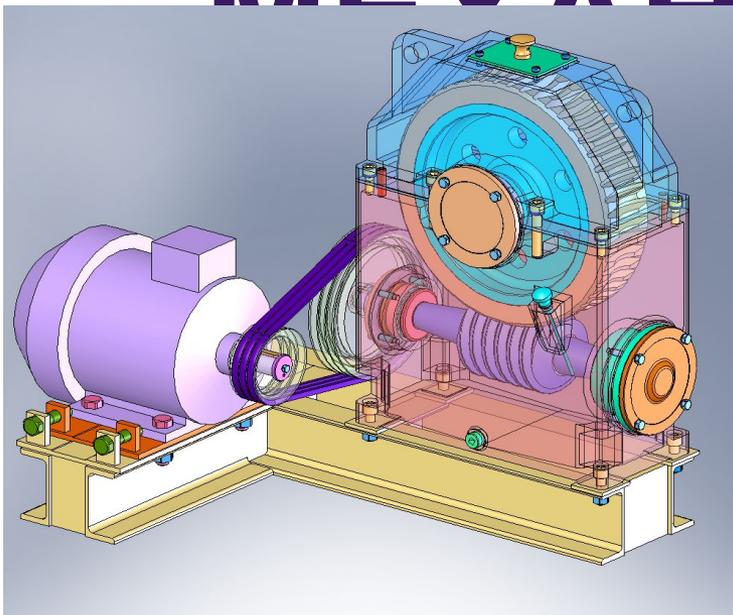
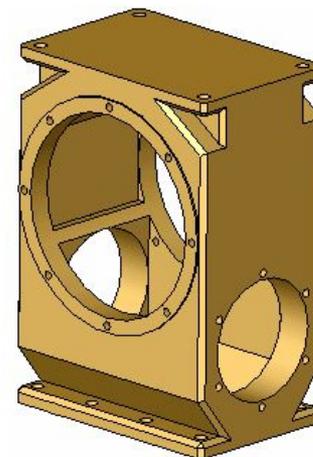


# ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА



Тышкевич Владимир Николаевич,  
к.т.н., доцент, заведующий кафедрой  
«Механика» ВПИ (филиал) ВолгГТУ



Лекция 1

Дисциплина «Прикладная механика».

Основные понятия и определения.

# **Цель преподавания дисциплины**

**Дисциплина “Прикладная механика” (ПМ) входит в цикл дисциплин по общетехнической и общеинженерной подготовке специалистов, формирующих знания инженеров по конструированию, расчету, изготовлению и эксплуатации машин.**

**Цель дисциплины – изучение основ создания машин, свойств их элементов, принципов расчета и проектирования.**

**Вместе с курсовым проектом данная дисциплина должна обеспечивать приобретение студентами теоретических знаний и первоначальных навыков конструирования машин.**

**В курсе также кратко рассматриваются основы современных технологий проектирования и конструирования, предполагающих использование САПР.**

## **Задачи:**

**формирование знаний студентов по основам расчета на прочность и жесткость деталей машин общего назначения, принципов выбора материалов, правил конструирования деталей и узлов с учетом технологии изготовления и эксплуатации машин, разработке и оформлению конструкторской документации.**

# **В результате обучения студент должен**

## **ЗНАТЬ:**

- основы структурного, кинематического и силового синтеза приводов;**
- основные критерии работоспособности деталей машин и виды их отказов;**
- основы теории и расчета деталей и узлов машин;**
- принципы работы, области применения, технические характеристики, конструктивные особенности типовых механизмов, узлов и деталей и их взаимодействие в машине;**
- системы и методы проектирования типовых деталей и узлов машин с применением САПР, технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям;**
- основные типовые приемы обеспечения технологичности конструкций и применяемые материалы;**
- основы автоматизации технических расчетов и конструирования деталей и узлов машин с использованием ЭВМ, включая выполнение рабочей документации в среде конструкторских САПР;**
- способы обеспечения или повышения качества изготовления деталей и сборки узлов и машин;**
- о принципах стандартизации и сертификации.**

