в источнике 5 из списка литературы.
Подготовка к зачёту	Перечень вопросов к зачёту предоставляется преподавателем. Вопросы соответствуют программе лекций и лабораторных работ. При подготовке к зачёту рекомендуется помимо текстов лекций использовать источники основной и дополнительной литературы.

### ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценивание уровня учебных достижений студента осуществляется в виде текущего, рубежного и промежуточного контроля в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова.

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

- комплект лабораторных работ – 6 штук – приведён в учебном пособии [5];
- список вопросов для самопроверки и подготовки к зачёту приведён в УМК дисциплины.

### Паспорт фонда оценочных средств

наименование фонда оценочных средств												
КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ПК-6		

3	6	1	Раздел 1 Структурный анализ и синтез механизмов	12	4	2	-	2	8	15%	Вопросы к лаб. работе № 1
3	6	2	Раздел 2 Кинематический анализ и синтез плоских рычажных механизмов	20	12	8	-	4	8	15%	Вопросы к лаб. работе № 2
3	6	3	Раздел 3. Кулачковые механизмы	14	8	4	-	4	6	15%	Вопросы к лаб. работе № 3
3	6	4	Раздел 4. Зубчатые механизмы	19	9	6	-	3	10	15%	Вопросы к лаб. работе № 4
3	6	5	Раздел 5. Силовой расчёт рычажных механизмов	12	4	4	-	0	8	15%	Вопросы к зачёту
3	6	6	Раздел 6. Уравновешивание механизмов	16	8	4	-	4	8	15%	Вопросы к лаб. работе № 5
3	6	7	Раздел 7. Динамика машин с абсолютно жесткими звеньями	15	6	6	-	0	9	10%	Вопросы к зачёту
<b>ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>				108	51	34	-	17	57	100%	

### Критерии оценивания

**Текущий контроль** проводится в форме опроса студентов на практических занятиях и при допуске к лабораторным работам.

#### Лабораторные работы

##### Допуск к ЛР

Допуск к выполнению ЛР происходит при условии сдачи студентом теоретического минимума, необходимого для выполнения лабораторной работы в форме ответа на вопросы (3 вопроса выдается на занятии, время на подготовку ответов – 15 минут). Допуск к выполнению ЛР происходит при 2-х и более правильных ответах.

##### Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном или электронном виде. Защита отчета проходит в форме ответов на вопросы преподавателя. Критерием выполнения работы является достоверность результатов и правильные ответы на более чем 70% вопросов преподавателя по содержанию работы. По результатам защиты выставляется оценка по пятибалльной системе.

#### Рубежный контроль

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра. Результат рубежной аттестации определяется как оценка степени выполнения графика лабораторных работ (раздел 4 рабочей программы) на дату проведения аттестации. Полное выполнение графика (выполнение двух ЛР) оценивается в 100%.

#### Итоговый контроль по дисциплине проходит в форме зачёта

Для получения зачёта необходимо выполнение и защита всех лабораторных работ и правильно ответить на не менее 60% вопросов преподавателя.

## СПРАВКА

о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им.Д.Ф.Устинова учебной литературы

1. Наименование дисциплины: Теория механизмов и машин


2. Кафедра: И8 Системы приводов, мехатроника и робототехника

3. Перечень основной учебной литературы (авторы, название, наличие грифа Минобразования, УМО, НМС, другого министерства или ведомства, выходные данные, количество экземпляров):

- 1) Борисенко Л. А.. Теория механизмов, машин и манипуляторов: учебное пособие для вузов.- Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2011. - 284 с.  
Параллельное издание : [Электронный ресурс ELR02165]
- 2) В.Ю. Лавров. Курсовое проектирование по теории машин и механизмов в среде программы Mechanic: учебное пособие. БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2013. - 32 с
- 3) В.Ю. Лавров. Механика роботов-манипуляторов и ее реализация программой CaDMan. Учебное пособие. БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2007.
4. Перечень дополнительной литературы:
- 4) А.З. Копылов. Ю.А. Морозов, Ю.А. Туманов. Теория механизмов и динамика машин. Учебное пособие для вузов. БГТУ "ВОЕНМЕХ", СПб.: 2004.
- 5) Экспериментально-аналитический метод кинематического исследования механизмов. Методические указания к лабораторным работам. Сост. В.Ю. Лавров, А.З. Копылов. БГТУ, СПб., 2003.
- 6) Кинематический анализ механизмов на ПЭВМ методом Фурье. Методические указания к лабораторным работам. Сост. В.Ю. Лавров, А.З. Копылов. БГТУ, СПб., 2001.
- 7) Ю.А. Дружинин, В.А. Зубов, В.Ю. Лавров. Проектирование механизмов приборов и вычислительных систем с применением ЭВМ. М: "Высшая школа", 1988.
- 8) Е.С. Кисточкин и др. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин. Пресс механический. Учебное пособие. ЛМИ 1989.
- 9) Лабораторные работы по теории механизмов и машин. Под ред. Ю.Л. Морозова. ЛМИ, 1984.

Директор библиотеки

Дата

 (Н.В. Сесина)