Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Новгородский государственный университет
имени Ярослава Мудрого» (НовГУ)

Политехнический институт (ИПТ)

Кафедра технологии машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПТ
_____ А.Н. Чадин
«26» декабря 2014г.

ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

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

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела
_____ О.Б. Широколобова
«17» декабря 2014 г.

Разработал
Доц. кафедры ТМ
_____ Е.И. Никитин
«10» декабря 2014 г.

Принято на заседании кафедры
Протокол № 4 от 25 декабря 2014г.
Заведующий кафедрой ТМ
_____ Д.А. Филиппов
«25» декабря 2014г.

Введение

1 Цель и задачи освоения модуля

Цель учебного модуля (УМ): формирование компетенций студентов в применении общих методов исследования и проектирования схем механизмов и машин, что необходимо для эксплуатации и создания машин, установок, приборов, автоматических устройств и комплексов, отвечающих требованиям эффективности, надежности, точности и экономичности.

Задачи УМ:

- формирование у студентов системы теоретических знаний в области теории механизмов и машин;
- актуализация способности студентов использовать теоретические знания при структурном, кинематическом и динамическом анализе и синтезе механизмов;
- формирование у студентов понимания значимости знаний и умений по дисциплине при синтезе оптимальных по своим свойствам механизмов;
- стимулирование студентов к самостоятельной деятельности по освоению дисциплины и формированию необходимых компетенций.

2 Место учебного модуля в структуре ОП направления подготовки

Модуль ТММ входит в базовую (общепрофессиональную) часть блока 1. Формируемые компетенции определяются Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Изучение модуля базируется на знаниях, полученных при изучении модулей: «Физика», «Математика», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Теоретическая механика», «Информатика».

Базовые знания ТММ, используются при освоении следующих модулей: «Детали машин и основы конструирования», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Основы гидропривода», для целого ряда модулей специальных дисциплин, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

В результате изучения данного модуля должны быть сформированы следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

1. использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (**ОК-10**)

- умеет применять теоремы теоретической механики и физики при описании кинематики и динамики механизмов и машин;
- умеет применять методы математики при анализе и синтезе механизмов и машин;

2. способен разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию машиностроительных производств, оформлять законченные проектно-конструкторских работы (**ПК-14**):

- понимает и применяет терминологию по теории механизмов и машин;
- знает, основные методы структурного, кинематического и динамического анализа и синтеза механизмов и машин;
- умеет применять методы анализа и синтеза для проектирования оптимальных механизмов;

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

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ОК-10	базовый	- основные теоремы и методы теоретической механики, математики и информатики - основы автоматизации расчетов и проектирования.	- использовать методы теоретической механики, математики и информатики при изучении кинематики и динамики механизмов. - пользоваться при подготовке расчетной и графической документации типовыми программами ЭВМ.	– навыками применения методов теоретической механики, математики и информатики при кинематиком и динамиком синтезе механизмов.
ПК-14	базовый	- основы теории и расчета механизмов и машин; - типовые схемы механизмов и машин, их свойства и области применения;	- самостоятельно проектировать механизмы и машины общего назначения по заданным выходным параметрам; - самостоятельно подбирать справочную литературу, стандарты, а также прототипы схем механизмов при проектировании; - оформлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в полном соответствии с требованиями ЕСКД ;	– методами конструирования узлов машин общего назначения; – навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД;

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формир-х компет-й
		3 семестр	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	216	216	ОК-10 ПК-14
1) УЭМ1 *(наименование):*			
- лекции	36	36	
- практические занятия	36	36	
- лабораторные работы	18	18	
- аудиторная СРС (в том числе)	18	18	
- внеаудиторная СРС	54	54	
- курсовое проектирование (ДЗ)	36	36	
Аттестация: - экзамен	36	36	

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

Раздел 1 Строение механизмов.

Основные понятия: Машина, механизм, звено, кинематические пары и их классификация. Кинематические соединения. Кинематические цепи. Степень подвижности пространственных и плоских механизмов. Понятие об избыточных связях и лишних степенях свободы. Основные виды механизмов.

Структурный анализ: Группы Ассура и их классификация. Механизмы 1-го класса. Порядок структурного анализа плоских механизмов. Структурный синтез механизмов с помощью групп Ассура. Структурный синтез механизмов с помощью структурных формул механизма.

Раздел 2. Кинематический анализ и синтез рычажных и зубчатых механизмов.

Основные понятия кинематики механизмов

Графический метод кинематического анализа: Построение планов положений диадных механизмов Построение траекторий точек звеньев механизма. Определение кинематических характеристик способами графического дифференцирования и интегрирования.

Графоаналитический метод кинематического анализа: Построение планов скоростей и ускорений для диадных механизмов.

Аналитический метод кинематического анализа механизмов: Функция положения, передаточные функции в векторной и аналитической формах. Метод замкнутого векторного контура. Виды, назначение и область применения многозвенных зубчатых механизмов. Механизмы с неподвижными осями колес.