# **В результате обучения студент должен** **владеть:**

- рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации;**
- методами расчета и конструирования работоспособных деталей с учетом необходимых материалов и наиболее подходящих способов получения заготовок и механизмов по заданным входным или выходным характеристикам;**
- методами определения оптимальных параметров деталей и механизмов по его кинематическим и силовым характеристикам с учетом определяющих критериев работоспособности;**
- методами работы на ЭВМ при подготовке графической и текстовой документации;**
- методами оформления графической и текстовой конструкторской документации в полном соответствии с требованиями ЕСКД, ЕСПД и других стандартов;**
- искусством самостоятельного принятия решений и отстаивания своей точки зрения с учетом требований технологичности, ремонтпригодности, унификации машин, охраны труда, экологии, стандартизации, промышленной эстетики и экономичности.**

# Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего зачетных единиц (часов) Семестр 5
Общая трудоемкость дисциплины	
Аудиторные занятия:	64
Лекции	16
Лабораторные работы (ЛР)	16
Курсовое проектирование (Кпр)	16
Практика	16
Промежуточный контроль	экзамен

# МЕТОДИКА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

Виды работ	Распределение баллов в семестре на «тройку»
<p><b>Текущий контроль</b>            1) Тестирование (5 тестов)            60-80% – 1 балл            81-100% – 2 балла            2) Выполнения самостоятельной работы и домашних заданий</p>	<p>5(10)            0(20)</p>
<p><b>Промежуточный контроль</b>            Контрольная работа (3 работы)</p>	<p>15(15)</p>
<p><b>Лабораторные работы (5 работ)</b>            1балл (выполнение)+3 балл (отчет на «удовлетворительно»)            1балл (выполнение)+2 балла (отчет на «хорошо» и «отлично»)</p>	<p>20(15)</p>
<p><b>Итого до зачета</b></p>	<p>40(60)</p>
<p><b>Итоговый контроль</b>            Экзамен</p>	<p>20-(40)</p>
<p><b>Итого</b></p>	<p>60-(100)</p>
<p><b>Курсовая работа (6 заданий)</b>            «Удовлетворительно» – 60-75 баллов            «Хорошо» – 76-89 баллов            «Отлично» – 90-100 баллов</p>	<p>60(100)</p>

## МЕТОДИКА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

Виды работ	Распределение баллов в семестре	
	минимум	максимум
Текущий контроль		
1. Пояснительная записка		
Кинематический расчет привода. Выбор электродвигателя.	6	10
Расчет цилиндрической передачи.	6	10
Конструирование валов. Подбор и проверка подшипников.	7	10
2. Графическая часть		
Сборочный чертеж редуктора.	7	10
Рабочие чертежи деталей (колесо зубчатое, вал, крышка подшипника, шкив, звездочка).	7	10
Монтажный чертеж привода.	7	10
Итого до защиты курсового проекта	40	60
Итоговый контроль		
Защита курсового проекта	20	40
Итого	60	100

## **Общие требования к курсовому проекту**

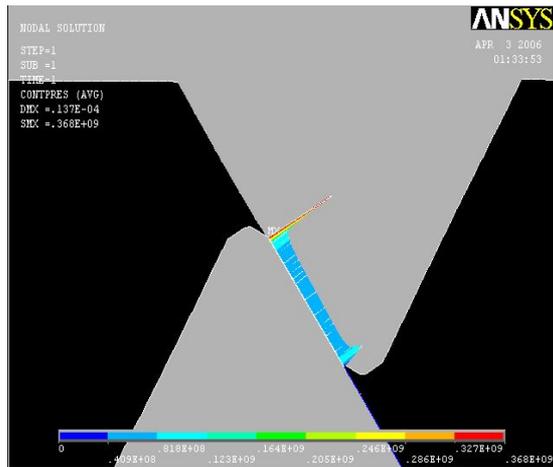
**Объем графической части КП составляет один лист формата А1: сборочный чертеж редуктора со спецификацией; чертежи деталей редуктора на А3 (зубчатые, червячные колеса, валы, валы-шестерни, звездочки, шкивы, крышки, стаканы).**

**Объем расчетно-пояснительной записки 35 – 50 стр.**

**Защита студентом готового курсового проекта (подписанного преподавателем к защите) осуществляется на комиссии по распоряжению заведующего кафедрой.**

# Рекомендуемое программное обеспечение

1. Пакет прикладных программ ...*Microsoft Office*.
2. Программный продукт .....*КОМПАС*.
3. Программный продукт ...*SolidWorks Professional*.
4. Программный продукт .....*Autodesk Inventor*.
5. Программный продукт .....*APM WinMachine*.
6. САПР механических передач ..*CADTRANS*.
7. Программный продукт .....*САПР ЭМП*.



