

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»  
Политехнический институт (ИПТ)

Кафедра технологии машиностроения



**КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ И УЗЛОВ МАШИН**

Учебный модуль по направлению подготовки  
15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела  
\_\_\_\_\_  
«26» 09 2017 г.

О.Б. Широколова

Разработали:

Доц. кафедры ТМ

\_\_\_\_\_  
Н.П. Кузнецов

Доц. кафедры ТМ

\_\_\_\_\_  
Е.И. Никитин

«14» 09 2017 г.

Принято на заседании кафедры

Протокол № 1 от 14.09 2017г.

Заведующий кафедрой ТМ

\_\_\_\_\_  
Д.А. Филиппов

«14» 09 2017г.

## 1 Цели и задачи учебного модуля

*Цели учебного модуля (УМ)* – формирование компетенций в области применения аналитических методов исследования и проектирования схем механизмов, машин и научного представления о современных методах расчёта и проектирования деталей и сборочных единиц машин общего назначения с применением компьютерных технологий САПР, что необходимо для создания машин, установок, приборов, автоматических устройств и комплексов, отвечающих требованиям эффективности, надёжности, точности и экономичности;

- активно закрепить, обобщить, углубить и расширить знания, полученные при освоении базовых дисциплин, приобрести новые компетенции и сформировать умения и навыки, необходимые для изучения специальных дисциплин.

*Задачи УМ:*

- формирование у студентов системы теоретических знаний и умений в области современных аналитических методов теории механизмов и машин;

- владение навыками синтеза оптимальных по своим свойствам механизмов;

- изучить методы и основы расчёта и конструирования деталей и узлов машин общего назначения с применением компьютерных технологий САПР;

- получить навыки работы с пакетом программ отечественной CAD/CAE системы АРМ WinMashine.

## 2 Место учебного модуля в структуре ООП направления подготовки

Модуль КПМиУМ входит в вариативную часть математического и естественнонаучного блока дисциплин. Формируемые компетенции определяются Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Для изучения модуля «Компьютерное проектирование механизмов и узлов машин» студент должен иметь базовые знания по следующим модулям (дисциплинам):

- математика;

- физика;

- теоретическая механика;

- начертательная геометрия и инженерная графика;

- теория механизмов и машин;

- сопротивление материалов;

- материаловедение и технология материалов;

- метрология, стандартизация и сертификация.

Материал, изучаемый в КПМиУМ, используется в следующих модулях (дисциплинах):

- основы технологии машиностроения;

- проектирование и производство заготовок;

- оборудование машиностроительных производств;

- технологическая оснастка;

- металлорежущие станки;

- выпускная квалификационная работа;

- в будущей профессиональной деятельности.

### 3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

*а) профессиональных:*

- способности использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности (ОПК-3);

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-3	базовый	<ul style="list-style-type: none"> <li>- аналитические методы теории механизмов и машин</li> <li>- основы теории и расчета деталей и узлов машин;</li> <li>- основы автоматизации расчетов и конструирования деталей и узлов машин с применением систем автоматического проектирования (САПР).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать аналитические методы теории механизмов и машин</li> <li>- самостоятельно конструировать узлы машин общего назначения по заданным выходным параметрам с использованием САПР;</li> <li>- выполнять расчёты деталей и узлов машин, пользуясь САПР;</li> <li>- оформлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в полном соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСДП;</li> <li>- пользоваться при подготовке расчетной и графической документации типовыми программами ЭВМ.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками синтеза оптимальных по своим свойствам схем механизмов</li> <li>– методами конструирования узлов машин общего назначения, используя САПР;</li> <li>– навыками проектирования типовых деталей машин, оформления проектной и конструкторской деформации в соответствии с требованиями ЕСКД, используя САПР</li> </ul>

## 4 Структура и содержание учебного модуля

### 4.1 Трудоемкость учебного модуля

В структуре УМ выделены следующие учебные элементы модуля (УЭМ) в качестве самостоятельных разделов:

- УЭМ1 Компьютерное проектирование механизмов (КПМ);
- УЭМ2 Компьютерное проектирование узлов машин (КПУМ).

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		4 семестр	
<b>Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)</b>	6	6	
<b>Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):</b>	216	216	ОПК-3
1) УЭМ1 <i>Компьютерное проектирование механизмов (КПМ)</i> :			
- лекции	18	18	
- практические занятия	9	9	
- лабораторные работы	18	18	
- аудиторная СРС (в том числе)	9	9	
- внеаудиторная СРС	45	45	
1) УЭМ2 <i>Компьютерное проектирование узлов машин (КПУМ):</i>			
- лекции	18	18	
- практические занятия	9	9	
- лабораторные работы	18	18	
- аудиторная СРС (в том числе)	9	9	
- внеаудиторная СРС	45	45	
<b>Аттестация: - экзамен</b>	36	36	

### 4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

#### УЭМ1 Компьютерное проектирование механизмов

##### *Раздел 1.1 Структурный синтез механизмов с использованием САПР:*

Порядок структурного синтеза механизмов с помощью групп Ассура. Структурный синтез механизмов с помощью структурных формул механизма. Структурный синтез механизмов с помощью модуля APM WinSlider.