Синтез рычажных механизмов: Синтез шарнирного четырехзвенника по положениям шатуна. Синтез шарнирного четырехзвенника по коэффициенту изменения средней скорости коромысла.

Раздел 3. Динамика механизмов.

Основные понятия динамики механизмов:

Кинетостатический анализ механизмов: Классификация сил , действующих в механизмах . Условие кинетостатической определимости плоских кинематических цепей . Определение реакций методом планов сил для диадных механизмов. Теорема Жуковского Н.Е. и ее применение к определению уравновешивающего момента механизма.

Трение в механизмах: Виды трения и его законы. Трение скольжения и качения. Трение в кинематических парах (поступательной, вращательной, высшей). Трение при передвижении груза на катках и колесах. Определение механического коэффициента полезного действия при последовательном, паралельном и смешанном соединении механизмов.

Уравновешивание механизмов: Статическое и динамическое уравновешивание вращающихся звеньев. Постановка задачи уравновешивания механизмов. Статическое уравновешивание механизмов.

Режимы движения машин: Динамическая модель машины. Приведение сил и масс. Дифференциальное уравнение движения машины. Графоаналитический метод Виттенбауэра Ф.

Раздел 4. Синтез механизмов с высшими парами.

Синтез кулачковых механизмов: Виды, назначение, область применения. Фазовые и профильные углы. Анализ различных законов движения толкателя (с жесткими и мягкими ударами, безударные). Угол давления. Основные этапы синтеза кулачкового механизмов. Выбор закона движения выходного звена . Определение основных геометрических размеров механизма. Определение координат профиля кулачка аналитическим методом.

Синтез зубчатых механизмов: Виды, назначение, область применения. Относительное движение звеньев, находящихся в зацеплении и аксоидные поверхности при передаче вращательного движения. Основная теорема зацепления.

Основные параметры внешнего эвольвентного зацепления и эвольвентное зубчатое колесо. Особенности передач внутреннего и реечного зацеплений. Формообразование эвольвентного колеса в станочном зацеплении с исходным производящим контуром. Зубчатые колеса со смещением. Качественные показатели эвольвентных передач. Эвольвентный косозубый механизм и его особенности. Зубчатые механизмы Новикова М.Л.

Виды конических механизмов, назначение, область применения. Основные геометрические параметры конического зацепления. Геометрия конического зубчатого колеса. Виды (винтовые, гипоидные, червячные) и назначение гиперболоидных механизмов, область их приме нения. Основные геометрические характеристики. Кинематика дифференциальных и планетарных механизмов. Синтез планетарных механизмов.

Раздел 5. Колебания в механизмах .

Линейные и нелинейные уравнения движения механизмов:

Вибрация, виброактивность машин, виброзащита: Источники колебаний и объекты виброзащиты. Влияние механических воздействий на технические объекты и человека.

Гашение колебаний, виброгасители: Основные методы виброзащиты. Динамическое гашение колебаний.

Вибрационные транспортёры: Основные схемы

4.3 Темы и содержание практических занятий

№ п.п.	Номер раздела УМ	Наименование тем практических занятий	Трудоёмкость, в академ. час.
1	1	Структурный анализ и синтез механизмов	4
2	2	Кинематический анализ механизмов	4
3	3	Силовой анализ механизмов	4
4	3	Приведение сил и масс в механизмах	4
5	3	Уравнения движения механизмов	4
6	3	Уравновешивание в механизмах	4
7	4	Синтез кулачковых механизмов	4
8	4	Синтез эвольвентного зацепления	4
9	5	Расчёт виброзащитной системы	4

4.4 Лабораторный практикум

№ п.п.	Номер раздела УМ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, академ. час
1	1	Структурный анализ механизмов	2
2	2	Кинематический анализ рычажных механизмов	4
3	4	Кинематический анализ зубчатых механизмов	3
4	3	Динамическое уравновешивание вращающихся звеньев	3
5	4	Кинематический анализ кулачковых механизмов	2

6	4	Определение основных геометрических параметров эвольвентных зубчатых колес	2
7	4	Нарезание эвольвентных зубчатых колес инструментальной рейкой	2

4.5 Курсовая работа

Пример технического задания, этапы выполнения и содержание курсового проектирования по модулю ТММ представлены в приложении А5

4.6 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 «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)».

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 62 балла, максимальное количество баллов – 125.

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

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: лабораторные работы, опрос, разноуровневые задачи, выполнение и защита КР и экзамен.

Критерии оценивания лабораторной работы:

– правильность выполнения ЛР – 2 балла максимум;

- правильность оформления отчета – 2 балла,
- 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 – 1 балл максимум;
- правильно подбирает и использует формулы – 1 балла максимум;
- правильно выполняет расчеты и анализирует результаты – 2 балла максимум.

