

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Новгородский государственный университет
имени Ярослава Мудрого» (НовГУ)

Политехнический институт (ИПТ)

Кафедра технологии машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПТ
 А.Н. Чадин
«20» 04 2017г.



ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

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

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

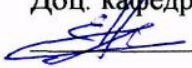
Начальник учебного отдела

 О.Б. Широколобова

«20» 04 2017 г.

Разработал

Доц. кафедры ТМ

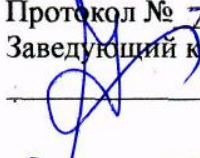
 Е.И. Никитин

«30» 03 2017 г.

Принято на заседании кафедры

Протокол № 7 от 20.04 2017г.

Заведующий кафедрой ТМ

 Д.А. Филиппов

«20» 04 2017г.

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 ООП направления подготовки

Модуль ТММ входит в базовую (общепрофессиональную) часть профессионального цикла Б.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 дисциплин: «Физика», «Высшая 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 сформирована профессиональная компетенция ПК-4:

Способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа.

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

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ПК-4	базовый	- типовые схемы механизмов и машин, их свойства и области применения; - основные методы анализа и синтеза механизмов и машин	Умеет использовать методы анализа и синтеза основных видов механизмов и машин	Владеет навыками разработки проектов основных видов механизмов и машин с учётом конструкторских параметров

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		3 семестр	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	216	216	ПК - 4
- лекции			
- практические занятия	36	36	
- лабораторные работы	36	36	
- аудиторная СРС (в том числе)	18	18	
- внеаудиторная СРС	18	18	
- курсовое проектирование (ДЗ)	54	54	
	36	36	
Аттестация: - экзамен	36	36	

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля (раскрыто в Приложении А)

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, разноуровневые задачи, опрос, выполнение и защита КР и экзамен.

Критерии оценивания лабораторной работы:

- правильность выполнения ЛР – 3 балла максимум;
- правильность оформления отчета – 3 балла максимум;
- уверенное владение терминологией на защите – 3 балла максимум;
- полнота и аргументированность ответа на защите – 4 балла максимум;

Критерии оценивания разноуровневых задач:

- правильно понимает условие задачи – 3 балла максимум;
- правильно подбирает и использует формулы – 5 баллов максимум;
- правильно выполняет расчеты и анализирует результаты – 4 балла максимум.

Критерии оценивания опроса:

- уверенное владение терминологией – 3 балла максимум;
- глубина знаний по теме вопроса – 3 балла максимум;
- полнота ответа – 2 балла максимум;
- логическая связность – 2 балла максимум;
- аргументированность ответа – 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 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	7-9 баллов – ЛР выполнена правильно, на защите испытывает затруднения при ответе на некоторые вопросы	10-11 баллов – ЛР выполнена правильно, на защите не все ответы достаточно аргументированы	12-13 баллов – ЛР выполнена правильно, на защите демонстрирует полноту и аргументированность ответов
Разноуровневые задачи	6-8 баллов - не всегда адекватно подбирает формулы и (или) использует их с ошибками	9-10 баллов - допускает неточности в подборе формул и (или) допускает некритические ошибки в их использовании	11-12 баллов - способен правильно выбрать нужную формулу и правильно ее применить
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 механизмов, макетами для демонстрации нарезания зубчатых колёс ТММ-42, Станок для динамической балансировки ТММ-1А , плакаты(ауд. 4203).

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта

В - Паспорт компетенции ПК-4

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. Чтобы восприятие студентами курса было целостным, рекомендуется в конце каждой лекции подводить итоги всего, изученного на данной лекции, а в начале – кратко охарактеризовать все, что предстоит рассмотреть в ближайшие часы.

. В лекции следует обращать внимание на тонкости, которые могут ускользнуть от студента при чтении учебника.

В начале лекционного курса нужно указать и охарактеризовать основную литературу, выделив при этом учебник как обязательное руководство и подчеркнув, что лекция и учебник служат основой для самостоятельной работы студентов.

В лекции вполне уместны риторические вопросы, обращенные к студентам, ответы на которые дает лектор. Такая форма оживляет лекцию, привлекает к ней внимание студентов и в то же время приближает к беседе. Составляя план проведения лекций, нужно продумать содержание каждой лекции, чтобы намеченный в плане материал полностью изложить на этой лекции.

Планируя лекционный материал, необходимо увязывать его с темами практических занятий, так как только при этом условии практические занятия можно проводить точно по намеченному плану.