##### *Раздел 1.2 Кинематический анализ и синтез механизмов с использованием САПР:*

###### 1.2.1 Аналитический метод кинематического анализа механизмов:

Функция положения, передаточные функции в векторной и аналитической формах. Метод замкнутого векторного контура. Методы преобразования координат для механизмов, построенных на основе незамкнутых и замкнутых кинематических цепей. Матрица преобразования координат для нижних кинематических пар. Кинематический анализ пространственного кривошипно-ползунного механизма. Кинематический анализ механизмов с помощью модуля APM WinSlider и MathCAD.

### 1.2.2 Общие методы синтеза механизмов:

Этапы синтеза механизмов. Входные и выходные параметры синтеза. Синтез механизмов по методу приближения функций: Постановка задачи приближенного синтеза механизмов по Чебышеву П.Л.. Виды приближения функций. Постановка задачи приближенного синтеза передаточного шарнирного четырехзвенника. Вычисление трех параметров синтеза передаточного шарнирного четырехзвенника методом интерполяции. Кинематический синтез механизмов с помощью MathCAD.

1.2.3 Синтез кулачковых механизмов: Определение закона движения выходного звена. Определение основных геометрических размеров. Кинематический синтез механизмов с помощью модуля APM WinCame.

## ***Раздел 1.3 Динамический анализ и синтез механизмов с использованием САПР:***

### 1.3.1 Механизмы с упругими звеньями:

Математические и динамические модели механизмов. Колебания в механизмах с упругими валами и муфтами. Динамический анализ механизмов с помощью MathCAD.

### 1.3.2 Гашение колебаний:

Виброзащита машин.

## **УЭМ2 Компьютерное проектирование узлов машин**

### ***Раздел 2.1 Расчёт и проектирование передач с использованием САПР.***

2.1.1 *Основные понятия курса.* Программный комплекс – система автоматизированного расчета и проектирования в машиностроении и строительстве APM WinMachine, его основные модули, назначение, основные принципы работы.

2.1.2 *Цилиндрические зубчатые передачи.* Прямозубые цилиндрические передачи. Основные геометрические и кинематические параметры и соотношения. Усилия, действующие в зацеплении. Косозубые цилиндрические передачи. Геометрические параметры. Усилия в зацеплении. Расчет цилиндрических передач на изгиб и на контактную прочность. Автоматизированный расчёт и проектирование эвольвентных цилиндрических зубчатых передач с помощью модуля APM WinTrans.

2.1.3 *Червячные передачи.* Кинематика и геометрия червячных передач. КПД, его связь с числом заходов. Усилия в зацеплении червяка с колесом. Расчет передач на контактную прочность и изгиб. Тепловой расчет передач. Автоматизированный расчёт и проектирование червячных передач с помощью модуля APM WinTrans.

2.1.4 *Ремённые передачи.* Основные виды передач, области применения. Материалы и конструкции ремней, типы стандартных ремней. Геометрические и кинематические зависимости. Силы и напряжения в ремнях. Критерии работоспособности ременных передач. Автоматизированный расчёт и проектирование ременных передач с помощью модуля APM WinTrans.

### ***Раздел 2.2 Валы и опоры. Расчёт и проектирование с использованием САПР.***

2.2.1 *Расчётные схемы. Критерии работоспособности. Ориентировочный расчет валов.* Расчеты по номинальным напряжениям и на выносливость. Автоматизированный расчёт и проектирование валов с помощью модуля APM WinShaft.

2.2.2 *Классификация, обозначение и точность подшипников качения. Расчет подшипников на долговечность и на статическую грузоподъемность, подбор их по ГОСТам и автоматизированный расчёт с помощью модуля APM WinBear.*

### ***Раздел 2.3 Соединения. Расчёт и проектирование с использованием САПР.***

2.3.1 *Сварные соединений и их применение в машиностроении. Условные обозначения сварных швов на чертежах. Расчеты на прочность стыковых и угловых сварных швов при*

нагружении силой, силой и моментом. Комбинированные швы. Использование условия равнопрочности. Автоматизированный расчёт с использованием модуля APM WinJoint.