Критерии оценивания выполнения курсовой работы:

- правильность выполнения расчетов КР – 14 баллов максимум;
- правильность выполнения графической документации – 11 баллов максимум,
- уверенное владение терминологией на защите – 11 баллов максимум;
- полнота и аргументированность ответа на защите – 14 баллов максимум;

Критерии оценивания опроса:

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

Критерии оценивания экзамена:

- 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 представлены в следующей таблице.

Оценочное средство	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Лабораторные работы	4-5 баллов – ЛР выполена правильно, на защите испытывает затруднения при ответе на некоторые вопросы	6-7 балов – ЛР выполнена правильно, на защите не все ответы достаточно аргументированы	8 баллов – ЛР выполнена правильно, на защите демонстрирует полноту и аргументированность ответов
Разноуровневые задачи	2 балла - не всегда адекватно подбирает формулы и (или) использует их с ошибками	3 балла - допускает неточности в подборе формул и (или) допускает некритические ошибки в их ис-	4 балла - способен правильно выбрать нужную формулу и правильно ее применить

Оценочное средство	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
		пользовании	
Опрос	6– 8 баллов – 50-69% правильных ответов	9– 10 баллов – 70-89% правильных ответов	11-12 баллов – 90-100% правильных ответов
Курсовая работа	25 -34 баллов – КР выполнена, имеются неточности в выполнении чертежей и расчетах, испытывает трудности при защите.	35- 44 баллов – КР выполнена, имеются неточности в выполнении чертежей. На защите не все ответы достаточно аргументированы.	45-50 баллов – КР выполнен правильно. На защите демонстрирует полноту и аргументированность 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 дисциплине используется лабораторный класс, оборудованный лабораторными установками и макетами (ауд. 4203).

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта

В - Паспорта компетенций ОК-10, ПК-14

Г - Карта учебно-методического обеспечения УМ

Приложение А
(обязательное)

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Теория механизмов и машин»

Учебный модуль «Теория механизмов и машин» состоит из 5-ти взаимосвязанных разделов, по которым предусмотрены лекционные и практические занятия, лабораторные работы и курсовое проектирование.

Образовательный процесс по модулю предполагает использование следующих тактических процедур:

– лекционные (вводная лекция, информационная лекция);

– практические (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, решение задач);

–технология обучения как учебного исследования (выполнение ЛР);

− самоуправления (СРС) (работа с источниками по темам учебного модуля, оформление отчетов и защита ЛР, выполнение и защита КР по темам модуля, назначенных преподавателем).

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.

Как правило, в начале лекции проводится опрос (не более 10 мин.) для экспресс-оценки уровня усвоения теоретического материала студентами. Опрос состоит из вопросов, например:

1. Чем определяется класс кинематической пары?
2. Как определить силы инерции, действующие на звено?
3. Как вычислить приведенный момент сил сопротивления?
4. Перечислите достоинства и недостатки зубчатых механизмов?
5. Каким соотношением связаны между собой делительный диаметр и число зубьев прямозубого эвольвентного колеса?
6. Запишите формулу Сомова-Малышева.

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

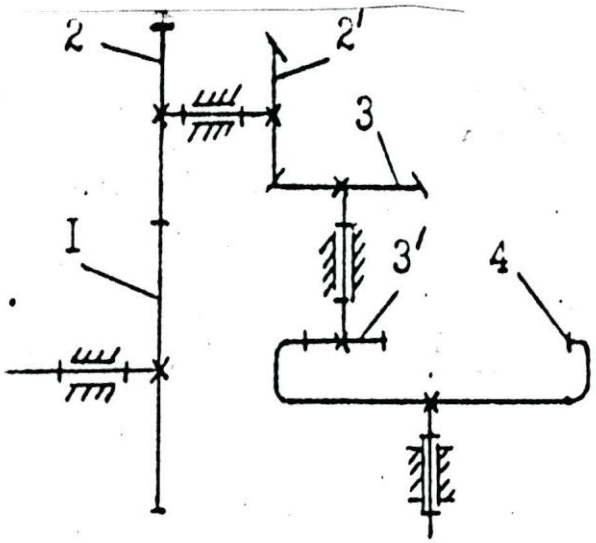
Новгородский государственный университет
им. Ярослава Мудрого

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

Учебный модуль «Теория механизмов и машин» **кафедра ТМ**

Для направлений подготовки:
«Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
и «Эксплуатация транспортно- технологических машин и комплексов»

1. Основные понятия структуры: механизм, машина, звено, кинематическая пара, кинематическое соединение. Классификация кинематических пар.
2. Постановка задачи приближенного синтеза механизмов по Чебышеву П.Л. Виды приближения функций
3. Задача: Определить передаточное отношение U_{14}



