

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Трехгорный технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ТТИ НИЯУ МИФИ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

\_\_\_\_\_ Т.И. Улитина

«31» августа 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА (ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН)»**

**Специальность:** 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

**Специализация:** Проектирование инструментальных комплексов в машиностроении

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная

Трехгорный

2021

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями дисциплины «Техническая механика (теория механизмов и машин)» являются изучение основных видов механизмов, их классификации функциональных возможностей, а так же областей применения; знание методов оценки функциональных возможностей типовых механизмов и машин, критериев качества передачи движения; постановку задачи с обязательными и желательными условиями синтеза структурной и кинематической схем механизма; построение целевой функции при оптимизационном синтезе, получение математических моделей для задач проектирования механизмов и машин, использование программного обеспечения автоматизированного расчета параметров характеристик механизмов и проектирование механизмов по заданным обязательным и желательным условиям синтеза и критерия качества передачи движения.

### **1.1. Цели дисциплины**

Цель дисциплины «Техническая механика (теория механизмов и машин)» – ознакомление студентов с основными понятиями теории механизмов и машин. Научиться проводить кинематический, силовой и статический анализы рычажного механизма. Ознакомление с основными видами и типами плоских и пространственных механизмов.

### **1.2. Задачи дисциплины**

Задачами дисциплины «Техническая механика (теория механизмов и машин)» являются разработка общих методов исследования структуры, геометрии, кинематики и динамики типовых механизмов и их систем.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Техническая механика (теория механизмов и машин)» относится к базовой части учебного плана, изучается в 4 и 5 семестрах.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1. Перечень компетенций**

Изучение дисциплины «Техническая механика (теория механизмов и машин)» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

##### **общефессиональные компетенции (ОПК):**

– Способен понимать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и машиностроительном производстве (ОПК-1);

– Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач (ОПК-2);

##### **профессиональные компетенции (ПК):**

– Способен участвовать в работах по доводке и освоению машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции (ПК-1);

– Способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующей специализации (ПК-9);

– Способен ставить себе образовательные цели под возникающие жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития (в том числе с использованием цифровых средств) других необходимых компетенций (УКЦ-3);

– Способен применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов деталей и узлов машиностроения (ПК-12)

### **3.2. Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

– практические приемы и методы инженерной деятельности; основные виды инженерной деятельности; способы формирования инженерной деятельности (З-ОПК-1);

– практические приемы и методы решения инженерных задач; основные виды решения инженерных задач; способы формирования решения инженерных задач; (З-ОПК-2);

– практические приемы и методы доводки и освоения машин; основные виды доводки и освоения машин; способы формирования доводки и освоения машин (З-ПК-1);

– практические приемы и методы изучения научно-технической информации; основные виды изучения научно-технической информации; способы формирования изучения научно-технической информации (З-ПК-9);

– практические приемы и методы стандартных расчетов машин; основные виды стандартных расчетов машин; способы формирования стандартных расчетов машин; (З-ПК-12).

**уметь:**

– формулировать задачи инженерной деятельности; выбирать методы инженерной деятельности; работать со справочной и специальной литературой по инженерной деятельности (У-ОПК-1);

– формулировать задачи решения инженерных задач; выбирать методы решения инженерных задач; работать со справочной и специальной литературой решения инженерных задач; (У-ОПК-2);

– формулировать задачи доводки и освоения машин; выбирать методы доводки и освоения машин; работать со справочной и специальной литературой доводки и освоения машин; (У-ПК-1);

– формулировать задачи изучения научно-технической информации; выбирать методы изучения научно-технической информации; работать со справочной и

специальной литературой изучения научно-технической информации (У-ПК-9);

– формулировать задачи стандартных расчетов машин; выбирать методы стандартных расчетов машин; (У-ПК-12).

**Владеть:**

– опытом построения инженерной деятельности; опытом обеспечения надежности инженерной деятельности (В-ОПК-1);

– опытом построения решения инженерных задач; опытом обеспечения надежности решения инженерных задач (В-ОПК-2);

– опытом доводки и освоения машин; опытом обеспечения надежности доводки и освоения машин; (В-ПК-1);

– опытом изучения научно-технической информации; опытом обеспечения надежности изучения научно-технической информации (В-ПК-9);

– опытом стандартных расчетов машин; опытом обеспечения надежности стандартных расчетов машин; (В-ПК-12).