2.3.2 Основные параметры резьб. Материалы винтов, гаек и шайб. Расчет винта, нагруженного осевой силой. Зависимость между осевой силой и крутящим моментом затяжки. Расчет винта, нагруженного осевой силой и моментом затяжки. Расчет одновинтового и многовинтового соединений, нагруженных сдвигающей силой, при установке винтов с зазором и под развертку. Расчет предварительно затянутых резьбовых соединений, дополнительно нагруженных осевыми силами. Расчет групп болтов. Нормы допускаемых напряжений при расчете болтов. Автоматизированный расчёт резьбовых соединений с использованием модуля APM WinJoint.

2.3.3 Классификация шпонок, конструкции и области применения различных видов шпонок. Расчет ненапряженных и напряженных соединений. Автоматизированный расчёт шпоночных соединений с использованием модуля APM WinJoint.

2.3.4 Виды и области применения шлицевых соединений. Способы центрирования соединений. Расчет на прочность. Автоматизированный расчёт шлицевых соединений с использованием модуля APM WinJoint.

## ***Раздел 2.4 Упругие элементы. Расчёт и проектирование с использованием САПР.***

2.4.1 Упругие элементы машин. Общие сведения. Пружины сжатия и растяжения, кручения. Порядок расчёта. Автоматизированный расчёт упругих элементов с использованием модуля APM Spring.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

### **4.3 Темы и содержание практических занятий**

№ п.п.	Номер раздела УМ	Наименование тем практических занятий	Трудоёмкость, в академ. час.
1	1.2	Определение функций положения и передаточных функций методом замкнутого векторного контура	2
2	1.2	Кинематический анализ механизмов методом преобразования координат	2
3	1.2	Синтез механизмов методом приближения функций	3
4	1.2	Синтез кулачкового механизма	2
5	2.1	Кинематический и энергетический расчёт редуктора	2
6	2.1	Расчёт геометрических характеристик цилиндрических эвольвентных, конических и червячных передач	3
7	2.2	Уточнённый расчёт валов	2
8	2.2	Выбор подшипников качения	2

### **4.4 Лабораторный практикум**

Номер раздела УМ	Наименование лабораторных работ	Трудоёмкость, академ. час
1.1	Решение задач элементарной математики в MathCad. Простейшие вычисления и операции в MathCad.	2
1.1	Структурный синтез механизмов в APM WinMachine	2

1.2	Кинематический анализ рычажных механизмов в APM WinMachine	4
1.2	Синтез кулачкового механизма для произвольного закона изменения второй передаточной функции в APM WinMachine	4
1.2	Решение матричных уравнений линейных систем в MathCad Приближённый синтез механизмов методом интерполяции	4
1.3	Расчёт виброзащитной системы машины	2
2.1	Изучение основных геометрических параметров эвольвентных цилиндрических зубчатых колёс с помощью модуля APM WinTrans.	4
2.1	Изучение конструкции цилиндрического зубчатого редуктора и его деталей с использованием модуля APM WinDrive. Расчёт и проектирование конических передач с использованием модуля APM WinTrans	4
2.1	Изучение конструкции и работы, оценка нагрузочной способности червячных редукторов с использованием модулей APM WinTrans, APM WinDrive. Расчёт и проектирование неидеальных винтовых передач на основе модуля APM WinScrew. Расчёт и проектирование ременных и цепных передач с использованием модуля APM WinTrans.	4
2.2	Расчёт и проектирование валов и осей с использованием модуля APM WinShaft. Изучение подшипников качения, расчёт и проектирование с использованием модуля APM WinBear. Расчёт подшипников скольжения с использованием модуля WinPlain.	2
2.3	Изучение шпоночных соединений. Изучение шлицевых (зубчатых) Расчёт шлицевых и зубчатых соединений с использованием модуля APM WinJoint.	2
2.4	Расчёт и проектирование упругих элементов с использованием модуля APM WinSpring	2

#### 4.5 Организация изучения учебного модуля

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

#### 5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра; рубежный – на девятой неделе семестра; семестровый – по окончании изучения УМ.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением от 27.09.2011 № 32 «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования».

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

Рубежная аттестация на 9 неделе проводится по результатам текущего контроля и по опросу. Пороговому уровню соответствует 63 балла, максимальное количество баллов – 125.

Максимальное количество баллов, получаемое на экзамене – 50. Максимальное количество баллов по модулю – 300.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с «Положение о фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников (от 25.06.2013 № СМК УД.3.1.-00-02.17-13)».

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: лабораторные работы, разноуровневые задачи на практических занятиях, опрос, экзамен.