Одобрено на заседании кафедры ТМ _____ 2014г. Протокол №

УТВЕРЖДАЮ

Зав.каф.ТМ _____ Д.А. Филиппов

Вопросы к экзамену

1. Основные понятия структуры: механизм, машина, звено, кинематическая пара, кинематическое соединение. Классификация кинематических пар.
2. Кинематические цепи и их классификация.
3. Формулы определения подвижности пространственных и плоских механизмов.
4. Избыточные связи и лишние степени свободы в механизмах.
5. Классификация основных видов механизмов.
6. Классификация групп Ассура и их применение при анализе и синтезе механизмов.
7. Структурный синтез механизмов с помощью структурных формул.
8. Задачи и обзор методов кинематического анализа механизмов. Построение планов положений звеньев механизма графическим методом.
9. Построение траекторий точек звеньев и определение законов движения по этим траекториям.
10. Определение кинематических характеристик движения звеньев и их точек методом графического дифференцирования и интегрирования .
11. Построение планов скоростей.
12. Построение планов ускорений.
13. Функция положения и передаточные функции в векторной и аналитической форме. Определение кинематических характеристик механизма методом замкнутого векторного контура.
14. Виды, достоинства и недостатки, применение кулачковых механизмов. Основные этапы синтеза. Профильные и фазовые углы.
15. Анализ типовых законов движения выходного звена кулачкового механизма.
16. Вывод формулы зависимости угла давления от основных геометрических размеров кулачковых механизмов.
17. Определение основных геометрических размеров кулачковых механизмов с роликовым выходным звеном.
18. Определение основных геометрических размеров кулачковых механизмов с плоским толкателем.
19. Определение теоретического профиля кулачка аналитическим методом. Определение радиуса ролика. Определение действительного профиля кулачка.
20. Виды, достоинства и недостатки, применение зубчатых механизмов. Классификация трехзвенных зубчатых механизмов по взаимному расположению осей колес. Геометрия и основные свойства эвольвенты.
21. Основная теорема зацепления (теорема Виллиса) и ее доказательство. Геометрические характеристики эвольвентного зубчатого колеса.

22. Цилиндрический эвольвентный трехзвенный зубчатый механизм внешнего зацепления (основные характеристики, определения).
23. Цилиндрические эвольвентные трехзвенные зубчатые механизмы внутреннего и реечного зацепления (основные характеристики, определения). Исходный и исходный производящий контуры эвольвентных зубчатых колес.
24. Станочное зацепление. Нарезание эвольвентных зубчатых колес со смещением.
25. Методы и способы нарезания эвольвентных зубчатых колес.
26. Использование блокирующих контуров для выбора коэффициентов смещений эвольвентных зубчатых колес.
27. Геометрические характеристики косозубых зубчатых колес и механизмов. Зубчатые механизмы с зацеплением Новикова М.Л.
28. Конические эвольвентные зубчатые механизмы: назначение, виды, применение, геометрические характеристики. Направление зубьев конических колес.
29. Гиперболоидные зубчатые механизмы: назначение, виды, применение, геометрические характеристики .
30. Кинематика многозвенных зубчатых механизмов с неподвижными и подвижными осями зубчатых колес (формула Виллиса).
31. Ограничения при синтезе планетарных механизмов: условия: соосности, соседства и сборки.
32. Оптимизационный синтез механизмов: этапы синтеза механизмов, входные и выходные параметры синтеза, целевая функция и ограничения на параметры синтеза
33. Алгоритм решения задачи кинематического синтеза механизма на ПК методом оптимизации.
34. Обзор методов решения задачи оптимизации .
35. Постановка задачи приближенного синтеза механизмов по Чебышеву П.Л. Виды приближения функций
36. Постановка задачи приближенного синтеза передаточного шарнирного четырехзвенника.
37. Вычисление трех параметров синтеза передаточного шарнирного четырехзвенника методом интерполяции.
38. Синтез шарнирного четырехзвенника по положениям шатуна. Синтез шарнирного четырехзвенника по коэффициенту изменения средней скорости коромысла
39. Точные направляющие механизмы. Приближенные направляющие механизмы. Механизмы Чебышева П.Л..
40. Задачи динамического анализа механизмов. Классификация сил, действующих в механизмах. Определение сил инерции.

41. Условие кинетостатической определимости кинематических цепей.
42. Силовой анализ кривошипно – ползунного механизма.
43. Теорема Жуковского Н.Е. и ее применение для определения уравновешивающего момента.
44. Виды трения и его законы. Трение скольжения и качения.
45. Определение сил трения во вращательной и поступательной кинематических парах.
46. Определение сил трения в высших кинематических парах.
47. Определение к.п.д. при последовательном, параллельном и смешанном соединениях механизмов [1].
48. Статическое уравновешивание вращающихся звеньев.
49. Динамическое уравновешивание вращающихся звеньев.
50. Постановка задачи уравновешивания механизмов. Метод заменяющих масс.
51. Статическое уравновешивание механизмов
52. Уравнение движения машины в интегральной форме. Динамическая модель машины с абсолютно жесткими звеньями.
53. Уравнение движения машины в дифференциальной форме. Режимы движения машины.
54. Определение приведенного момента сил в машине.
55. Определение приведенного момента инерции машины.
56. Построение диаграммы Ф. Виттенбауэра.
57. Коэффициент неравномерности движения звена приведения. Определение момента инерции маховика.
58. Динамическая модель шарнирного четырехзвенника с упругими звеньями.
59. Динамика кулачкового механизма с упругим толкателем.
60. Источники колебаний и объекты виброзащиты. Влияние механических воздействий на технические объекты и человека.
61. Основные методы виброзащиты. Динамическое гашение колебаний. Вибрационные транспортеры.

