

“СОГЛАСОВАНО”

Зав. кафедрой «Теоретическая
и прикладная механика»,
доц. _____ Замятин В.М.
« ___ » _____ 2009 г.

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан ХТФ,
проф. _____ Погребенков В.М.
« ___ » _____ 2009 г.

РЕЙТИНГ-ПЛАН

по курсу «Механика» для студентов химико-технологического факультета
направления **240100 «Химическая технология и биотехнология»**
специальностей:

**240802 «Основные процессы химических производств и химическая
кибернетика»,**

**240304 «Химическая технология тугоплавких неметаллических и
силикатных материалов»,**

240301 «Химическая технология неорганических веществ»

Семестры	4, 5	
Общее число часов на дисциплину	200	
Аудиторные занятия, часов	78	
Самостоятельная работа, часов	122	
	4 семестр	5 семестр
Всего	128	72
Лекции, часов	42	-
Практические занятия, часов	18	-
Лабораторные работы, часов	18	-
Самостоятельная работа, часов	50	72
Курсовое проектирование, часов		
Формы контроля	экзамен	дифзачет

Составил:

доцент кафедры «Теоретическая и прикладная механика»

_____ Гурин В.В.
« ___ » _____ 2009 г.

4 СЕМЕСТР

1. При суммарном наборе баллов до 445 включительно студент до экзамена не допускается.
2. При суммарном наборе баллов в диапазоне 446-850 студент допускается до экзамена при условии получения им по каждому из разделов (лекции, лабораторные работы) не менее минимального количества баллов (см. нижеприведенные таблицы).
3. Максимальное количество баллов за экзамен - 150.
4. В результате экзамена и предшествующей работы в семестре проставляются следующие оценки:
 При сумме баллов менее 525 – *«неудовлетворительно»*.
 При сумме баллов в диапазоне 525-674 – *«удовлетворительно»*.
 При сумме баллов в диапазоне 675-824 – *«хорошо»*.
 При сумме баллов в диапазоне 825-1000 – *«отлично»*.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

Темы лекций	Часы	Баллы	
		<i>min</i>	<i>max</i>
1.1. Место и значение курса "Прикладная механика" в ряду общеинженерных дисциплин. Основные тенденции в развитии машиностроения. Задачи курса. Методика изучения курса. Основы теории механизмов. Общие сведения. Машина. Прибор. Комплект машин. Комплекс машин. Машинный агрегат. Механизм. Структура элементов механизмов. Звенья механизмов. Классификация звеньев. Кинематические пары. Элемент кинематической пары. Классификация кинематических пар. Число степеней свободы кинематической пары	2	12	22
1.2. Кинематические цепи и их классификация. Степень подвижности кинематической цепи. Формула Сомова-Мальшева. Формула Чебышева. Механизмы и их классификация. Кинематика механизмов. Планы положений механизма. Построение планов положений механизмов. Кинематические параметры механизмов. Определение скоростей точек плоского рычажного механизма методом планов скоростей	2	12,5	22
1.3. Трение в кинематических парах. Основные понятия. Виды трения. Сила трения. Полная сила трения покоя. Сила трения движения. Коэффициент трения покоя. Коэффициент трения движения. Закон Амонтона-Кулона. Угол трения покоя. Угол трения движения. Конус трения покоя. Конус трения движения. Трение в низших кинематических парах. Трение в поступательной паре на горизонтальной и на наклонной плоскостях. Трение в винтовой паре. Трение во вращательной паре. Трение качения. Пара трения качения. Механический коэффициент полезного действия (КПД). Мгновенное значение КПД. КПД составных механизмов при последовательном соединении простых механизмов. КПД составных механизмов при параллельном соединении простых механизмов. КПД составных механизмов при смешанном соединении простых механизмов	2	12,5	22
1.4. Основы сопротивления материалов. Общие сведения. Деформация. Прочность. Жесткость. Устойчивость. Задачи науки о сопротивлении материалов. Основные понятия и определения. Нагрузки. Классификация нагрузок. Внешние и внутренние силы. Дополнительные внутренние силы (усилия). Метод сечений. Виды деформации: растяжение (сжатие), сдвиг, кручение, изгиб. Понятие о напряжениях. Напряженное состояние в точке. Конструктивные элементы механизмов и машин	2	12,5	22