### 3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
<b>Естественнонаучный и общепрофессиональный модули</b>		
<b>Профессиональное и трудовое воспитание</b>	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду <b>(В14)</b>	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.

		<p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "Экономика и управление производством", "Инновационная экономика и технологическое предпринимательство", "Правоведение" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение</li> </ul>
	<p>- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.</li> </ul>
<p><b>Интеллектуальное воспитание</b></p>	<p>- формирование культуры умственного труда (B11)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.</p>

## 4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости и (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел
			Лекции	Практ. занятия/семинары	Лаб. работы	Самост. работа			
<b>Семестр 4</b>									
1	Раздел 1	1	2				УО№1-2	ПО№1– 4	10
		2		2	2	2			
		3	2			2			
		4		2	2				
2	Раздел 2	5	2		-	2	УО№2-6	РГР№1– 9	15
		6	2	2					
		7	2			2			
		8	2						
		9		2					
3	Раздел 3	10	2	2	-		УО№3-12	ПО№2 – 14	15
		11		2					
		12	2	2		2			
		13	2						
		14		2		2			
4	Раздел 4	15	2	2	2	2	УО4-16	ПО№3– 18	10
		16	2			2			
		17	2	2					
		18	2		2	2			
Итого			26	20	8	18			50
Зачет			-						50
Итого за семестр									100
<b>Семестр 5</b>									
1	Раздел 1	1	2		-		УО№5-2	ПО№4– 4	10
		2	2	2		2			
		3	2	2					
		4		2		2			

2	Раздел 2	5	2	2	-	2	УО№6-6	ПО№5– 8	15
		6	2	2					
		7	2	2					
		8	2						
		9		2					
3	Раздел 3	10	2		-	2	УО№7-12	ПО№6 – 14	15
		11		2					
		12	2	2					
		13	2	2					
		14	2	2					
4	Раздел 4	15	2		-	2	УО№8-16	ПР №1– 18	10
		16	2	2					
		17		2					
		18		2					
Итого			26	28	-	18			50
Экзамен			36						50
Итого за семестр									100

УО – устный опрос

ПО – письменный опрос

ПР – практическая работа

РГР – расчётно-графическая работа

## 4.2. Содержание лекций

### 4 семестр

#### Раздел 1. Структура и кинематика механизмов

##### Лекция 1. Основные понятия и задачи курса

Введение. Цель и задачи курса. Краткая историческая справка. Место курса в системе подготовки инженера. Инженерное проектирование. Основные этапы и методы проектирования. Основные виды механизмов.

##### Лекция 2. Механизмы. Виды механизмов.

Структура механизмов. Механизм и его элементы. Классификация механизмов. Классификация кинематических пар. Методы исследования механизмов. Структурный анализ и синтез механизмов. Основные структурные формулы.

Структурная классификация механизмов по Ассуру и по Артоболовскому. Подвижности и связи в механизме. Понятие об избыточных связях и местных подвижностях.

## **Раздел 2. Проектирование плоских рычажных механизмов. Кинематические характеристики механизмов**

### Лекция №3. Этапы проектирования механизмов

Условие существования кривошипа в плоских четырехзвенных механизмах. Синтез четырехзвенных механизмов по двум положениям звеньев. Синтез шестизвенных кулисных механизмов.

### Лекция №4. Кинематика механизмов.

Кинематические характеристики механизмов. Кинематика входных и выходных звеньев. Определение кинематических характеристик плоского рычажного механизма геометрическим методом в аналитической форме.

### Лекция №5. Построение планов механизмов

Метод планов положений, скоростей и ускорений. Экспериментальный метод. Метод кинематических диаграмм.

### Лекция №6. Интегрирование и дифференцирование механизмов.

Графическое и численное интегрирование. Графическое и численное дифференцирование. Метод преобразования координат.

## **Раздел 3. Динамика машин и механизмов**

### Лекция №7. Динамика машин и механизмов

Динамические параметры машины и механизма. Прямая и обратная задачи динамики. Механическая энергия и мощность. Работа внешних сил.