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.

Практические занятия в рамках 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.

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 – 8 баллов.

Лабораторный практикум считается выполненным, если студент выполнил и защитил все лабораторные работы, набрав при этом минимально необходимую сумму баллов (28 баллов). Перечень ЛР указан в разделе 4.4 настоящей рабочей программы.

Для выполнения лабораторного практикума по УМ студенты должны пользоваться методическими указаниями: источники [2, 3, 4, 5]. 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 практическим занятиям, лабораторным работам, контрольному опросу и экзамену рекомендуется пользовать основной и дополнительной учебно-методической литературой, представленной в карте учебно-методического обеспечения и Приложении А.

А.5 Методические рекомендации по выполнению курсового проекта

Этапы и содержание курсового проектирования.

№ п/п	Содержание	% выполнения	Трудоёмкость в АЧ	Срок выполнения
1	*2*	*3*	*4*	*5*
	Выдача задания на КР			2-я неделя
КТ-1	Синтез эвольвентного зубчатого зацепления	20	10	6-я неделя
КТ-2	Кинематический анализ рычажного механизма	40	10	9-я неделя
КТ-3	Силовой анализ рычажного механизма	60	10	12-я неделя
КТ-4	Динамический синтез машины.	80	10	15-я неделя
КТ5	Оформление ПЗ. Защита КР	100	10	17-я неделя

Пример технического задания на КР по модулю

«Теория механизмов и машин»

Министерство образования и науки РФ НовГУ им. Ярослава Мудрого	Кафедра Технологии машиностроения	**Техническое задание № 1** на курсовое проектирование по учебному модулю «Теория механизмов и машин»	
Тема проекта: **Механизмы двухступенчатого двухцилиндрового воздушного компрессора**		Вариант проекта	Задание выдал преподаватель

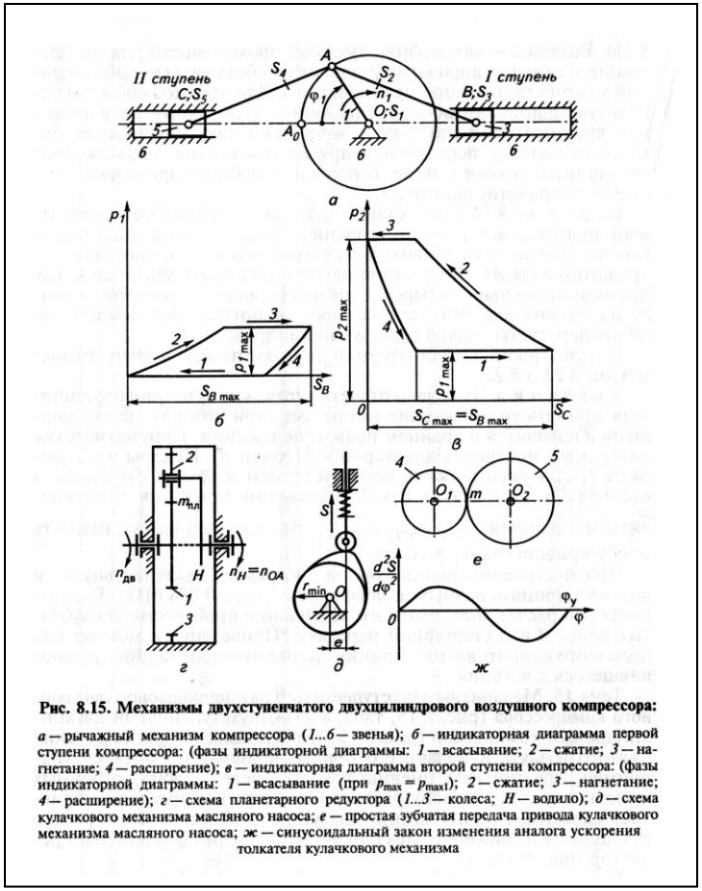


Рис. 8.15. Механизмы двухступенчатого двухцилиндрового воздушного компрессора:

а — рычажный механизм компрессора (*1*...*6* — звенья); *б* — индикаторная диаграмма первой ступени компрессора: (фазы индикаторной диаграммы: *1* — всасывание; *2* — сжатие; *3* — нагнетание; *4* — расширение); *в* — индикаторная диаграмма второй ступени компрессора: (фазы индикаторной диаграммы: *1* — всасывание (при $p_{max}=p_{max1}$); *2* — сжатие; *3* — нагнетание; *4* — расширение); *г* — схема планетарного редуктора (*1*...*3* — колеса; *H* — водило); *д* — схема кулачкового механизма масляного насоса; *е* — простая зубчатая передача привода кулачкового механизма масляного насоса; *ж* — синусоидальный закон изменения аналога ускорения толкателя кулачкового механизма