К методике чтения лекций необходимо предъявить следующие требования: доступность и последовательность изложения, выделение главного, Закончив вывод какой-либо зависимости и установив ту или иную расчетную формулу, иногда целесообразно повторить весь ход вывода с подробными пояснениями для того, чтобы он стал понятным всем студентам.

Чтобы вызвать у студентов потребность в книге, необходимость углубленной самостоятельной работы следует особое значение придавать связи лекции с учебником, и для того, чтобы заставить студентов с первых дней семестра изучать курс по учебнику, надо, не нарушая логики изложения курса, ряд вопросов программы переносить на самостоятельную проработку. При этом необходимо указать, что эти вопросы войдут в экзаменационные билеты. Несмотря на то, что конспектирование лекции активизирует мыслительный процесс и является совершенно обязательным (особенно у заочников), нельзя ориентировать студентов на изучение курса только по конспекту, который не может заменить собой учебника.

А.1.1 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 лишние 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 диadных механизмов Построение траекторий точек звеньев механизма. Определение кинематических характеристик способами графического дифференцирования и интегрирования.

Графоаналитический метод кинематического анализа: Построение планов скоростей и ускорений для диadных 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 определенности плоских кинематических цепей. Определение реакций методом планов сил для диadных механизмов. Теорема Жуковского Н.Е. и ее применение к определению уравнивающего 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, параллельном и смешанном соединении механизмов.

Уравнивание механизмов: Статическое и динамическое уравнивание вращающихся звеньев. Постановка задачи уравнивания механизмов. Статическое уравнивание механизмов. Режимы движения машин: Динамическая модель машины. Приведение сил и масс. Дифференциальное уравнение движения машины. Графоаналитический метод Виттенбауэра

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 Новико-

ва М.Л. Виды конических механизмов, назначение, область применения. Основные геометрические параметры конического зацепления. Геометрия конического зубчатого колеса. Виды (винтовые, гипоидные, червячные) и назначение гиперболических механизмов, область их применения. 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

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 прямого эвольвентного колеса?

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

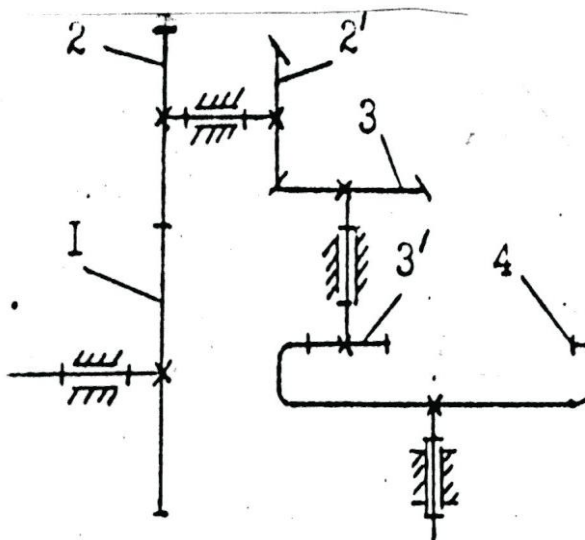
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

Учебный модуль «Теория механизмов и машин»

кафедра ТМ

Для направлений подготовки:
«Мехатроника и робототехника»

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 _____ 2017г. Протокол №

УТВЕРЖДАЮ

Зав.каф.ТМ _____ Д.А. Филиппов

А.1.2 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.
11. Метод графического интегрирования .
12. Построение планов скоростей.
13. Построение планов ускорений.
14. Виды, достоинства, недостатки и применение кулачковых механизмов. Основные этапы синтеза. Профильные и фазовые углы.
15. Виды, достоинства и недостатки, применение зубчатых механизмов. Классификация трехзвенных зубчатых механизмов по взаимному расположению осей колес. Геометрия и основные свойства эвольвенты.
16. Геометрические характеристики эвольвентного зубчатого колеса.
17. Исходный и производящий контуры эвольвентных зубчатых колес.
18. Основная теорема зацепления (теорема Виллиса) и ее доказательство.
19. Цилиндрический эвольвентный трехзвенный зубчатый механизм внешнего зацепления (основные характеристики, определения).
20. Цилиндрические эвольвентные трехзвенные зубчатые механизмы внутреннего и реечного зацепления (основные характеристики, определения).
21. Станочное зацепление. Нарезание эвольвентных зубчатых колес со смещением.
22. Методы и способы нарезания эвольвентных зубчатых колес.
23. Качественные характеристики эвольвентных зубчатых колёс и их зацепления. Метод блокирующих контуров для выбора коэффициентов смещений эвольвентных зубчатых колес.
24. Геометрические характеристики косозубых зубчатых колес и механизмов. Зубчатые механизмы с зацеплением Новикова М.Л.
25. Конические эвольвентные зубчатые механизмы: назначение, виды, применение, геометрические характеристики. Направление зубьев конических колес.
26. Гиперболоидные зубчатые механизмы: назначение, виды, применение, геометрические характеристики .
27. Кинематика многозвенных зубчатых механизмов с неподвижными осями зубчатых колес.
28. Кинематика многозвенных зубчатых механизмов с подвижными осями зубчатых колес (формула Виллиса).