Темы лекций	Часы	Баллы	
		<i>min</i>	<i>max</i>
<p>1.5. Основные гипотезы и допущения, применяемые в сопротивлении материалов.</p> <p>Растяжение и сжатие.</p> <p>Напряжения и перемещения. Деформации (абсолютные и относительные). Коэффициент Пуассона. Напряжение в поперечном сечении стержня при растяжении (сжатии).</p> <p>Механические характеристики и свойства материалов.</p> <p>Хрупкие и пластичные материалы. Малопластичные материалы. Испытания на растяжение. Условная диаграмма растяжения. Характеристики отдельных участков условной диаграммы растяжения. Закон Гука. Жесткость поперечного сечения при растяжении (сжатии). Явление наклепа. Диаграмма растяжения хрупких материалов</p>	2	12,5	22
<p>1.6. Твердость. Определение твердости по Бринелю и по Роквеллу. Ударная вязкость.</p> <p>Допускаемые напряжения и запасы прочности. Безопасное (допускаемое) напряжение. Коэффициент запаса прочности (коэффициент безопасности). Частный коэффициент запаса прочности. Общий коэффициент запаса прочности. Условие прочности при растяжении (сжатии). Расчеты на прочность при растяжении (сжатии).</p> <p>Расчеты на жесткость при растяжении (сжатии). Предельная деформация. Условие жесткости. Расчеты на жесткость</p>	2	12,5	22
<p>1.7. Сдвиг.</p> <p>Чистый сдвиг. Величина касательных напряжений при сдвиге. Абсолютный (линейный) и относительный сдвиг. Закон Гука для деформации чистого сдвига. Модуль упругости второго рода. Связь между модулями упругости первого и второго рода. Условие прочности при срезе. Допускаемые напряжения при срезе.</p> <p>Кручение.</p> <p>Кручение стержня круглого поперечного сечения. Основные свойства деформации кручения в пределах упругих деформаций. Полный угол закручивания. Реактивный момент при кручении. Случай, когда на цилиндр действуют несколько крутящих моментов разного направления. Эпюра крутящих моментов. Расчеты на прочность и на жесткость при кручении. Полярный момент сопротивления. Касательные напряжения при кручении. Условие прочности при кручении. Определение минимально допускаемого диаметра вала при кручении</p>	2	12,5	22
<p>1.8. Изгиб прямолинейного бруса.</p> <p>Общие понятия. Типы опор и определение опорных реакций. Возможные варианты крепления балки. Двухопорная балка. Консольная балка. Определение опорных реакций.</p> <p>Поперечная сила и изгибающий момент. Методика определения изгибающих моментов в поперечных сечениях балки. Построение эпюр изгибающих моментов.</p> <p>Напряжения при изгибе. Уравнение прочности при изгибе. Жесткость при изгибе. Расчеты на прочность при изгибе</p>	2	12,5	22
<p>1.9. Сложное сопротивление.</p> <p>Понятие о теориях прочности. Эквивалентное напряжение. Теория наибольших касательных напряжений (третья теория прочности). Условие прочности по третьей теории прочности. Область применения третьей теории прочности. Энергетическая теория формоизменения (четвертая теория прочности). Условие прочности по четвертой теории прочности.</p> <p>Область применения четвертой теории прочности.</p> <p>Изгиб с кручением. Условия прочности при изгибе с по теориям прочности. Определение величины коэффициента запаса прочности (коэффициента безопасности) при изгибе с кручением по теориям прочности</p>	2	12,5	22
<p>1.10. Местные напряжения.</p> <p>Виды местных напряжений. Концентрация напряжений. Концентраторы напряжений. Номинальное напряжение. Коэффициенты концентрации - теоретический и эффективный. Концентрация напряжений при растяжении (сжатии). Концентрация напряжений при изгибе. Концентрация напряжений при кручении. Контактные напряжения. Формулы для определения контактных напряжений для случаев сжатия двух сферических тел и сжатия двух цилиндров</p>	2	12,5	22

Темы лекций	Часы	Баллы	
		<i>min</i>	<i>max</i>
<p>1.11. Прочность материалов при переменных напряжениях. Основные понятия об усталостной прочности. Циклические нагрузки. Характер разрушения материала при циклических нагрузках. Усталость материала. Выносливость (циклическая прочность). Предел выносливости. Основные параметры цикла. Виды циклов. Предел выносливости при симметричном цикле. Кривая выносливости (кривая Веллера). Базовое число циклов. Долговечность. Ограниченный предел выносливости. Диаграмма предельных циклических напряжений. Факторы, влияющие на величину предела выносливости (концентрация напряжений, размеры детали и состояние поверхности). Общий коэффициент изменения предела выносливости при симметричном цикле. Действительный предел выносливости детали при симметричном цикле.</p> <p>Расчеты на прочность при переменных напряжениях. Методика определения величины коэффициента запаса прочности (коэффициента безопасности) при симметричном цикле при симметричном и асимметричном циклах нагружений</p>	2	12,5	22
<p>1.12. Соединения.</p> <p>Виды соединений – неразъемные и разъемные. Требования, предъявляемые к соединениям.</p> <p>Неразъемные соединения.</p> <p>Сварные соединения. Разновидности сварки. Разновидности сварных швов по конструкции сварных узлов. Разновидности сварных швов по их расположению относительно действия нагрузки. Характеристики сварных швов различных их видов. Достоинства и недостатки сварных соединений. Области их применения. Материалы свариваемых деталей при различных видах сварки. Расчеты на прочность типовых сварных соединений.</p> <p>Соединения заклепками.</p> <p>Разновидности стандартных заклепок. Материалы заклепок. Области применения заклепочных соединений. Виды заклепочных соединений. Расчет заклепочного шва на срез по поперечным сечениям заклепок. Расчет заклепочного шва по смятию боковых поверхностей заклепок. Расчет соединяемых заклепками листов на разрыв по наиболее нагруженным сечениям. Достоинства и недостатки заклепочных соединений.</p>	2	12,5	22
<p>1.13. Разъемные соединения.</p> <p>Резьбовые соединения. Основные понятия. Подвижные и неподвижные соединения. Образование винтовой поверхности. Параметры резьбы. Классификация резьб по форме бокового профиля резьбы, по числу заходов, по направлению винтовой линии, по назначению. Классификация треугольных резьб – метрические, дюймовые, трубные и их характеристики. Напряженные и ненапряженные болтовые соединения. Расчет на прочность элементов резьбы на срез и на смятие при действии осевой нагрузки. Основные случаи нагружения и расчета болтовых соединений – напряженное и ненапряженное соединения под действием осевой нагрузки; напряженное и ненапряженное болтовое соединение под действием поперечной нагрузки</p>	2	12,5	22
<p>1.14. Шпоночные соединения. Назначение шпоночного соединения. Разновидности шпоночных соединений (с призматическими, с сегментными и с клиновыми шпонками). Области их применения. Выбор поперечного сечения шпонки. Материалы шпонок. Расчеты шпоночных соединений по напряжениям смятия и по напряжениям среза.</p> <p>Шлицевые соединения. Назначение шлицевого соединения. Разновидности шлицевых соединений. Параметры шлицевого соединения. Способы центрирования шлицевых соединений. Расчет на смятие шлицевого соединения.</p> <p>Штифтовые соединения. Назначение штифтовых соединений. Виды штифтов. Материалы штифтов. Расчеты штифтовых соединений на срез и на смятие</p>	2	12,5	22