Тема 15. Механизмы двухступенчатого двухцилиндрового воздушного компрессора (рис. 8.15, табл. 8.24). Двухступенчатый двухцилиндровый компрессор (рис. 8.15, *а*) предназначен для получения сжатого воздуха и подачи его под давлением потребителям (например, для привода пневматических дрелей, зубил, отбойных молотков и т. д.). Основу рассматриваемого компрессора составляет сдвоенный кривошипно-ползунный механизм. Компрессор приводится в движение электродвигателем через планетарный редуктор (рис. 8.15, *г*).

Сжатие воздуха происходит ступенчато: при движении поршня вправо (первая ступень) поступивший из атмосферы воздух сжимается в цилиндре до давления $p_{1\,max}$, выталкивается в воздухосборник (на рисунке не показан) и поступает по трубопроводу в цилиндр второй ступени, где он сжимается до давления $p_{2\,max}$ и поступает потребителю. Процесс сжатия воздуха в каждой ступени описывается соответствующими индикаторными диаграммами (рис. 8.15, *б, в*).

В машине применен кулачковый механизм масляного насоса (рис. 8.15, *д*) с приводом от простой передачи, состоящей из зубчатых колес *4* и *5* (рис. 8.15, *е*).

Данные для построения индикаторной диаграммы указаны в таблице 8.25.

У к а з а н и я. За начало отсчета принять то положение кривошипа *OA*, при котором поршень *3* (точка *B*) занимает крайнее левое положение. Центры масс звеньев *1, 2, 4* располагать соответственно в точках S_1, S_2, S_4, а центры масс звеньев *3* и *5* совмещать с шарнирами *B* и *C*. Положения точек S_2 и S_4 определять из соотношений: $l_{AS_2}=l_{AS\,4}=0{,}25l_{AB}$.

Кинематические диаграммы построить для ползуна *3* (точки *B*).

Геометрический расчет зубчатой передачи произвести для зубчатых колес *4* и *5* привода кулачкового механизма масляного насоса. Во всех вариантах принимать массу коленчатого вала (кривошипа *OA*) $m_1=24$ кг.

Задание получил				Этапы выполнения (Контрольные точки - КТ)			
Студент (ФИО)	Группа	Дата выдачи	Подпись	КТ1	КТ2	КТ3	Защита

8.24. Исходные данные к теме 15

Параметры	Обозначение	Варианты значений									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размеры звеньев рычажного механизма, м	l_{OA}	0,14	0,13	0,15	0,12	0,14	0,15	0,14	0,12	0,14	0,13
	$L_{AB} = l_{AC}$	0,55	0,52	0,62	0,48	0,59	0,60	0,56	0,50	0,60	0,55
Частота вращения вала электродвигателя, $мин^{-1}$	$n_{дв}$	3000	2950	2940	2930	2920	3000	2950	2940	2930	2900
Частота вращения коленчатого вала, $мин^{-1}$	n_1	750	650	655	700	680	600	615	580	600	630
Массы звеньев рычажного механизма, кг	$m_2 = m_4$	22	26	19	23	22	20	25	22	25	20
	m_3	43	50	40	51	42	40	50	44	52	45
	m_5	26	32	21	36	29	28	35	25	36	30
Моменты инерции звеньев, $кг \cdot м^2$	I_{S_1}	0,80	0,85	0,78	0,85	0,80	0,75	0,80	0,70	0,78	0,75
	$I_{S_2} = I_{S_4}$ 0,55		0,55	0,50	0,60	0,50	0,55	0,60	0,55	0,50	0,60
Момент инерции ротора электродвигателя	$I_{дв}$	0,10	0,11	0,12	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,09	0,10
Максимальное давление в цилиндре, МПа:											
I ступени	p_{1max}	0,24	0,25	0,26	0,27	0,30	0,28	0,25	0,27	0,28	0,30
II ступени	p_{2max}	0,80	0,84	0,87	0,90	1,00	0,94	0,84	0,90	0,94	1,00
Диаметры цилиндров, м:											
I ступени	D_1	0,35	0,37	0,38	0,36	0,31	0,34	0,40	0,38	0,36	0,34
II ступени	D_2	0,20	0,21	0,22	0,20	0,18	0,20	0,23	0,22	0,21	0,18
Положение кривошипа при силовом расчете механизма, град	φ_1	30	60	120	150	210	240	300	330	120	30
Номера положений для построения планов ускорений	—	0; 1; 11	0; 2; 10	0; 3; 9	0; 4; 8	0; 5; 7	6; 1; 7	6; 2; 8	6; 3; 9	6; 4; 10	6; 5; 11
Числа зубьев колес масляного насоса	z_4	14	13	12	15	13	14	13	12	11	10
	z_5	20	19	18	21	18	21	20	19	20	22
Коэффициент неравномерности вращения кривошипа	δ	$\frac{1}{80}$	$\frac{1}{90}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{90}$	$\frac{1}{80}$	$\frac{1}{90}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{90}$	$\frac{1}{80}$	$\frac{1}{100}$