29. Ограничения при синтезе планетарных механизмов: условия: соосности, соседства и сборки.
30. Силовой анализ шарнирного четырёхзвенника.
31. Определение сил инерции в механизмах.
32. Задачи динамического анализа механизмов. Классификация сил, действующих в механизмах.
33. Условие кинетостатической определимости кинематических цепей.
34. Силовой анализ кривошипно – ползунного механизма.
35. Теорема Жуковского Н.Е. и её доказательство.
36. Применение теоремы Жуковского Н.Е для определения уравнивающего момента.
37. Виды трения и его законы. Трение скольжения и качения.
38. Определение сил трения во вращательной и поступательной кинематических парах.
39. Определение сил трения в высших кинематических парах.
40. Определение к.п.д. при последовательном, параллельном и смешанном соединениях механизмов [1].
41. Статическое уравнивание вращающихся звеньев.
42. Динамическое уравнивание вращающихся звеньев.
43. Постановка задачи уравнивания механизмов. Метод заменяющих масс.
44. Статическое уравнивание механизмов
45. Уравнение движения машины в интегральной форме. Динамическая модель машины с абсолютно жесткими звеньями.
46. Уравнение движения машины в дифференциальной форме. Режимы движения машины.
47. Определение приведенного момента сил в машине.
48. Определение приведенного момента инерции машины.
49. Построение диаграммы Ф. Виттенбауэра.
50. Коэффициент неравномерности движения звена приведения. Определение момента инерции маховика.
51. Источники колебаний и объекты виброзащиты. Классификация механических воздействий.
52. Влияние механических воздействий на технические объекты и человека.
53. Основные методы виброзащиты. Основные схемы вибротранспортёров.

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 – 13баллов.

Лабораторный практикум считается выполненным, если студент выполнил и защитил все лабораторные работы, набрав при этом минимально необходимую сумму баллов (49 баллов). Перечень ЛР указан в подразделе 4.4 рабочей программы.

Для выполнения лабораторного практикума по УМ студенты должны пользоваться методическими указаниями: источники [2, 3, 4, 5 - Приложение Г: раздел:Учебно-методические издания]. 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 пользоваться основной и дополнительной учебно-методической литературой, представленной в карте учебно-методического обеспечения и Приложении Г.

А.5 Методические рекомендации по выполнению курсовой работы

Курсовая работа используется для проверки умений применять полученные знания для самостоятельного решения задач (в соответствии с заранее определенной методикой). Выполнение каждого раздела курсовой работы позволяет задействовать ранее приобретенные теоретические и практические знания сразу по многим предшествующим темам, в ходе самостоятельной работы закрепить умения, полученные на практических занятиях и подготовиться к итоговой проверке в форме экзамена. В курсовой работе разрабатываются следующие этапы:

После выдачи и объяснения преподавателем соответствующего задания на курсовую работу студенты самостоятельно при разработке каждого ее этапа:

- 1) повторяют (изучают) теоретический и практический материал, необходимый для выполнения работы,
- 2) изучают примеры выполнения подобного раздела задания в учебно-методическом пособии (1),
- 3) руководствуясь методическими указаниями из (1), а также (2-4) выполняют свой вариант этапа задания и отдают преподавателю на проверку,
- 4) исправляют в своей работе ошибки, указанные преподавателем (в случае их наличия),
- 5) После выполнения всех четырех этапов проходит защита работы.