Темы лекций	Часы	Баллы	
		<i>min</i>	<i>max</i>
<p>1.15. Зубчатые передачи. Общие сведения. Основная теорема зацепления. Следствие из основной теоремы зацепления. Устройство и основные параметры зубчатых колес. Виды разрушений зубьев.</p> <p>Материалы зубчатых колес. Углеродистые и легированные стали. Виды термообработки сталей и их характеристики. Допускаемые напряжения. Взаимосвязь между допускаемыми контактными напряжениями, твердостью и пределом выносливости. Допускаемые напряжения изгиба для неревверсивной передачи и для реверсивной передач. Взаимосвязь между допускаемыми напряжениями изгиба и пределом выносливости</p>	2	12,5	22
<p>1.16. Эвольвентное зацепление. Эвольвента окружности. Эволюта. Свойства эвольвенты. Зацепление двух эвольвентных профилей. Обеспечение эвольвентным зацеплением постоянства передаточного отношения. Невлияние изменения межцентрового расстояния в эвольвентной передаче на величину передаточного отношения.</p> <p>Эвольвентная прямозубая цилиндрическая передача. Стандартные значения параметров в эвольвентной передаче с круглыми цилиндрическими колесами. Взаимосвязь между параметрами передачи. Силовой расчет цилиндрической эвольвентной прямозубой передачи. Нормальная сила в зацеплении. Определение составляющих силы в зацеплении - окружной и радиальной. Расчетная нагрузка. Коэффициент нагрузки</p>	2	12,5	22
<p>1.17. Расчет эвольвентной цилиндрической прямозубой передачи по контактными напряжениям. Проверочный расчет. Анализ полученной формулы в связи с влиянием параметров передачи на величину контактных напряжений. Проектный расчет. Определение минимально допускаемого значения межосевого расстояния.</p> <p>Расчет зубьев эвольвентной цилиндрической прямозубой передачи по изгибным напряжениям. Формула для проверочного расчета эвольвентной прямозубой цилиндрической передачи на изгиб. Проектный расчет прямозубой эвольвентной цилиндрической передачи по изгибным напряжениям. Формула для определения величины минимально допускаемого значения модуля зацепления. Случаи, когда изгибная прочность является основным критерием работоспособности зубчатой передачи</p>	2	12,5	22
<p>1.18. Эвольвентные цилиндрические косозубые и шевронные передачи. Особенности их геометрии по сравнению с прямозубыми цилиндрическими эвольвентными передачами. Взаимосвязь между геометрическими параметрами. Силовой расчет косозубой цилиндрической эвольвентной передачи. Нормальная сила в зацеплении. Составляющие нормальной силы в зацеплении – окружная, радиальная, осевая. Определение их величин. Особенности силовой схемы шевронной передачи. Эквивалентное прямозубое цилиндрическое колесо и определение его геометрических параметров. Прочностные расчеты косозубой цилиндрической эвольвентной передачи. Расчеты эвольвентной цилиндрической косозубой передачи по контактными напряжениям (проверочный и проектный). Расчет эвольвентной цилиндрической косозубой передачи по изгибным напряжениям (проверочный и проектный)</p>	2	12,5	22
<p>1.19. Конические передачи. Ортогональные конические передачи. Геометрия конических прямозубых ортогональных передач. Взаимосвязь между геометрическими параметрами. Силовой расчет конической ортогональной прямозубой эвольвентной передачи. Составляющие нормальной силы, действующей на колесо со стороны сопряженного колеса - окружная, радиальная и осевая. Парность составляющих нормальной силы в зацеплении конических прямозубых эвольвентных шестерни и колеса. Эквивалентное прямозубое цилиндрическое колесо и его геометрические параметры. Расчеты ортогональной конической прямозубой эвольвентной передачи по контактными напряжениям (проверочный и проектный). Расчеты ортогональной конической прямозубой передачи по изгибным напряжениям (проверочный и проектный)</p>	2	12,5	22