Несоосность толкателя, мм	e	8	0	10	0	10	8	6	5	0	10
Ход толкателя кулачкового механизма, мм	h	20	25	18	20	22	25	18	22	20	25
Модуль зубчатых колес планетарного редуктора, мм	$m_{пл}$	2	3	3	3	2	3	2	3	2	3
Модуль зубчатых колес *4* и *5*, мм	m	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3
Фазовые углы поворота кулачка ($\varphi_{дс} = 0$), град	$\varphi_у = \varphi_в$	90	110	120	100	105	110	115	120	125	130
Допускаемый угол давления, град	$\gamma_{доп}$	20	22	25	24	22	20	22	24	25	20

Приложение Б
(обязательное)

Технологическая карта
учебного модуля «*Теория механизмов и машин*»
семестр - 3, ЗЕТ -6, вид аттестации - экзамен, акад.часов - 216, баллов рейтинга - 300

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ не-де-ли сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успев. (в со-отв. с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
Раздел 1. Строение механизмов	1-2	4	4	2	2	10	лабораторные работы,	8
							разноуровневые задачи	16
Раздел 2. Кинематический анализ и синтез рычаж-ных и зубчатых механизмов	3-5	6	6	3	3	15	лабораторные работы,	12
							выполнение этапа КП,	12
							разноуровневые задачи	18
Раздел 3 Динамика механизмов	6-9	8	8	4	4	20	лабораторные работы,	15
							выполнение этапа КП,	12
							разноуровневые задачи	32
Рубежная аттестация не менее 62 из 125 баллов								
Раздел 4. Синтез механизмов с высшими парами	10-15	12	12	6	6	30	лабораторные работы,	24
							выполнение этапа КП,	12
							разноуровневые задачи -	36
Раздел 5. Колебания в механизмах	16-18	6	6	3	3	15	лабораторные работы,	16
							выполнение этапа КП,	14
							Коллоквиум	23
Экзамен						36		50
Итого:								300

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины

(в соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего образования» и Положением «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников»:

- оценка «удовлетворительно» – 150 – 209 баллов
- оценка «хорошо» – 210 – 269 баллов
- оценка «отлично» – 270 - 300 баллов

Приложение В
(обязательное)

Паспорта компетенций ОК-10, ПК-14

ОК-10 Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	**хорошо**	**отлично**
Базовый уровень	Знает основные понятия и принципы, теоремы математики, теоретической механики и информатики	Испытывает трудности в определении понятий, принципов и теорем	Недостаточно четко знает границы применимости теорем, объясняет понятия и принципы.	Четко объясняет значение понятий, принципов и теорем и границ их применимости
	Умеет применять методы математического анализа, теоретической механики и моделирования при проектировании механизмов и машин	Испытывает трудности в использовании основных методов при проектировании механизмов и машин	Не всегда корректно использует основные методы при проектировании механизмов и машин	Способен правильно использовать основные методы при проектировании механизмов и машин
	Владеет методами теоретического и экспериментального исследования	Испытывает трудности при использовании методов теоретического и экспериментального исследования механизмов и машин	Недостаточно уверенно использует методы теоретического и экспериментального исследования механизмов и машин	Полностью владеет методами теоретического и экспериментального исследования механизмов и машин

ПК-14 Способность разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию машиностроительных производств, оформлять законченные проектно-конструкторские работы

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	**хорошо**	**отлично**
Базовый уровень	Знает: - типовые схемы механизмов и машин, их свойства и области применения; - основы теории и расчета механизмов и машин.	Испытывает трудности при демонстрации знаний о типовых схемах механизмов и машин, их свойствах и области применения, об основах теории и расчета механизмов и машин.	Допускает неточности при демонстрации знаний о типовых схемах механизмов и машин, их свойствах и области применения, об основах теории и расчета механизмов и машин.	Имеет целостное представление о типовых схемах механизмов и машин, их свойствах и области применения, об основах теории и расчета механизмов и машин.
	Умеет: - самостоятельно проектировать механизмы и машины общего назначения по заданным выходным параметрам; - самостоятельно подбирать справочную литературу, стандарты, а также прототипы схем механизмов при проектировании; - оформлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в полном соответствии с требованиями ЕСКД	Испытывает трудности при самостоятельном проектировании механизмов и машин общего назначения по заданным выходным параметрам; при самостоятельном подборе справочной литературы, стандартов, а также прототипов схем механизмов при проектировании; при оформлении графической и текстовой конструкторской документации в полном соответствии с требованиями ЕСКД	Допускает неточности при самостоятельном проектировании механизмов и машин общего назначения по заданным выходным параметрам; при самостоятельном подборе справочной литературы, стандартов, а также прототипов схем механизмов при проектировании; при оформлении графической и текстовой конструкторской документации в полном соответствии с требованиями ЕСКД	Способен самостоятельно проектировать механизмы и машины общего назначения по заданным выходным параметрам; самостоятельно подбирать справочную литературу, стандарты, а также прототипы схем механизмов при проектировании; оформлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в полном соответствии с требованиями ЕСКД
	Владеет: – методами конструирования узлов машин общего назначения; – навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД;	Испытывает трудности при использовании методов конструирования узлов машин общего назначения; при оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД;	Допускает неточности при использовании методов конструирования узлов машин общего назначения; при оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД;	Уверенно применяет методы конструирования узлов машин общего назначения; правильно оформляет проектную и конструкторскую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД;