### Лекция №8. Преобразование механической энергии механизмами.

Аксиома об освобождения от связей. Силы и их классификация. Силы в КП без учета трения. Статический и кинетостатический силовой расчет типовых механизмов.

#### Лекция №9. Методы силового расчета.

Графоаналитический - планов сил, аналитический - метод проекций на оси координат.

### **Раздел 4. Уравновешивание механизмов**

#### Лекция №10. Понятие о неуравновешенности механизма.

Метод замещающих масс. Условия перехода от звена с распределенной массой к модели с точечными массами.

#### Лекция №11. Полное статическое уравновешивание.

Полное статическое уравновешивание шарнирного четырехзвенника. Полное статическое уравновешивание кривошипно-ползунного механизма.

#### Лекция №12. Частичное статическое уравновешивание для 1 случая.

Частичное статическое уравновешивание, при котором допускается движение центра масс вдоль направляющего ползуна.

#### Лекция №13. Частичное статическое уравновешивание для 2 случая.

Частичное уравновешивание для случая, когда центр масс движется по дуге, хорда которой перпендикулярна оси направляющей ползуна. Эквивалентная схема.

## **5 семестр**

### **Раздел 1. Неуравновешенность роторов и их балансировка. Основы виброзащиты машин**

#### Лекция №14. Балансировка роторов.

Балансировка роторов при различных видах неуравновешенности. Статическая неуравновешенность. Моментная неуравновешенность. Динамическая неуравновешенность.

Лекция №15. Балансировка роторов при проектировании. Статическая и динамическая балансировка роторов при проектировании.

Лекция №16. Основные методы защиты

Основные методы виброзащиты. Виброизоляция. Случай силового возбуждения. Этапы решения задач виброзащиты. Кинематического возбуждения при  $m < M$ . Динамическое гашение колебаний.

## **Раздел 2. Основы теории высшей пары**

Лекция №17. Введение в теорию высшей пары, основные понятия и определения.

Механизмы с высшими кинематическими парами и их классификация. Механические передачи трением и зацеплением. Основная теорема зацепления.

Лекция №18. Понятие о полюсе и центроидах.

Сопряженные профили в высшей КП. Следствия основной теоремы зацепления. Эвольвентное зацепление. Эвольвентная зубчатая передача. Эвольвентное зубчатое колесо и его параметры. Толщина зуба колеса по окружности произвольного радиуса.

Лекция №19. Методы изготовления эвольвентных зубчатых колес.

Понятие о исходном, исходном производящем и производящем контурах. Станочное зацепление.

Лекция №20. Основные размеры зубчатого колеса.

Виды зубчатых колес. Подрезание и заострение колеса. Понятие об области существования зубчатого колеса. Эвольвентная цилиндрическая зубчатая передача и ее параметры. Основные уравнения эвольвентного зацепления.

### **Раздел 3. Волновые зубчатые передачи. Построение зубчатых передач на скрещивающихся осях**

#### Лекция №21. Волновая передача

Кинематика волновой передачи. Особенности волнового зацепления.

#### Лекция №22. Методика проектирования волновой передачи.

Методы и формы проектирования волновых зубчатых передач.

#### Лекция №23. Коническая зубчатая передача.

Основные определения и геометрические соотношения. Элементы конического зубчатого колеса. Образование боковой поверхности зубьев конического колеса. Инженерная методика расчета конических передач. Технология изготовления конических колес. Расчет геометрии конической передачи.

#### Лекция №24. Сложные зубчатые передачи.

Гиперболоидные зубчатые передачи. Винтовые зубчатые передачи. Червячные зубчатые передачи. Нарезание червяков и червячных колес. Кинематические и геометрические соотношения.

### **Раздел 4. Механизмы с высшими парами**

#### Лекция №25. Планетарные механизмы.

Кинематика планетарных механизмов. Сложные зубчатые механизмы. Многопоточные и планетарные механизмы. Кинематика рядного зубчатого механизма. Формула Виллиса для планетарных механизмов. Кинематическое исследование типовых планетарных механизмов графическим и аналитическим методами. Проектирование типовых планетарных механизмов. Проектирование многопоточных планетарных зубчатых механизмов. Постановка задачи синтеза. Условия подбора чисел зубьев. Вывод расчетных формул для условий соосности, соседства и сборки. Подбор чисел зубьев по методу сомножителей. Примеры

решения задач по подбору чисел зубьев. Оптимальный синтез планетарных механизмов при автоматизированном проектировании.