Темы лекций	Часы	Баллы	
		<i>min</i>	<i>max</i>
<p>1.20. Червячные передачи.</p> <p>Ортогональная червячная передача. Виды червяков - эвольвентный, архимедов, конволютный. Ортогональная червячная передача с архимедовым червяком. Геометрия ортогональной червячной передачи с архимедовым червяком. Передаточное число червячной передачи, особенности определения его величины по сравнению с цилиндрическими и коническими передачами. Силовой расчет червячной передачи. Составляющие нормальной силы, действующей в зацеплении на червяк со стороны червячного колеса - окружная, радиальная и осевая. Составляющие нормальной силы, действующие в зацеплении на червячное колесо со стороны червяка. Определение величины нормальной силы в зацеплении червячной передачи.</p> <p>Материалы элементов червячной передачи. Допускаемые напряжения контактные напряжения. Допускаемые напряжения изгиба.</p> <p>Расчеты червячной передачи по контактным напряжениям (проверочный и проектный).</p> <p>Расчет червячной передачи по напряжениям изгиба.</p> <p>КПД червячной передачи. КПД червячной передачи при ведущем червяке. КПД червячной передачи при ведомом червяке.</p> <p>Явление самоторможения. Тепловой расчет червячной передачи</p>	2	12,5	22
<p>1.21. Валы и оси.</p> <p>Вал. Ось. Их назначение. Разновидности валов и осей (по геометрическим характеристикам оси вала или оси и по назначению). Материалы валов и осей.</p> <p>Критерии работоспособности валов – тихоходных (или статически нагруженных) и быстроходных.</p> <p>Определение минимально допустимого диаметра вала (ориентировочный расчет вала). Назначение диаметров на различных участках вала. Назначение осевых размеров различных участков вала.</p> <p>Определение нагрузок, действующих на вал (в том числе и реактивных, действующих со стороны опор. Построение эпюр изгибающих и крутящих моментов, действующих на вал. Построение эпюры суммарного изгибающего момента. Определение опасных сечений вала.</p> <p>Определение эквивалентных напряжений в опасных сечениях по третьей (или по четвертой – в зависимости от материала вала) теории прочности. Проверочный и проектный расчеты вала по статической прочности (для тихоходных или статически нагруженных валов). Проверочные расчеты валов и осей на усталостную прочность (для быстроходных валов). Запас усталостной прочности вала, его рекомендуемые величины</p>	2	12,5	22
ВСЕГО	42	262	462

2 Практические занятия

Темы практических занятий	Часы	Баллы	
		<i>min</i>	<i>max</i>
2.1. Составление кинематических схем и структурный анализ механизмов	2	10	21,5
2.2. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов. Построение планов скоростей	2	11	21,5
2.3. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов. Построение планов ускорений	2	11	22
2.4. Расчеты на прочность при растяжении (сжатии). Определение деформаций. Построение эпюр	2	10	21,5
2.5. Расчеты на прочность при изгибе. Определение реакций в опорах двухопорной и консольной балок. Построение эпюр. Определение минимально допускаемого поперечного сечения балки при его заданной форме	2	10	21,5
2.6. Опоры и направляющие. Подшипники качения. Типы подшипников качения – по форме тел качения, по числу рядов тел качения, по воспринимаемым нагрузкам, по возможности самоустанавливания. Серии подшипников качения – по нагрузочной способности. Классы точности подшипников качения. Подбор подшипников качения по динамической грузоподъемности	2	10	21,5

Темы практических занятий	Часы	Баллы	
		<i>min</i>	<i>max</i>
2.7. Смазка и уплотнение опор. Назначение смазки. Свойства смазочных веществ. Области применения жидких смазок. Области применения консистентных смазок. Способы подачи смазочного материала к поверхностям трения опоры	2	10	21,5
2.8. Стандартизация. Взаимозаменяемость. Допуски и посадки. Охватываемая и охватываемая поверхности - отверстие и вал. Номинальный размер детали. Номинальный размер соединения. Действительный размер. Предельные размеры - наибольший и наименьший. Отклонение размера. Верхнее и нижнее предельные отклонения. Допуск размера. Нулевая линия. Поле допуска. Квалитеты. Посадка. Зазор. Натяг. Переходная посадка	2	10	21,5
2.9. Системы посадок. Система отверстия. Основное отверстие. Система вала. Основной вал. Внесистемные посадки. Основная характеристика посадки. Шероховатость поверхностей. Влияние шероховатости на качество соединений. Параметры шероховатости. Обозначение шероховатости на чертежах деталей	2	10	21,5
ВСЕГО	18	92	194

3 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Темы лабораторных работ	Часы	Баллы	
		<i>min</i>	<i>max</i>
3.1. Составление кинематических схем и структурный анализ механизмов. Кинематический анализ механизмов	2	10	21,5
3.2. Определение коэффициента трения скольжения при движении тела по наклонной плоскости при сухом трении	2	10	21,5
3.3. Испытание стального образца на растяжение	2	10	21,5
3.4. Усталостные испытания конструкционных материалов	2	10	21,5
3.5. Разъемные соединения	2	10	21,5
3.6. Вычерчивание зубьев эвольвентного профиля методом обкатки инструментом реечного типа	2	10	21,5
3.7. Определение основных геометрических параметров эвольвентных зубчатых колес методом обмера	2	11	22
3.8. Зубчатые редукторы. Изучение устройства, определение геометрических и нагрузочных характеристик цилиндрических эвольвентных передач	2	11	21,5
3.9. Изучение конструкций червячных редукторов	2	10	21,5
ВСЕГО	18	92	194