### **Критерии оценивания для модуля УЭМ1:**

Критерии оценивания лабораторной работы:

- правильность выполнения ЛР – 3 балла максимум;
- правильность оформления отчёта – 2 балла максимум;
- уверенное владение терминологией на защите – 2 балла максимум;
- полнота и аргументированность ответа на защите – 2 балла максимум;

Критерии оценивания разноуровневых задач:

- правильно понимает условие задачи – 3 балла максимум;
- правильно подбирает и использует формулы – 3 балла максимум;
- правильно выполняет расчеты и анализирует результаты – 4 балла максимум.

Критерии оценивания опроса:

- уверенное владение терминологией, глубина знаний по теме вопроса – 4 балла максимум;
- полнота ответа, логическая связность – 5 баллов максимум;
- аргументированность ответа – 4 балла максимум.

Критерии оценивания для модуля УЭМ1 представлены в следующей таблице.

Оценочное средство	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Лабораторные работы (для одной л.р.)	4-5 баллов – ЛР выполнена правильно, на защите испытывает затруднения при ответе на некоторые вопросы	6-7 баллов – ЛР выполнена правильно, на защите не все ответы достаточно аргументированы	8-9 баллов – ЛР выполнена правильно, на защите демонстрирует полноту и аргументированность ответов
Разноуровневые задания	5-6 баллов – 50-69% правильных решений	7-8 баллов – 70-89% правильных решений	9-10 баллов – 90-100% правильных решений
Опрос	7-10 баллов – 50-69% правильных ответов	11-12 баллов – 70-89% правильных ответов	13-14 баллов – 90-100% правильных ответов

### **Критерии оценивания для модуля УЭМ2:**

Критерии оценивания лабораторной работы:

- правильность выполнения ЛР – 2 балла максимум;
- правильность оформления отчета – 2 балла,
- уверенное владение терминологией на защите – 3 балла максимум;
- полнота и аргументированность ответа на защите – 3 балла максимум;

Критерии оценивания разноуровневых заданий:

- правильно понимает условие задачи – 3 балла максимум;
- правильно подбирает и использует формулы – 3 балла максимум;
- правильно выполняет расчеты и анализирует результаты – 4 балла максимум.



Критерии оценивания опроса:

- уверенное владение терминологией, глубина знаний по теме вопроса – 2 балл максимум;
- полнота ответа, логическая связность – 3 балл максимум;
- аргументированность ответа – 3 баллов максимум.

Критерии оценивания экзамена по модулю:

- уверенное владение терминологией – 10 баллов максимум;
- глубина знаний по теме вопроса – 10 баллов максимум;
- полнота ответа – 10 баллов максимум;
- логическая связность – 10 баллов максимум;
- аргументированность ответа – 10 баллов максимум.

Критерии оценивания модуля УЭМ2 представлены в следующей таблице.

Оценочное средство	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Лабораторные работы (для одной л.р.)	5-6 балла – ЛР выполнена правильно, на защите испытывает затруднения при ответе на некоторые вопросы	7-8 баллов – ЛР выполнена правильно, на защите не все ответы достаточно аргументированы	9-10 баллов – ЛР выполнена правильно, на защите демонстрирует полноту и аргументированность ответов
разноуровневые задачи	16-21 баллов – 50-69% правильных решений	22-28 баллов – 70-89% правильных решений	29-32 балла – 90-100% правильных решений
Опрос	17-24 баллов – 50-69% правильных ответов	25-30 баллов – 70-89% правильных ответов	30-33 баллов – 90-100% правильных ответов
Экзамен	25-34 балла – Испытывает трудности при демонстрации знаний	35-44 балла – Допускает неточности при демонстрации знаний	45-50 баллов – Демонстрирует всестороннее и глубокое знание

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

Контроль формирования компетенций в соответствии с их паспортами (Приложение В) осуществляется с использованием ФОС.

**6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля** представлено **Картой учебно-методического обеспечения** (Приложение Г)

#### **7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля**

Для осуществления образовательного процесса по модулю используется лабораторный класс, оборудованный персональными компьютерами (ауд. 4200).

#### **Приложения (обязательные):**

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта

В - Приложение Контроль формирования компетенций в соответствии с их паспортами

Г - Карта учебно-методического обеспечения УМ

Приложение А  
(обязательное)

**Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля  
«Компьютерное проектирование механизмов и узлов машин»**

Учебный модуль «Компьютерное проектирование механизмов и узлов машин» состоит из 2-х учебных элементов модуля (УЭМ) в качестве самостоятельных разделов:

УЭМ1 Компьютерное проектирование механизмов (КПМ);

УЭМ2 Компьютерное проектирование узлов машин (КПУМ).

Каждый УЭМ состоит из взаимосвязанных разделов, по которым предусмотрены лекционные и лабораторные занятия.