### Лекция №26. Кулачковые механизмы.

Анализ и проектирование кулачковых механизмов. Назначение и область применения. Классификация кулачковых механизмов. Основные параметры кулачковых механизмов. Структура кулачкового механизма. Кинематический анализ кулачкового механизма. Синтез кулачкового механизма. Этапы синтеза. Постановка задачи метрического синтеза. Алгоритм проектирования кулачкового механизма по допустимому углу давления. Проверка результатов синтеза по диаграмме углов давления.

### **4.3. Тематический план практических работ**

1. Структурный анализ шестизвенного рычажного механизма.
2. Кинематический анализ шестизвенного рычажного механизма методом планов положений, скоростей и ускорений.
3. Кинематическое исследование шестизвенного рычажного механизма аналитическим методом.
4. Силовой расчет шестизвенного рычажного механизма методом кинетостатики. Графоаналитический метод.
5. Силовой расчет шестизвенного рычажного механизма методом кинетостатики. Аналитический метод.
  - a. Силовой расчет структурных групп методом планов.
  - b. Определение уравновешивающей силы (момента сил) методом планов.
6. Определение уравновешивающей силы (момента сил) методом рычага Жуковского. Метрический синтез типовых рычажных механизмов.
7. Синтез четырехзвенных рычажных механизмов.
8. Зубчатые колеса.
9. Эвольвентная зубчатая передача.
10. Кинематический анализ зубчатых механизмов.
11. Кинематический анализ и синтез планетарных механизмов

12. Кинематический анализ кулачковых механизмов.

13. Синтез кулачкового механизма.

#### **4.4. Тематический план лабораторных работ**

1. Структурный анализ механизмов.
2. Кинематический анализ зубчатых планетарных механизмов.

#### **4.5. Самостоятельная работа студентов**

Написание курсового проекта по дисциплине «Техническая механика (теория механизмов и машин)».

### **5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Выпускник вуза должен не просто обладать определенной суммой знаний, а уметь при помощи этих знаний решать конкретные задачи производства.

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», реализация компетентностного подхода должна предусматривать использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде мультимедиа-лекций. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, с разделением группы на подгруппы из 8-9 человек (для соблюдения принципа каждому студенту свое рабочее место). За 2 дня до проведения лабораторных работ студентам выдается их описание для изучения, для отсутствующих студентов задания выкладываются на файловый сервер в методический раздел (Metodica).

**6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ  
УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ  
ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

**Перечень оценочных средств используемых для текущей и  
промежуточной аттестации**

<b>Код</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Краткая характеристика оценочного средства</b>	<b>Представление оценочного средства в фонде</b>
<b>4 семестр</b>			
ПО1	Письменный опрос №1	Средство проверки знаний по изученному материалу	Комплект контрольных вопросов по основным разделам
УО1	Устный опрос №1	Средство проверки знаний по изученному материалу	Комплект контрольных вопросов по основным разделам
УО2	Устный опрос №2		
ПР	Практическая работа	Средство проверки знаний по изученному материалу	Комплект практических заданий по основным разделам
<b>5 семестр</b>			
ПО2	Письменный опрос №2	Средство проверки знаний по изученному материалу	Комплект контрольных заданий по основным разделам
ПО3	Письменный опрос №3		
УО3	Устный опрос №3	Средство проверки знаний по изученному материалу	Комплект контрольных вопросов по основным разделам
УО4	Устный опрос №4		

## Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
ОПК-1	31, 32	У1	В1, В2	УО1, УО2, УО3, УО4, ПО1, ПО2, ПО3, ПР4, 3, Э
ОПК-2	31, 32	У1, У2	В1, В2, В3	УО1, УО2, УО3, УО4, ПО1, ПО2, ПО3, ПР4, 3, Э
ПК-1	31, 32	У1, У2	В1, В2, В3	УО1, УО2, УО3, УО4, ПО1, ПО2, ПО3, ПР4, 3, Э
ПК-9	31, 32, 33	У1, У2, У3	В1, В2, В3	УО1, УО2, УО3, УО4, ПО1, ПО2, ПО3, ПР4, 3, Э
ПК-12	31, 32, 33	У1, У2, У3	В1, В2, В3	УО1, УО2, УО3, УО4, ПО1, ПО2, ПО3, ПР4, 3, Э

### Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
<b>4 семестр</b>						
Раздел 1	Структура и кинематика механизмов	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-9, ПК-12	31,32, У1, В1,В2	УО1-2	ПО1- 4	Зачет
Раздел 2	Проектирование плоских рычажных механизмов. Кинематические характеристики механизмов	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-9, ПК-12	31,32, У1, В1,В2	УО2-6	РГР- 8	

Раздел 3	Динамика машин и механизмов	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-9, ПК-12	31,32, У1, В1,В2	УО3-12	ПО2 – 14	
Раздел 4	Уравновешивание механизмов	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-9, ПК-12	31,32, У1, В1,В2	УО4-16	ПО3– 18	
<b>5 семестр</b>						
Раздел 1	Неуравновешенность роторов и их балансировка. Основы виброзащиты машин	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-9, ПК-12	31,32, У1, В1,В2	УО5-2	ПО4– 4	Экзамен
Раздел 2	Основы теории высшей пары	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-9, ПК-12	31,32, У1, В1,В2	УО6-6	ПО5– 8	
Раздел 3	Волновые зубчатые передачи. Построение зубчатых передач на скрещивающихся осях	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-9, ПК-12	31,32, У1, В1,В2	УО7-12	ПО6 – 13	
Раздел 4	Механизмы с высшими парами	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-9, ПК-12	31,32, У1, В1,В2	УО8-16	ПР – 18	

### Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл – минимальный балл
УО №1; УО №4, УО №5; УО №8	Устный опрос № 1; №4; №5; №8	выставляется студенту если 90-100% ответов на вопросы правильные	5	<b>5 – 3</b>
		выставляется студенту если 80-89% ответов на вопросы правильные	4	
		выставляется студенту если 60-79% ответов на вопросы правильные	3	

		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, ответы не зачитываются и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з		
УО №2; УО №3; УО №6; УО №7	Устный опрос №2; №3; №6; №7	выставляется студенту если 90-100% ответов на вопросы правильные	7	7 – 5	
		выставляется студенту если 80-89% ответов на вопросы правильные	6		
		выставляется студенту если 60-79% ответов на вопросы правильные	5		
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, ответы не зачитываются и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з		
ПР№1	Практическая работа №1	выставляется студенту, если все сделано правильно	7		7 – 5
		выставляется студенту, если решение содержит ошибки	6		
		выставляется студенту, если решения содержат ошибки и было сдано не в срок	5		
		выставляется студенту если решения полностью неверные	н/з		
РГР№1	Расчетно-графическая работа №1	выставляется студенту, если все сделано правильно	8	8 – 5	
		выставляется студенту, если решение содержит ошибки	7		
		выставляется студенту, если решения содержат ошибки и было сдано не в срок	5		
		выставляется студенту если решения полностью неверные	н/з		
ПО№1; ПО №3	Письменный опрос №1; №3	выставляется студенту, обнаружившему полное знание учебного материала, предусмотренного конкретной темой раздела; умеющему практически решать типовые задачи, все задания выполнены без ошибок.	5	5 – 3	

		выставляется студенту, обнаружившему полное знание учебного материала, предусмотренного конкретной темой раздела, некоторые виды заданий выполнены с ошибками или неточностями	4	
		выставляется студенту, обнаружившему не полное знание учебного материала, предусмотренного конкретной темой раздела, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	3	
		выставляется студенту, обнаружившему полное незнание учебного материала; все требования, предъявляемые к проблеме, не выполнены. не было попытки решить задачу.	н/з	
ПО №2	Письменный опрос №2	выставляется студенту, обнаружившему полное знание учебного материала, предусмотренного конкретной темой раздела; умеющему практически решать типовые задачи, все задания выполнены без ошибок.	8	8-5
		выставляется студенту, обнаружившему полное знание учебного материала, предусмотренного конкретной темой раздела, некоторые виды заданий выполнены с ошибками или неточностями	7	
		выставляется студенту, обнаружившему не полное знание учебного материала, предусмотренного конкретной темой раздела, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	6	
		выставляется студенту, обнаружившему не полное знание учебного материала, предусмотренного конкретной темой раздела, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных	5	