3 ЛИТЕРАТУРА

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин - М.: Наука, 1979. – 640 с.
2. Горбенко В.Т. Определение основных геометрических параметров эвольвентных зубчатых колес методом обмера. - Томск: изд. ТПИ, 1989.
3. Гурин В.В., Морозов Г.М. Проектирование приводов машин. Учебное пособие. - Томск: изд. ТПУ, 1999.
4. Гурин В.В., Замятин В.М. Расчет и конструирование узлов и деталей машин. Учебное пособие. – Томск: изд. ТПУ, 2003.
5. Гурин В.В., Замятин В.М. Расчет и конструирование узлов и деталей машин. Справочное пособие. – Томск: изд. ТПУ, 2003.
6. Гурин В.В. Замятин В.М. Попов А.М. Механика: учеб. для вузов / Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 580 с.
7. Гурин В.В., Замятин В.М. Расчет и конструирование узлов и деталей машин. Учебное пособие. – Томск: изд. ТПУ, 2005 – 280 с.
8. Гурин В.В., Замятин В.М. Расчет и конструирование узлов и деталей машин. Справочное пособие. – Томск: изд. ТПУ, 2005 – 246 с.
9. Гурин В.В., Замятин В.М., Попов А.М. Детали машин. Курсовое проектирование. В 2 ч.: Учеб. для вузов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 691 с.
10. Иосилевич Г.Б. и др. Прикладная механика -М.: Высшая школа, 1989.
11. Корняков О.Г., Мальцев П.Т. Кинематический анализ зубчатых механизмов. - Томск: изд. ТПИ, 1981.

11. Мурин А.В. Усталостные испытания конструкционных материалов. - Томск: изд. ТПИ, 1989.
12. Мурин А.В., Асеева Т.А. Зубчатые редукторы. Изучение устройства, определение геометрических и нагрузочных характеристик цилиндрических эвольвентных передач. - Томск: изд. ТПИ, 1989.
13. Мурин А.В. Изучение конструкций червячных редукторов. - Томск: изд. ТПИ, 1985.
14. Осецкий В.М. и др. Прикладная механика -М.: Машиностроение, 1977.
15. Сахипова Р.М. Составление кинематических схем и структурный анализ механизмов. - Томск: изд. ТПИ, 1985.
16. Степин П.А. Сопrotивление материалов -М.: Высшая школа, 1973.
17. Феодосьев В.И. Сопrotивление материалов -М.: Наука, 1986.
18. Юдин В.А., Петрокас Л.В. Теория механизмов и машин -М.: Высшая школа, 1967.

5 СЕМЕСТР

4.1 СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 25-35 страниц и графической части работы объемом 3 листа формата А1.

Время самостоятельной работы над проектом составляет около 80 часов.

4.1.1 РАСЧЕТ И ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ

Расчет и эскизный проект (см. п.п. 8.2-8.16 нижеприведенной таблицы) следует выполнить **для всего привода**, состоящего из асинхронного электродвигателя, муфты, одноступенчатого редуктора и открытой передачи.

Должен быть выполнен **общий вид привода на стадии «Эскизный проект»** с максимальными упрощениями (по ГОСТ 2.119-73 и другим стандартам ЕСКД). На этой стадии проектирования разрабатывается схема деления изделия на составные части (по ГОСТ 2.711-82). Составные части изделия изображают упрощенно, если при этом понятны конструктивное устройство, взаимодействие составных частей и принцип работы изделия.

Эскизный проект привода должен быть выполнен карандашом на бумаге с миллиметровой сеткой или на чертежной бумаге. Возможно выполнение чертежей на персональном компьютере (при использовании программ AutoCAD) с распечаткой результатов на принтере или на плоттере.

При выполнении эскизного проекта привода студент должен решить ряд конструкторских задач:

- выбрать и разработать конструкции основных деталей с учетом максимального обеспечения их технологичности;
- выбрать типы соединений деталей, способы фиксации деталей на валах;
- выбрать способы фиксации валов в опорах;
- предусмотреть возможность сборки и разборки узлов, регулировки зазоров в зацеплениях зубчатых колес и в подшипниках;
- предусмотреть возможность натяжения ремня в ременной передаче и цепи - в цепной;
 - выбрать системы смазки зацепления и подшипников;
 - выбрать виды уплотняющих устройств.

На эскизном чертеже общего вида привода должны быть приведены:

- габаритные, установочные и присоединительные размеры (причем установочные и присоединительные размеры должны быть с предельными отклонениями);
- номера позиций сборочных единиц, составляющих привод, и номера деталей не вошедших в сборочные единицы;
 - техническая характеристика привода;
 - технические требования.

4.1.2 ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ

Технический проект следует выполнить только **для одноступенчатого редуктора (зубчатого или червячного)**. Должен быть выполнен общий вид редуктора привода в достаточном для полного представления всех элементов редуктора количестве проекций с необходимыми разрезами, сечениями.

Так как при выполнении курсового проекта не прорабатывается полный пакет конструкторской документации по редуктору, то в учебном проектировании при разработке технического проекта редуктора упрощения не допускаются, за исключением того, что можно не указывать на чертеже мелкие элементы: фаски, скругления, углубления, выступы, насечки, рифление, надписи на табличках и т.п.

На **чертеже общего вида редуктора** должны быть:

- изображены виды, разрезы и сечения редуктора, нанесены надписи и текстовая часть, необходимые для понимания конструктивного устройства редуктора, взаимодействия его составных частей и принципа работы редуктора;
 - указаны все посадочные размеры с обозначением посадок по ГОСТ 25346--82 и ГОСТ 25347-82;
 - указаны габаритные, межосевые, установочные и присоединительные размеры, (причем межосевые, установочные и присоединительные размеры должны быть с предельными отклонениями);
- указаны номера позиций деталей;
- приведена техническая характеристика редуктора;

- приведены технические требования.