Образовательный процесс по модулю предполагает использование следующих тактических процедур:

- лекционные (вводная лекция, информационная лекция);
- практическая технология обучения как учебного исследования (выполнение ЛР, углубление знаний, полученных на теоретических занятиях);
- самоуправления (СРС) (работа с источниками по темам учебного модуля, оформление отчетов и защита ЛР.).

**А.1 Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля**

Основное содержание теоретической части излагается преподавателем на лекционных занятиях, а также усваивается студентом при знакомстве с литературой, которая предназначена для более глубокого овладения знаниями основных дидактических единиц соответствующего раздела и указана.

Для изучения теоретической части курса помимо основной, предусматривается дополнительная литература.

Изучение модуля заканчивается экзаменом, где студент получает экзаменационный билет, содержащий два теоретических вопроса и одну задачу.

Пример экзаменационного билета (демо-версия) приведена ниже:

---

Министерство образования и науки РФ

Новгородский государственный университет  
им. Ярослава Мудрого

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №**

Учебный модуль «КПМиУМ»

**кафедра ТМ**

Для направления подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

1. Метод преобразования координат для механизмов с незамкнутой кинематической цепью.
2. Сварные соединения. Расчеты на прочность стыковых и угловых сварных швов при нагружении силой, силой и моментом. Расчет сварных соединений в модуле APM Joint.

3. Задача. Рассчитать, используя модуль APM WinTrans, цилиндрическую зубчатую передачу внешнего зацепления. Исходные данные: Мощность на выходе – 20КВт; частота вращения на входе – 1000об/мин; передаточное число  $u=4$ ; режим работы – тяжелый; время эксплуатации – 7000час; серийность производства – мелкосерийное. Рассмотреть варианты прямозубого и косозубого зацепления. Показать на результатах расчёта преимущества косозубой передачи.

Одобрено на заседании кафедры ТМ \_\_\_\_\_ 2017г.

УТВЕРЖДАЮ

Зав.каф.ТМ \_\_\_\_\_ Д.А. Филиппов

### Экзаменационные вопросы

– **УЭМ1** Компьютерное проектирование механизмов (КПМ);

1. Структурный синтез механизмов с помощью структурных формул и групп Асура.
2. Основные возможности программы *WinSlider* по структурному синтезу механизмов.
3. Функция положения и передаточные функции в векторной и аналитической формах.
4. Определение функций положения звеньев механизма и их точек методом замкнутого векторного контура.
5. Определение первых передаточных функций звеньев механизма и их точек методом замкнутого векторного контура.
6. Определение вторых передаточных функций звеньев механизма и их точек методом замкнутого векторного контура.
7. Кинематический анализ механизмов с помощью модуля APM WinSlider и MathCAD.
8. Связь скоростей и ускорений звеньев и их точек с передаточными функциями.
9. Метод преобразования координат для механизмов с незамкнутой кинематической цепью.
10. Применение метода преобразования координат для механизмов с замкнутой кинематической цепью.
11. Матрица преобразования координат для низших кинематических пар.
12. Кинематический анализ пространственного кривошипно-ползунного механизма методом преобразования координат.
13. Определение основных геометрических размеров кулачковых механизмов с роликовым выходным звеном.
14. Определение теоретического профиля кулачка аналитическим методом. Определение радиуса ролика. Определение действительного профиля кулачка.
15. Кинематический синтез механизмов с помощью модуля APM WinCame.
16. Этапы синтеза механизмов, входные и выходные параметры синтеза, ограничения на параметры синтеза.
17. Постановка задачи приближенного синтеза механизмов по Чебышеву П.Л.
18. Виды приближения функций.
19. Постановка задачи приближенного синтеза передаточного шарнирного четырёхзвенника.
20. Вычисление трех параметров синтеза передаточного шарнирного четырёхзвенника методом интерполяции.
21. Приведение жесткостей в механизмах с упругими звеньями.
22. Математическая и динамическая модели машины с упругими звеньями привода при её установившемся движении.
23. Анализ решения для машины с упругими звеньями привода при её установившемся движении, полученного методом последовательных приближений.
24. Основные методы виброзащиты. Динамический анализ механизмов с помощью MathCAD.

– **УЭМ2** Компьютерное проектирование узлов машин (КПУМ).