		программой заданий.		
		выставляется студенту, обнаружившему полное незнание учебного материала; все требования, предъявляемые к проблеме, не выполнены. не было попытки решить задачу.	н/з	

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	F
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Сумма баллов	Оценка ECTS	Уровень приобретенных знаний, умений, навыков по дисциплине
90-100	A	“Отлично” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
85-89	B	“Очень хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено

		числом баллов, близким к максимальному.
75-84	C	“Хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
65-74	D	“Удовлетворительно” - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
60-64	E	“Посредственно” - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.
Ниже 60	F	“Неудовлетворительно” - очень слабые знания, недостаточные для понимания курса, имеется большое количество основных ошибок и недочетов.

## Вопросы к зачету

### 4 семестр

1. Место курса в системе подготовки инженера.
2. Основные виды механизмов.
3. Структура механизмов.
4. Механизм и его элементы.
5. Классификация механизмов.
6. Классификация кинематических пар.
7. Методы исследования механизмов.
8. Структурный анализ и синтез механизмов.
9. Основные структурные формулы.
10. Структурная классификация механизмов по Ассуру и по Артоболовскому.
11. Подвижности и связи в механизме.
12. Понятие об избыточных связях и местных подвижностях.

13. Этапы проектирования механизмов.
14. Условие существования кривошипа в плоских четырехзвенных механизмах.
15. Динамические параметры машины и механизма.
16. Прямая и обратная задачи динамики.
17. Механическая энергия и мощность.
18. Работа внешних сил.
19. Преобразование механической энергии механизмами. Аксиома об освобождении от связей.
20. Силы и их классификация.
21. Статический и кинестатический силовой расчет типовых механизмов.
22. Методы силового расчета.
23. Графоаналитический - планов сил, аналитический - метод проекций на оси координат.
24. Понятие о неуравновешенности механизма.
25. Метод замещающих масс.
26. Условия перехода от звена с распределенной массой к модели с точечными массами.
27. Полное статическое уравновешивание шарнирного четырехзвенника.
28. Полное статическое уравновешивание кривошипно-ползунного механизма.

### **Вопросы к экзамену**

#### **5 семестр**

1. Место курса в системе подготовки инженера.
2. Основные виды механизмов.
3. Структура механизмов.
4. Механизм и его элементы.
5. Классификация механизмов.
6. Классификация кинематических пар.
7. Методы исследования механизмов.
8. Структурный анализ и синтез механизмов.
9. Основные структурные формулы.
10. Структурная классификация механизмов по Ассуру и по Артоболовскому.

11. Подвижности и связи в механизме.
12. Понятие об избыточных связях и местных подвижностях.
13. Этапы проектирования механизмов.
14. Условие существования кривошипа в плоских четырехзвенных механизмах.
15. Динамические параметры машины и механизма.
16. Прямая и обратная задачи динамики.
17. Механическая энергия и мощность.
18. Работа внешних сил.
19. Преобразование механической энергии механизмами. Аксиома об освобождении от связей.
20. Силы и их классификация.
21. Статический и кинестатический силовой расчет типовых механизмов.
22. Методы силового расчета.
23. Графоаналитический - планов сил, аналитический - метод проекций на оси координат.
24. Понятие о неуравновешенности механизма.
25. Метод замещающих масс.
26. Условия перехода от звена с распределенной массой к модели с точечными массами.
27. Полное статическое уравновешивание шарнирного четырехзвенника.
28. Полное статическое уравновешивание кривошипно-ползунного механизма.
29. Балансировка роторов при различных видах неуравновешенности.
30. Статическая балансировка роторов при проектировании.
31. Динамическая балансировка роторов при проектировании.
32. Введение в теорию высшей пары, основные понятия и определения.
33. Механизмы с высшими кинематическими парами и их классификация.
34. Механические передачи трением и зацеплением.
35. Основная теорема зацепления.
36. Понятие о полюсе и центроидах.
37. Следствия основной теоремы зацепления.
38. Эвольвентное зацепление.
39. Эвольвентная зубчатая передача.