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	50	15	9-я неделя
КТ-3	Силовой анализ рычажного механизма	75	15	13-я неделя
КТ-4	Оформление ПЗ. Защита КР	100	10	17-я неделя

Пример технического задания на КР по модулю «Теория механизмов и машин» (приведён ниже)

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

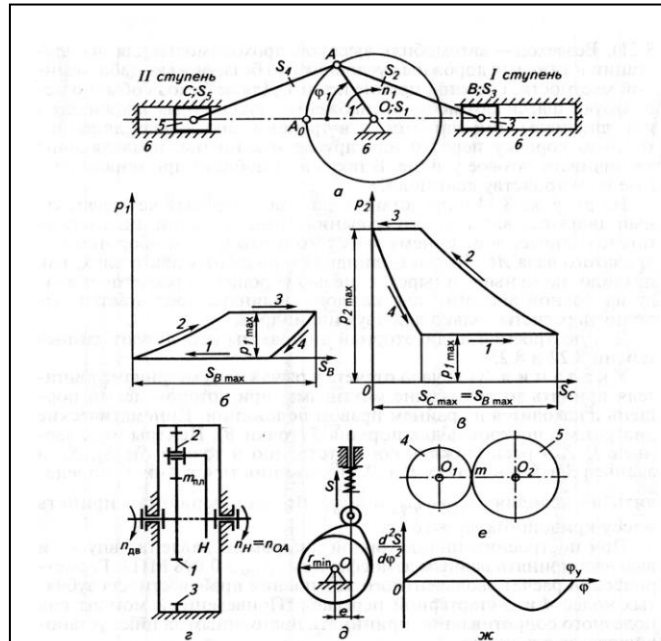


Рис. 8.15. Механизмы двухступенчатого двухцилиндрового воздушного компрессора:
 а — рычажный механизм компрессора (1...6 — звенья); б — индикаторная диаграмма первой ступени компрессора: (фазы индикаторной диаграммы: 1 — всасывание; 2 — сжатие; 3 — нагнетание; 4 — расширение); в — индикаторная диаграмма второй ступени компрессора: (фазы индикаторной диаграммы: 1 — всасывание (при $p_{1\max} = p_{2\max}$); 2 — сжатие; 3 — нагнетание; 4 — расширение); г — схема планетарного редуктора (1...3 — колеса; Н — 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 воздухо-сборник (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} $L_{AB} = l_{AC}$	0,14 0,55	0,13 0,52	0,15 0,62	0,12 0,48	0,14 0,59	0,15 0,60	0,14 0,56	0,12 0,50	0,14 0,60	0,13 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	$m_2 = m_4$ m_3 m_5	22 43 26	26 50 32	19 40 21	23 51 36	22 42 29	20 40 28	25 50 35	22 44 25	25 52 36	20 45 30
Моменты инерции звеньев, кг · м ²	I_{S1} $I_{S2} = I_{S4}$	0,80 0,55	0,85 0,55	0,78 0,50	0,85 0,60	0,80 0,50	0,75 0,55	0,80 0,60	0,70 0,55	0,78 0,50	0,75 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 z_5	14 20	13 19	12 18	15 21	13 18	14 21	13 20	12 19	11 20	10 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	$\varphi_y = \varphi_b$	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 успеваемости (в соответствии с паспортом ФОС)	Максимальное количество баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
Раздел 1. Строение механизмов	1-2	4	4	2	2	10	лабораторные работы,	13
							разноуровневые задачи	12
Раздел 2. Кинематический анализ и синтез рычажных и зубчатых механизмов	3-5	6	6	3	3	15	лабораторные работы,	13
							выполнение этапа КР,	13
							разноуровневые задачи	12
							опрос	12
Раздел 3 Динамика механизмов	6-9	8	8	4	4	20	лабораторные работы,	13
							выполнение этапа КР,	13
							разноуровневые задачи	12
							опрос	12
Рубежная аттестация не менее 62 из 125 баллов								
Раздел 4. Синтез механизмов с высшими парами	10-15	12	12	6	6	30	лабораторные работы,	39
							выполнение этапа КР,	13
							разноуровневые задачи	12
							опрос	12
Раздел 5. Колебания в механизмах	16-18	6	6	3	3	15	лабораторные работы,	13
							выполнение этапа КР,	12
							разноуровневые задачи	12
							опрос	12
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)
Паспорт компетенции ПК-4

ПК-4 Способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Базовый уровень	Знает типовые схемы механизмов и машин, их свойства и области применения; основные методы анализа и синтеза механизмов и машин	Испытывает трудности при демонстрации знаний типовых схем механизмов и машин, их свойств и областей применения; основных методов анализа и синтеза механизмов и машин	Допускает неточности при демонстрации знаний о типовых схемах механизмов и машин, их свойствах и областях применения; основных методов анализа и синтеза механизмов и машин	Имеет целостное представление о типовых схемах механизмов и машин, их свойствах и областях применения; основных методов анализа и синтеза механизмов и машин
	Умеет использовать методы анализа и синтеза основных видов механизмов и машин	Испытывает трудности при использовании методов анализа и синтеза основных видов механизмов и машин	Допускает неточности при использовании методов анализа и синтеза основных видов механизмов и машин	Способен правильно использовать методы анализа и синтеза основных видов механизмов и машин
	Владеет навыками разработки проектов основных видов механизмов и машин с учётом конструкторских параметров	Испытывает трудности при выполнении разработки проектов основных видов механизмов и машин с учётом конструкторских параметров	Допускает неточности при выполнении разработки проектов основных видов механизмов и машин с учётом конструкторских параметров	Уверенно проводит разработку проектов основных видов механизмов и машин с учётом конструкторских параметров