1. Расчёт и проектирование прямозубой цилиндрической передачи внешнего зацепления на модуле APM Trans.
2. Расчёт и проектирование косозубой цилиндрической передачи внешнего зацепления на модуле APM Trans.
3. Расчёт и проектирование шевронной передачи на модуле APM Trans.
4. Расчёт и проектирование конической передачи с прямыми и круговыми зубьями на модуле APM Trans.
5. Расчёт и проектирование червячной передачи на модуле APM Trans.
6. Расчёт и проектирование плоскоремённой передачи на модуле APM Trans.
7. Расчёт и проектирование клиноремённой передачи на модуле APM Trans.
8. Расчёт и проектирование цепной передачи на модуле APM Trans.
9. Расчёт статической прочности вала с помощью модуля APM Shaft.
10. Расчёт вала на сопротивление усталости с помощью модуля APM Shaft.
11. Расчёт вала на жесткость с помощью модуля APM Shaft.
12. Расчёт подшипников качения с помощью модуля APM Bear.
13. Расчёт радиального подшипника скольжения, работающего в режиме жидкостного трения с помощью модуля APM Plain.
14. Расчёт радиального подшипника скольжения, работающего в режиме полужидкостного трения с помощью модуля APM Plain.
15. Расчёт и проектирование привода произвольной структуры в модуле APM Drive.
16. Расчёт резьбовых соединений в модуле APM Joint.
17. Расчёт заклёпочных соединений в модуле APM Joint.
18. Расчёт сварных соединений в модуле APM Joint.
19. Расчёт соединений с натягом в модуле APM Joint.
20. Расчёт шлицевых соединений в модуле APM Joint.
21. Расчёт шпоночных соединений в модуле APM Joint.
22. Расчёт винтовых передач скольжения в модуле APM Screw.
23. Расчёт шарико-винтовых передач в модуле APM Screw.
24. Расчёт пружин сжатия, растяжения и кручения в модуле APM Spring.

## **А.2 Методические рекомендации по практическим занятиям**

Цель практических занятий – закрепление теоретического материала и выработка у студентов умения решать задачи по практическим аспектам учебного модуля.

При подготовке к каждому занятию нужно наметить типовую задачу по теме занятия, составить подробный план решения задачи с указанием других возможных способов ее решения и их оценки; наметить задачи, которые студенты должны решить самостоятельно и подготовить перечень наводящих вопросов, которые следует дать к решению каждой задачи. Нужно также назвать студентам тему следующего практического занятия и рекомендовать им литературу для подготовки к этому занятию.

Так как на практические занятия отводится мало времени и преподавателю трудно с помощью опроса проверить степень готовности студентов к решению задач на этом занятии, то в начале каждого практического занятия преподаватель может сам напомнить студентам основные понятия, формулы, теоремы, необходимые для работы на этом занятии.

Чтобы обеспечить получение студентами навыков в решении задач целесообразно больше примеров решения задач давать на лекциях.

Практические занятия строятся следующим образом:

- 20% аудиторного времени отводится на объяснение решения типовой задачи у доски;

- 70% аудиторного времени – самостоятельное выполнение расчётов и эскизов для КР согласно выданным заданиям, решение разноуровневых задач студентами, из источника [4];
- 10% аудиторного времени в конце текущего занятия – разбор типовых ошибок в расчётах.

Тематика и содержание практических занятий приведены в таблице подраздела 4.3.

### **А.3 Методические рекомендации по проведению лабораторных работ**

При проведении лабораторного практикума студенты самостоятельно выполняют лабораторные работы, получая необходимые консультации у преподавателя. Занятия строятся следующим образом.

Первое занятие:

- проводится инструктаж по технике безопасности;
- студенты разбиваются на группы для выполнения ЛР;
- студенты знакомятся с порядком выполнения ЛР, процедуре защиты ЛР, правилами оформления отчета по ЛР (в соответствии с СТО 1.701-2010. Текстовые документы. Общие требования к построению и оформлению);
- студентам указывается число баллов, которое можно набрать при выполнении лабораторного практикума;
- выдаются задания по лабораторным работам.

Второе занятие:

- студенты выполняют лабораторную работу.

На каждом последующем занятии:

- проводится защита выполненной лабораторной работы;
- выполняются последующие работы.

Без защиты лабораторных работ допускается выполнить только две работы.

По результатам защит студентам начисляются баллы. Максимальное количество баллов за выполнение и защиту одной лабораторной работы – 7 баллов.

Лабораторный практикум считается выполненным, если студент выполнил и защитил все лабораторные работы, набрав при этом минимально необходимую сумму баллов (40 баллов). Перечень ЛР указан в разделе 4.3 настоящей рабочей программы.

Для выполнения лабораторного практикума по УМ студенты должны пользоваться методическими указаниями: источники [2 -17]. Методические указания содержат описания объекта исследования, используемого лабораторного оборудования, методику и порядок проведения лабораторных работ, методы измерений и расчетов, указания по выполнению отчета о работе, контрольные вопросы.