Технический проект редуктора должен быть выполнен карандашом только на чертежной бумаге. Возможно выполнение чертежей на персональном компьютере (при использовании программ AutoCAD) с распечаткой результатов на принтере или на плоттере.

4.1.3 РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

На стадии проектирования «Рабочая документация» на основании чертежа общего вида разрабатываются, в соответствии с ГОСТ 2.109-73, чертежи деталей, сборочный чертеж со спецификацией, монтажный (или электромонтажный) чертеж, габаритный и упаковочный чертежи.

При учебном проектировании монтажный (электромонтажный), габаритный и упаковочный чертежи не разрабатываются.

При выполнении курсового проекта из **рабочей документации** выполнению подлежат только:

- спецификация на привод;
- спецификация на редуктор;
- рабочий чертеж на выходной вал редуктора;
- рабочий чертеж на выходное колесо редуктора (для редукторов с цилиндрическими и коническими зубчатыми колесами);
- сборочный чертеж червячного колеса (для червячных редукторов);
- спецификация на червячное колесо (для червячных редукторов).

Сборочный чертеж червячного колеса и рабочие чертежи деталей должны быть выполнены карандашом только на чертежной бумаге. Возможно выполнение чертежей на персональном компьютере (при использовании программ AutoCAD) с распечаткой результатов на принтере или на плоттере.

4.1.3.1 ЧЕРВЯЧНОЕ КОЛЕСО

Правила выполнения чертежей червячных колес установлены ГОСТ 2.406-76.

На сборочном чертеже червячного колеса должны быть:

- изображены виды и разрезы червячного колеса, нанесена необходимая текстовая часть;
- указаны номера позиций деталей;
- указан посадочный размер в соединении зубчатого венца и ступицы (если колесо сборное) с обозначением посадки по ГОСТ 25346-82 и ГОСТ 25347-82;
- указаны габаритные и другие размеры, необходимые для изготовления и контроля параметров червячного колеса;
- приведены необходимые технические требования;
- параметры, характеризующие зубчатый венец:
 - 1) диаметр вершин зубьев;
 - 2) ширину венца;
 - 3) расстояние базового торца до средней торцевой плоскости колеса;
 - 4) наибольший диаметр;
 - 5) радиус выемки поверхности вершин зубьев;
 - 6) размер фасок или радиусы кривизны линий притупления на кромках зубьев (допускается помещать эти размеры в технических требованиях);
 - 7) шероховатость боковых поверхностей зубьев.

Таблица параметров должна состоять из трех частей.

Часть 1 содержит основные параметры для нарезания зубьев.

Часть 2 содержит данные для контроля зубчатого венца (при учебном проектировании не разрабатывается).

Часть 3 содержит справочные данные.

В части 1 таблицы параметров должны быть указаны:

- модуль;
- число зубьев колеса;
- вид сопряженного червяка;
- направление линии зуба;
- исходный производящий червяк;
- коэффициент смещения червяка;
- степень точности и вид сопряжения по нормам бокового зазора.

В части 3 таблицы параметров должны быть приведены:

- делительный диаметр;
- межосевой угол передачи;
- межосевое расстояние;
- число витков сопряженного червяка;
- обозначение чертежа червяка.

Обозначения данных в таблице - по ГОСТ 2.406-76.

Неиспользованные строки в таблице допускается исключать или прочеркивать.

4.1.3.2 ЦИЛИНДРИЧЕСКОЕ КОЛЕСО

Правила выполнения чертежей зубчатых цилиндрических колес установлены ГОСТ 2.403-75.

На чертеже цилиндрического зубчатого колеса должны быть:

- изображены виды и разрезы цилиндрического колеса;
- нанесена необходимая текстовая часть;
- указаны габаритные и другие размеры, необходимые для изготовления колеса;
- условные обозначения баз;
- допуски формы и расположения поверхностей;
- параметры шероховатости;
- технические требования:
- требования к материалу, заготовке, термической обработке;
- указания о размерах - размеры для справок, радиусы закруглений и т.п.;
- неуказанные предельные отклонения размеров;
- параметры, характеризующие зубчатый венец:
 - 1) диаметр вершин зубьев;
 - 2) ширина зубчатого венца;
 - 3) размер фасок или радиусы кривизны линий притупления на кромках зубьев (*допускается помещать эти размеры в технических требованиях*);
 - 4) шероховатость боковых поверхностей зубьев.

Таблица параметров должна состоять из трех частей:

Часть 1 содержит основные параметры для нарезания зубьев.

Часть 2 содержит данные для контроля зубчатого венца (*при учебном проектировании не разрабатывается*).

Часть 3 содержит справочные данные.

В части 1 таблицы параметров должны быть указаны:

- модуль;
- число зубьев колеса;
- угол наклона зуба;
- направление линии зуба с надписью «Левое», «Правое» или «Шевронное»;
- исходный контур (*стандартный - со ссылкой на соответствующий стандарт, нестандартный - угол профиля*),

- коэффициент высоты головки;
- коэффициент радиального зазора и коэффициент радиуса кривизны переходной кривой);
- коэффициент смещения;
- степень точности и вид сопряжения по нормам бокового зазора.

В части 3 таблицы должны быть приведены:

- делительный диаметр;
- обозначение чертежа сопряженной шестерни.

Обозначения данных в таблице - по ГОСТ 2.403-75.

Неиспользованные строки в таблице допускается исключать или прочеркивать.