Приложение В

(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

Учебного модуля **«Теория механизмов и машин»**

Направление (специальность) 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Формы обучения очная

Курс 2 Семестр 4

Часов**:** всего 216, лекций 36, практ. зан. 36, лаб. Раб 18, СРС 126 (в том числе - курсовое проектирование 36)

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	Примечание
Учебники и учебные пособия		
1. Теория механизмов и механика машин: 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. Теория механизмов и машин: Курсовое проектирование: учеб. пособие / А.И. Смелягин.-М: ИНФРА – М; Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. -263с. :ил.	29	
3. Лачуга Ю.Ф., Воскресенский А.Н., Чернов М.Ю. Теория механизмов и машин. Кинематика, динамика и расчёт.- М.: КолосС, 2007.-304с.: ил.	110	
4. Артоболевский И.И. Сборник задач по теории механизмов и машин / И.И Артоболевский, Б.В Эдельштейн. - М.: Альянс, 2013. – 256с.: ил.	35	
Учебно-методические издания		
1. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс]: раб. пр./ Авт.-сост. Е.И. Никитин. – В.Новгород: НовГУ имени Ярослава Мудрого, 2012. – 25с. – Режим доступа: WWW. URL: http://www.novsu.ru/doc/		На кафедре ТМ – 2 экз.
2 Структурный анализ механизмов [Электронный ресурс] : Метод. указ. к лаб. работе/ Авт.-сост. Кузнецов Н.П.; НовГУ имени Ярослава Мудрого .- Новгород, 2001. – 11с. – Режим доступа: WWW. URL: http://www.novsu.ru/file/24929	10	На кафедре ТМ – 40 экз.
3 Кинематический анализ плоских рычажных механизмов [Электронный ресурс]: Метод. указ. к лаб. работе/ Авт.-сост. Никитин Е.И.; НовГУ имени Ярослава Мудрого .- Новгород, 2008. – 27с. – Режим доступа: WWW. URL: http://www.novsu.ru/file/928113	10	На кафедре ТМ – 90 экз.

4 Кинематический анализ зубчатых механизмов [Электронный ресурс]: Метод. указ. к лаб. работе/ Авт.-сост. Никитин Е.И., Кузнецов Н.П.; НовГУ .- Новгород, 2012. – 21с. – Режим доступа: WWW. URL: http://www.novsu.ru/file/64187	10	На кафедре ТМ – 40 экз.
5 Нарезание эвольвентных зубчатых колес инструментальной рейкой [Электронный ресурс]: Метод. указ. к лаб. работе/ Авт.-сост. Никитин Е.И.; НовГУ имени Ярослава Мудрого .-В.Новгород, 2006. – 19с. – Режим доступа: WWW. URL: http://www.novsu.ru/file/64196	10	На кафедре ТМ – 90 экз.
6 Расчет маховика для машинного агрегата с жесткими звеньями [Электронный ресурс]: Метод. указания для курсового проектирования/ Авт.-сост., Ланцева Т.А,Никитин Е.И.; НовГУ имени Ярослава Мудрого .- Новгород, 2004. – 24с. – Режим доступа: WWW. URL: http://www.novsu.ru/file/27681	9	На кафедре ТМ – 41 экз.
7 Синтез прямозубой эвольвентной цилиндрической зубчатой передачи: Метод. указания для курсового проектирования / Авт.-сост. Кузнецов Н.П., Никитин Е.И.; НовГУ имени Ярослава Мудрого .- В.Новгород, 2002. – 24с. – Режим доступа: WWW. URL: http://www.novsu.ru/file/27717		На кафедре ТМ – 80 экз.

Действительно для учебного года _____/_____
Зав. кафедрой _____ _____
подпись Д.А. Филиппов
_____ _____ 20….. г.

СОГЛАСОВАНО
НБ НовГУ: гл. библиотекарь _____ Калинина Н.А.
должность подпись
расшифровка

Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого
Научная библиотека
Сектор учета _____

Учебно-методическое обеспечение учебного модуля 100%

Действительно для учебного года_____
Зав. кафедрой ТМ_____

Действительно для учебного года_____
Зав. кафедрой ТМ_____