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. Лачуга Ю.Ф., Воскресенский А.Н., Чернов М.Ю. Теория механизмов и машин. Кинематика, динамика и расчёт.- М.: КолосС, 2007.-304с.: ил.	108	
3. Артоболевский И.И. Сборник задач по теории механизмов и машин / И.И Артоболевский, Б.В Эдельштейн. - М.: Наука, 2012. – 256с.: ил.	35	

Таблица 2 Обеспечение учебного модуля учебно-методическими изданиями

1. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс]: раб. пр./ Авт.-сост. Е.И. Никитин. – В.Новгород: НовГУ, 2017. – 20с. – Режим доступа: WWW. URL: http://www.novsu.ru/doc/		2 экз на каф.
2 Структурный анализ механизмов: Метод. указ. к лаб. работе/ Авт.-сост. Кузнецов Н.П.; НовГУ .- Новгород, 2001. – 11с.	10	
3 Кинематический анализ плоских рычажных механизмов: Метод. указ. к лаб. работе/ Авт.-сост. Никитин Е.И.; НовГУ .- Новгород, 2008. – 27с.	10	
4 Кинематический анализ зубчатых механизмов: Метод. указ. к лаб. работе/ Авт.-сост. Никитин Е.И., Кузнецов Н.П.; НовГУ .- Новгород, 2012. – 21с.	10	
5 Определение основных геометрических параметров эвольвентных зубчатых колес[Электронный ресурс]: Метод. указ. к лаб. работе/ Авт.-сост. Никитин Е.И.; НовГУ .- Новгород, 2014. – 19с. – Режим доступа: WWW. URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1815		
6 Нарезание эвольвентных зубчатых колес инструментальной рейкой: Метод. указ. к лаб. работе/ Авт.-сост. Никитин Е.И.; НовГУ .-В.Новгород, 2006. – 19с.	10	

7. Синтез цилиндрической прямозубой эвольвентной цилиндрической зубчатой передачи: Метод. указания для курсового проектирования / Авт.-сост. Кузнецов Н.П., Никитин Е.И.; НовГУ .- В.Новгород, 2002. – 24с.	15	
---	----	--

Таблица 3 Обеспечение учебного модуля дополнительной литературой

Дополнительная литература		
Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библи. НовГУ	Примечание
1. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин : учеб. для техн. вузов / И. И. Артоболевский. - стер. изд. - М. : Альянс, 2014. - 639 с. : ил.	5	
2. Теория механизмов и машин: Курсовое проектирование: учеб. пособие / А.И. Смелягин.-М: ИНФРА – М; Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. -263с. :ил.	29	
3. Тимофеев Г. А. Теория механизмов и машин : Курс лекций : учеб. пособие для вузов / МГТУ им.Н.Э.Баумана. - М. : Высшее образование, 2009. - 351,[1]с. : ил.	14	
4. Машиностроение : энцикл. в 40 т. Разд. I : Инженерные методы расчетов. Т. I-3. Кн. 2. Динамика и прочность машин. Теория механизмов и машин / Гл.ред.К.В.Фролов;Ред.-сост.и отв.ред.К.С.Колесников;Ред.:А.В.Александров и др. - М. : Машиностроение, 1995. - 620с. : ил.	2	

Действительно для учебного года 2016/17

Зав. кафедрой _____

подпись

Д.А. Филиппов

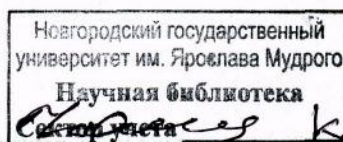
20..... г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

Н.В. Бибикова

должность



подпись

Колесникова Н.А.

шифровка

Учебно-методическое обеспечение учебного модуля 100%

Действительно для учебного года _____

Зав. кафедрой ТМ _____

Учебно-методическое обеспечение учебного модуля 100%

Действительно для учебного года _____

Зав. кафедрой ТМ _____