4.1.3.3 КОНИЧЕСКОЕ КОЛЕСО

Правила выполнения чертежей зубчатых конических колес установлены ГОСТ 2.405-75.

На чертеже конического зубчатого колеса должны быть:

- изображены виды и разрезы конического колеса,
- нанесена необходимая текстовая часть;
- указаны габаритные и другие размеры, необходимые для изготовления и контроля параметров колеса;
- условные обозначения баз;
- допуски формы и расположения поверхностей;
- параметры шероховатости;
- технические требования:
- требования к материалу, заготовке, термической обработке;
- указания о размерах - размеры для справок, радиусы закруглений и т.п.;
- неуказанные предельные отклонения размеров;
- параметры, характеризующие зубчатый венец:
 - 1) внешний диаметр вершин зубьев;
 - 2) расстояние от базовой плоскости до плоскости внешней окружности вершин зубьев;
 - 3) угол конуса вершин зубьев;
 - 4) угол дополнительного конуса или его дополнительный угол;
 - 5) ширина зубчатого венца по образующей делительного конуса;
 - 6) размер фасок или радиусы кривизны линий притупления на кромках зубьев (*допускается помещать эти размеры в технических требованиях*);
 - 7) расстояние от базовой плоскости до вершины делительного конуса (базовое расстояние);

8) шероховатость боковых поверхностей зубьев.

Таблица параметров должна состоять из трех частей.

Часть 1 содержит основные параметры для нарезания зубьев.

Часть 2 содержит данные для контроля зубчатого венца (*при учебном проектировании не разрабатывается*).

Часть 3 содержит справочные данные.

В части 1 таблицы параметров должны быть указаны:

- внешний окружной модуль;
- число зубьев колеса;
- тип зуба с надписью «Прямой», «Тангенциальный» или «Круговой»;
- исходный контур (стандартный - со ссылкой на соответствующий стандарт, нестандартный - угол профиля, коэффициент высоты головки, коэффициент радиального зазора и коэффициент радиуса кривизны переходной кривой);

- коэффициент смещения;
- коэффициент изменения толщины зуба;
- угол делительного конуса;
- степень точности и вид сопряжения по нормам бокового зазора.

В части 3 таблицы должны быть приведены:

- средний делительный диаметр;
- межосевой угол передачи;
- среднее конусное расстояние;
- внешнее конусное расстояние;
- угол конуса впадин;
- внешняя высота зуба;
- обозначение чертежа сопряженной шестерни.

Обозначения данных в таблице - по ГОСТ 2.405-75.

Неиспользованные строки в таблице допускается исключать или прочеркивать.

4.1.3.4 ВЫХОДНОЙ ВАЛ РЕДУКТОРА

На чертеже должен быть изображен вал с указанием основных конструктивных элементов, форма и размеры которых регламентированы соответствующими стандартами (ГОСТ 12080-66 - концы валов цилиндрические, ГОСТ 12081-72 - концы валов конические, ГОСТ 10549-80 - канавки для выхода резбонарезного инструмента, ГОСТ 8820-69 - технологические канавки для выхода шлифовального круга, ГОСТ 10948-64 - фаски и скругления, ГОСТ 14034-74 - центровые отверстия, ГОСТ 24266-80 - параметры концов валов редукторов, ГОСТ 23360-78 - шпонки призматические, ГОСТ 2.309-73 - шероховатость поверхности, ГОСТ 2.308-79, ГОСТ 24642-81- допуски формы и расположения поверхностей, ГОСТ 25346-82, ГОСТ 25347--82 - допуски и посадки).

На чертеже вала должны быть приведены:

- все необходимые виды и сечения;
- все необходимые размеры;
- условные обозначения баз;
- допуски формы и расположения;
- параметры шероховатости;
- технические требования:
- требования к материалу, заготовке, термической обработке;
- указания о размерах - размеры для справок, радиусы закруглений и т.п.;
- неуказанные предельные отклонения размеров.

Рабочие чертежи должны быть выполнены карандашом на чертежной бумаге. Возможно выполнение чертежей на персональном компьютере (при использовании программ AutoCAD) с распечаткой результатов на принтере или на плоттере.

Техническое задание на проектирование, все расчеты и обоснования технических решений при проектировании привода и редуктора, список использованной технической литературы приводятся в пояснительной записке.

4.2 РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА

Выполнение проекта рекомендуется проводить в порядке, приведённом в нижеприведенной таблице.

Результаты решения каждой расчетной (или расчетно-графической) задачи целесообразно приводить в табличном виде. Все расчеты выполнять в единицах СИ.

Оформление текстовой части проекта производить в соответствии с требованиями существующих стандартов на оформление текстовых документов.

Графические работы выполнять в соответствии с требованиями ЕСКД.