### **А.4 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Для подготовки к лабораторным работам, контрольному опросу и экзамену рекомендуется пользоваться основной и дополнительной учебно-методической литературой, представленной в карте учебно-методического обеспечения и Приложении А.

Приложение Б  
(обязательное)  
**Технологическая карта**  
**учебного модуля «Компьютерное проектирование механизмов и узлов машин»**  
семестр - 4, ЗЕТ -6, вид аттестации - экзамен, акад.часов - 216, баллов рейтинга - 300

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ не- дели сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успева (баллы по видам работ).	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПрЗ	ЛР	АСР С			
<b>КПМ Раздел 1.1. Структурный синтез механизмов с использованием САПР.</b>	1-2	4	2	4	2	8	лабораторные работы (9), разноуровневые задания (10), опрос (13)	32
<b>КПМ Раздел 1.2. Кинематический анализ и синтез механизмов с использованием САПР:</b>	3-7	10	5	10	5	20	лабораторные работы (27), разноуровневые задания (10), опрос (14)	51
<b>КПМ Раздел 1.3. Динамический анализ и синтез механизмов с использованием САПР:</b>	8-9	4	2	4	2	8	лабораторные работы (18), разноуровневые задания (10), опрос (14)	42
Рубежная аттестация не менее 63 из 125 баллов								
<b>КПУМ Раздел 2.1. Расчёт и проектирование передач с использованием САПР.</b>	10-12	6	3	6	3	12	лабораторные работы (18), разноуровневые задания (12) , опрос (9)	42
<b>КПУМ Раздел 2.2. Валы и опоры. Расчёт и проектирование с использованием САПР.</b>	13-14	4	2	4	2	8	лабораторные работы (14), разноуровневые задания (8) , опрос (7)	28
<b>КПУМ Раздел 2.3. Соединения. Расчёт и проектирование с использованием САПР.</b>	15-16	4	2	4	2	8	лабораторные работы (14), разноуровневые задания (8) , опрос (7)	28
<b>КПУМ Раздел 2.4. Упругие элементы. Расчёт и проектирование с использованием САПР.</b>	17-18	4	2	4	2	8	лабораторные работы (14), разноуровневые задания (8) , опрос (6)	27
<b>Экзамен</b>						36		50
<b>Итого:</b>		36		36	18	108		300

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины

(в соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования» от 27.09.2011г. № 32):

- пороговый (оценка «удовлетворительно») – 150 - 209 баллов (50 - 69 % от 50\*ЗЕТ)
- стандартный (оценка «хорошо») – 210 - 269 баллов (70 - 89 % от 50\*ЗЕТ)
- эталонный (оценка «отлично») – 270 - 300 баллов (90 - 100 % от 50\*ЗЕТ)

Приложение В

**Контроль формирования компетенций в соответствии с их паспортами**

**Паспорта компетенций ОПК-3**

**ОПК-3 Способность использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.**

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Базовый уровень	Знает принципы использования современных информационных технологий, прикладных программных средства при решении задач профессиональной деятельности	Испытывает трудности при демонстрации знаний о принципах использования современных информационных технологий, прикладных программных средства при решении задач профессиональной деятельности	Допускает неточности при демонстрации знаний о принципах использования современных информационных технологий, прикладных программных средства при решении задач профессиональной деятельности	Имеет целостное представление о принципах разработки технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
	Умеет использовать теоретические знания для применения современных информационных технологий, прикладных программных средства при решении задач профессиональной деятельности	Испытывает трудности при использовании теоретических знаний для применения современных информационных технологий, прикладных программных средства при решении задач профессиональной деятельности	Допускает неточности при использовании теоретических знаний для применения современных информационных технологий, прикладных программных средства при решении задач профессиональной деятельности	Способен правильно использовать теоретические знания для применения современных информационных технологий, прикладных программных средства при решении задач профессиональной деятельности
	Владеет навыками использования современных информационных технологий, прикладных программных средства при решении задач профессиональной деятельности	Испытывает трудности при использовании современных информационных технологий, прикладных программных средства при решении задач профессиональной деятельности	Допускает неточности при использовании современных информационных технологий, прикладных программных средства при решении задач профессиональной деятельности	Уверенно использует современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности

Приложение Г  
(обязательное)

**Карта учебно-методического обеспечения**

Учебного модуля «**Компьютерное проектирование механизмов и узлов машин**»

Направление (специальность) 150305.63 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Формы обучения очная

Курс 2 Семестр 4

Часов: всего 216, лекций 36, практ. зан. 18, лаб. раб. 36, СРС 126

Обеспечивающая кафедра «Технология машиностроения»