40. Эвольвентное зубчатое колесо и его параметры.
41. Методы изготовления эвольвентных зубчатых колес.
42. Понятие о исходном, исходном производящем и производящем контурах.
43. Станочное зацепление.
44. Основные размеры зубчатого колеса.
45. Виды зубчатых колес.
46. Подрезание и заострение колеса.
47. Понятие об области существования зубчатого колеса.
48. Эвольвентная цилиндрическая зубчатая передача и ее параметры.
49. Основные уравнения эвольвентного зацепления.
50. Кинематика волновой передачи.
51. Особенности волнового зацепления.
52. Кинематика планетарных механизмов.
53. Сложные зубчатые механизмы.
54. Многопоточные и планетарные механизмы.
55. Кинематика рядного зубчатого механизма.
56. Формула Виллиса для планетарных механизмов.
57. Кинематическое исследование типовых планетарных механизмов графическим и аналитическим методами.
58. Проектирование типовых планетарных механизмов.
59. Проектирование многопоточных планетарных зубчатых механизмов.
60. Постановка задачи синтеза.
61. Условия подбора чисел зубьев.
62. Подбор чисел зубьев по методу сомножителей.
63. Оптимальный синтез планетарных механизмов при автоматизированном проектировании.
64. Анализ и проектирование кулачковых механизмов.
65. Назначение и область применения.
66. Классификация кулачковых механизмов.
67. Основные параметры кулачковых механизмов.
68. Структура кулачкового механизма.
69. Кинематический анализ кулачкового механизма.

## **7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная литература**

1. Киницкий, Я.Т., Техническая механика. Книга 3. Основы теории механизмов и машин [Электронный ресурс]: учебное пособие / Киницкий Я.Т.— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение, 2012.— 104 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18545>. — ЭБС «IPRbooks»
2. Леонов, И.В. Теория механизмов и машин. основы проектирования по динам. критериям и показателям экономичности [Текст]: учебник для вузов / И. В. Леонов, Д. И. Леонов. - М.: Юрайт; Москва: Юрайт, 2014. - 239 с. : ил. ; 21 см. - (Академический курс). - Библиогр.: с. 239. - ISBN 978-5-9916-4284-2
3. Тимофеев, Г. А. Теория механизмов и машин [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по техническим специальностям / Г. А. Тимофеев; Моск. гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана. - 2-е издание, переработанное и дополненное. - Москва: Юрайт, 2015. - 351 с. : ил. ; 21 см. - (Учебно-методическое объединение рекомендует). - Библиогр. в подстроч. примеч. - ISBN 978-5-9916-2484-8
4. Тимофеев, Г. А. Теория механизмов и машин [Текст]: учебник и практикум для студентов вузов, обучающихся по техническим направлениям и специальностям / Г. А. Тимофеев. - 3-е издание, переработанное и дополненное. - Москва: Юрайт, 2015. - 429 с.: ил.. - Библиогр. в подстроч. примеч. - ISBN 978-5-9916-4781-6
5. [http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis\\_64.exe?Z21ID=&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=Эльяш](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=Эльяш)

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Жуков, В.А. Механика. Основы расчета и проектирования деталей машин [Текст]: учебное пособие / В. А. Жуков, Ю. К. Михайлов. - Москва: ИНФРА-М, 2014. - 347, [1] с. : ил. ; 21 см. - (Высшее образование. Бакалавриат). - Библиогр.: с. 340-341. - ISBN 978-5-16-009218-8 (print) (в пер.). - ISBN 978-5-16-100975-8 (online)
2. Кузнецов, Н.К. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс]: учебное

пособие/ Кузнецов Н.К.— Электрон. текстовые данные.— Иркутск: Иркутский государственный технический университет, 2014.— 104 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23076>. — ЭБС «IPRbooks»

3. Скобелева, И.Ю. Краткий справочник инженера-конструктора [Текст] / И. Ю. Скобелева, Ю. Н. Вавилов, И. А. Ширшова. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2015. - 262, [7] с. : ил. ; 21 см. - (Справочники). - Библиография в конце книги. - 2000 экз. - ISBN 978-5-222-22699-5

4.[http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis\\_64.exe?Z21ID=&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=Филонов](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=Филонов)

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>