Этапы выполнения проекта	%	Баллы	
		<i>min</i>	<i>max</i>
4.2.1. Ознакомление с заданием. Изучение кинематической схемы привода.	2	10,5	20
4.2.2. Определение требуемой мощности асинхронного электродвигателя и частоты вращения его ротора. Подбор электродвигателя по каталогу	2	10,5	20
4.2.3. Определение значения общего передаточного числа привода и его разбивка по ступеням	2	10,5	20
4.2.4. Определение мощностей, частот вращения, угловых скоростей и крутящих моментов на отдельных элементах привода	2	10,5	20
4.2.5. Выбор материалов колес передачи редуктора (закрытой передачи) или материалов червяка и венца червячного колеса (для червячных редукторов) и определение их механических характеристик	2	10,5	20
4.2.6. Определение размеров элементов закрытой зубчатой (или червячной) передачи на основании расчета на усталостную контактную прочность	2	10,5	20
4.2.7. Эскизная проработка конструкций элементов закрытой зубчатой (или червячной) передачи с необходимым округлением значений размеров до стандартных или рекомендуемых	2	10,5	20
4.2.8. Проверка прочности зубьев колес закрытой зубчатой передачи (или зубьев колеса червячной передачи) по контактным напряжениям и (при необходимости) корректировка размеров передачи	2	10,5	20
4.2.9. Определение составляющих силы в зацеплении закрытой зубчатой (или червячной) передачи	2	10,5	20
4.2.10. Проверка прочности зубьев колес закрытой зубчатой передачи (или колеса червячной передачи) по изгибным усталостным напряжениям и (при необходимости) корректировка размеров передачи	2	10,5	20
4.2.11. Расчет клиноременной передачи (если она есть в заданной схеме привода). Эскизная проработка конструкций элементов клиноременной передачи. Расчет цепной передачи (если она есть в заданной схеме привода). Эскизная проработка конструкций элементов цепной передачи Расчет открытой зубчатой передачи (если она есть в заданной схеме привода). Эскизная проработка элементов открытой зубчатой передачи	5	26	50
4.2.12. Проектный расчет валов привода. Предварительный выбор схем подшипниковых узлов, подбор подшипников качения и соединительных муфт. Расчет шпоночных соединений.	2	10,5	20
4.2.13. Определение коэффициента полезного действия (КПД) червячной передачи и тепловой расчет (для червячных редукторов). Обоснование выбора способов смазки элементов привода и назначение смазочных материалов для элементов привода	2	10,5	20
4.2.14. Эскизная компоновка привода	5	26	50
4.2.15. Определение реакций в опорах привода	2	10,5	20
4.2.16. Проверка ранее назначенных подшипников качения привода по динамической грузоподъемности и по долговечности (в случае необходимости – корректировка типоразмеров подшипников)	2	10,5	20
4.2.17. Конструктивная компоновка привода	10	52,5	100
4.2.18. Проверочные расчеты валов редуктора. Построение эпюр изгибающих и крутящих моментов. Определение коэффициентов безопасности (коэффициентов запаса прочности) для возможных опасных поперечных сечений входного и выходного валов редуктора	3	16	30
4.2.19. Нанесение размеров, номеров позиций. Назначение необходимых допусков и посадок.	3	16	30
4.2.20. Окончательное оформление чертежей общего вида редуктора. Выполнение текстовой части чертежей общего вида редуктора	10	52,5	100
4.2.21. Выполнение рабочих чертежей выходного вала редуктора и выходного колеса редуктора	11	58	110
4.2.22. Оформление текстовой документации проекта (пояснительной записки и спецификаций)	10	52	100
4.2.23. Защита проекта	15	80	150
ИТОГО	100	526	1000

5 ЛИТЕРАТУРА

1. Литература основная

- 1.1. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 1-3. - М.: Машиностроение, 1992.
- 1.2. Гурин В.В., Замятин В.М., Попов А.М. Механика: учеб. для вузов / Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 580 с.
- 1.3. Гурин В.В., Замятин В.М. Расчет и конструирование узлов и деталей машин. Учебное пособие. – Томск: изд. ТПУ, 2005 – 280 с.
- 1.4. Гурин В.В., Замятин В.М. Расчет и конструирование узлов и деталей машин. Справочное пособие. – Томск: изд. ТПУ, 2005 – 246 с.
- 1.5. Гурин В.В., Замятин В.М., Попов А.М. Детали машин. Курсовое проектирование. В 2 ч.: Учеб. для вузов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 691 с.
- 1.6. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин. - М.: Высшая школа, 1984.
- 1.7. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин. - М.: Высшая школа, 1991.

2. Литература дополнительная

- 2.1. Бакуменко В.И. и др. Краткий справочник конструктора нестандартного оборудования. Т.1-2. - М.: Машиностроение, 1997.
- 2.2. Гурин В.В. Проектирование приводов машин. - Томск: изд. ТПУ, 1994.
- 2.3. Гурин В.В., Морозов Г.М., Мурин А.В. Проектирование приводов машин: Индивидуальные технические задания на курсовой проект и методические указания по его выполнению. - Томск: Изд. ТПУ, 1998.
- 2.4. Гурин В.В., Морозов Г.М. Проектирование приводов машин. Учебное пособие. - Томск: изд. ТПУ, 1999.
- 2.5. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин. - М.: Высш. шк., 1978. - 352 с.
- 2.6. Дунаев П.Ф., Леликов П.А. Детали машин. Курсовое проектирование. - М.: Высш. шк., 1984. – 336 с.
- 2.7. Машнев М.М. и др. Теория механизмов и машин и детали машин. - Л.: Машиностроение, 1980. - 512 с.
- 2.9. Орлов П.И. Основы конструирования. Т.1-2. - М.: Машиностроение, 1988. - 560 с.
- 2.8. Тарабасов Н.Д., Учайев П.Г. Проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций. - Л.: Машиностроение, 1983. - 240 с.
- 2.9. Чернавский С.А. и др. Проектирование механических передач. - М.: Машиностроение, 1984. - 558 с.
- 2.10. Чернилевский Д.В. Курсовое проектирование деталей машин и механизмов. - М.: Высш. шк., 1980. - 240 с.