Таблица 1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
<b><u>Учебники и учебные пособия</u></b>		
1. <b>Теория механизмов и механика машин:</b> учеб. для высших технических учебных заведений / К.В. Фролов [и др.]; отв. ред. К.В. Фролов - М.: Высшая школа, 2005(2003).- 495с. : ил. – Библиогр.: с.493.	96	
2. <b>Иванов М.Н.</b> Детали машин : Учеб.для студентов втузов. - 10-е изд.,испр. – М. : Высшая школа, 2006. - 407с.	70	
3. <b>Шелофаст В.В., Чугунова Т.Б.</b> Основы проектирования машин. Примеры решения задач. Учебно-методическое пособие. М.: 2004; Изд-во АПМ.	21	

Таблица 2. Обеспечение учебного модуля учебно-методическими изданиями

Учебно-методические издания		
Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1. <b>Компьютерное проектирование механизмов и узлов машин</b> [Электронный ресурс]: рабочая программа./авт.-сост.: Н.П. Кузнецов, Е.И. Никитин; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого - Великий Новгород, 2017 – 19с. – Режим доступа: <a href="http://www.novsu.ru/study/umk/university/r.6991.ksort.spec/i.6991/?dept=1132&amp;showfolder=1042267">http://www.novsu.ru/study/umk/university/r.6991.ksort.spec/i.6991/?dept=1132&amp;showfolder=1042267</a>		
2. <b>Компьютерное проектирование механизмов</b> [Электронный ресурс]: Метод. указ. к лаб. раб. /Сост. Е.И.Никитин; НовГУ, каф. ТМ, - В.Новгород, 2014– Режим доступа: <a href="https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1814">https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1814</a>		
3. <b>Проектировочный расчёт зубчатой цилиндрической передачи внешнего зацепления</b> [Электронный ресурс]: Метод. указ. /Сост. Е.И.Никитин, Н.П.Кузнецов; НовГУ, каф. МКМ, - В.Новгород, 2006. – Режим доступа: <a href="http://www.novsu.ru/study/umk/university/r.6991.ksort.spec/i.6991/?dept=1132&amp;showfolder=1042267">http://www.novsu.ru/study/umk/university/r.6991.ksort.spec/i.6991/?dept=1132&amp;showfolder=1042267</a>	30	novsu.bibliotech.ru
4. <b>Расчёт вала на сопротивление усталости</b> [Электронный ресурс]: метод. указ. к лаб. работе по КПУМ / сост. Н.П. Кузнецов; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2016. – 22 с. Режим доступа: <a href="https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-2370">https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-2370</a>		novsu.bibliotech.ru



5. <b>Расчёт подшипников качения</b> [Электронный ресурс]: Метод. указ. /Сост. Е.И.Никитин, Н.П.Кузнецов; НовГУ, каф. МКМ, - В.Новгород, 2006. – Режим доступа: <a href="http://www.novsu.ru/study/umk/university/r.6991.ksort.spec/i.6991/?dept=1132&amp;showfolder=1042267">http://www.novsu.ru/study/umk/university/r.6991.ksort.spec/i.6991/?dept=1132&amp;showfolder=1042267</a>		novsu.bibl iotech.ru
6. <b>Система MathCAD.</b> [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам/ Сост. Н.П. Кузнецов, В.И. Рудин. – Великий Новгород: НовГУ, 2015.-71с. –Режим доступа: <a href="https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-2123">https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-2123</a>		novsu.bibl iotech.ru

Таблица 3. Обеспечение учебного модуля дополнительной литературой

Дополнительная литература		
Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1. <b>Курмаз Л. В.</b> Конструирование узлов и деталей машин : справ. учеб.-метод. пособие / Л. В. Курмаз, О. Л. Курмаз. - М. : Высшая школа, 2007. - 455с	7	
2. <b>Дунаев П.Ф.</b> Конструирование узлов и деталей машин : Учеб.пособие для студентов вузов. - 9-е изд.,перераб.и доп. - М. : Академия, 2003, 2004, 2006. - 495,с.	90	
3. <b>Лачуга Ю.Ф., Воскресенский А.Н., Чернов М.Ю.</b> Теория механизмов и машин. Кинематика, динамика и расчёт.- М.: КолосС, 2007.-304с.: ил.	108	
4. <b>Артоболевский И.И.</b> Сборник задач по теории механизмов и машин / И.И Артоболевский, Б.В Эдельштейн. - М.: Наука, 2012. – 256с.: ил.	35	

Действительно для учебного года \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_ Д.А. Филиппов  
 \_\_\_\_\_ 20..... г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ должность \_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_  
 расшифровка

Действительно для учебного года \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_ Д.А. Филиппов  
 \_\_\_\_\_ 20..... г.