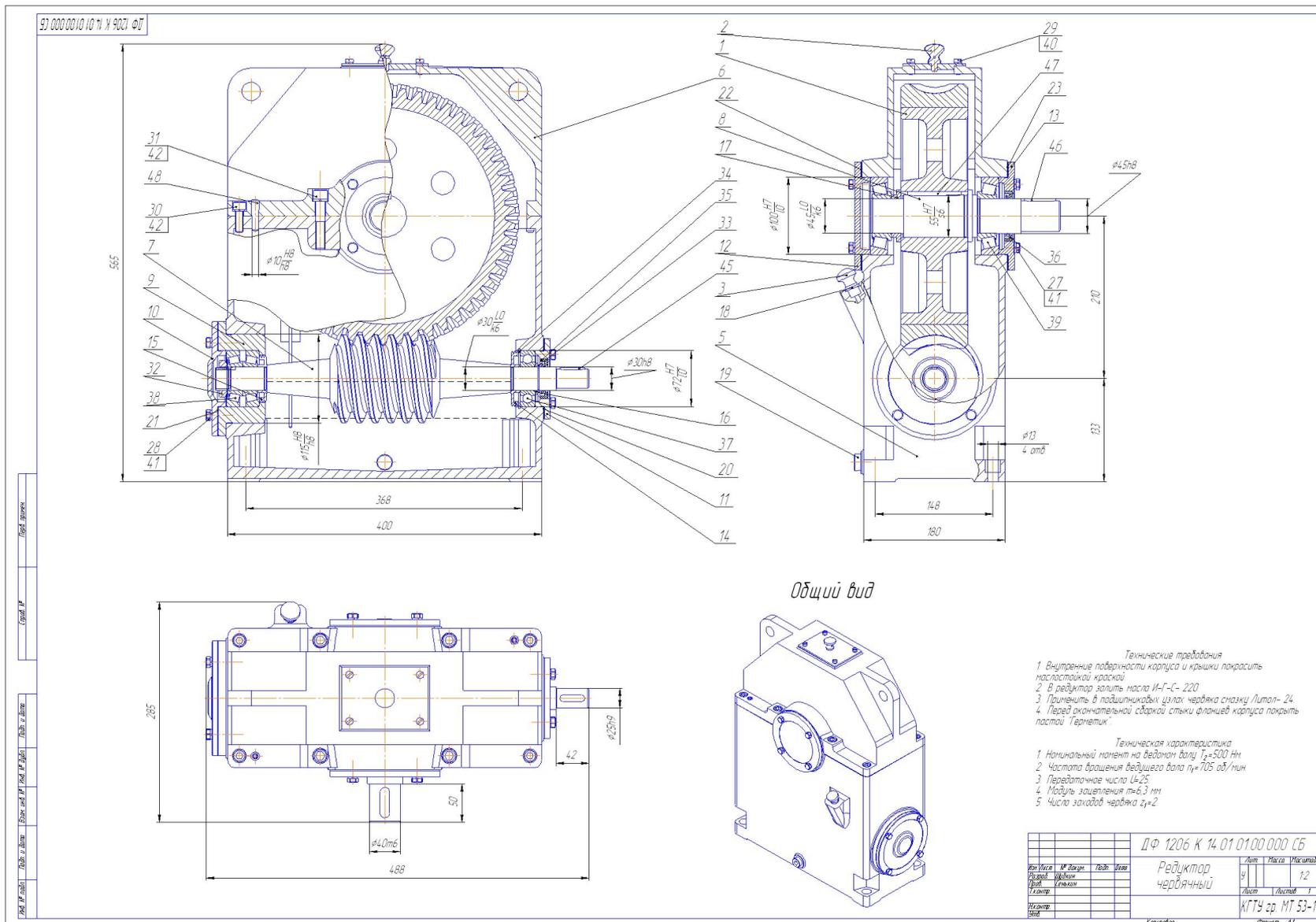
# Основной библиографический список

1. Прикладная механика: учебное пособие / Б. В. Глухов, Д. С. Воронцов : М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. -188 с.
2. Никитин Д. В. , Родионов Ю. В. , Иванова И. В. Детали машин и основы конструирования: учебное пособие, Ч. 1. Механические передачи: Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 113 с.

# Дополнительный библиографический список

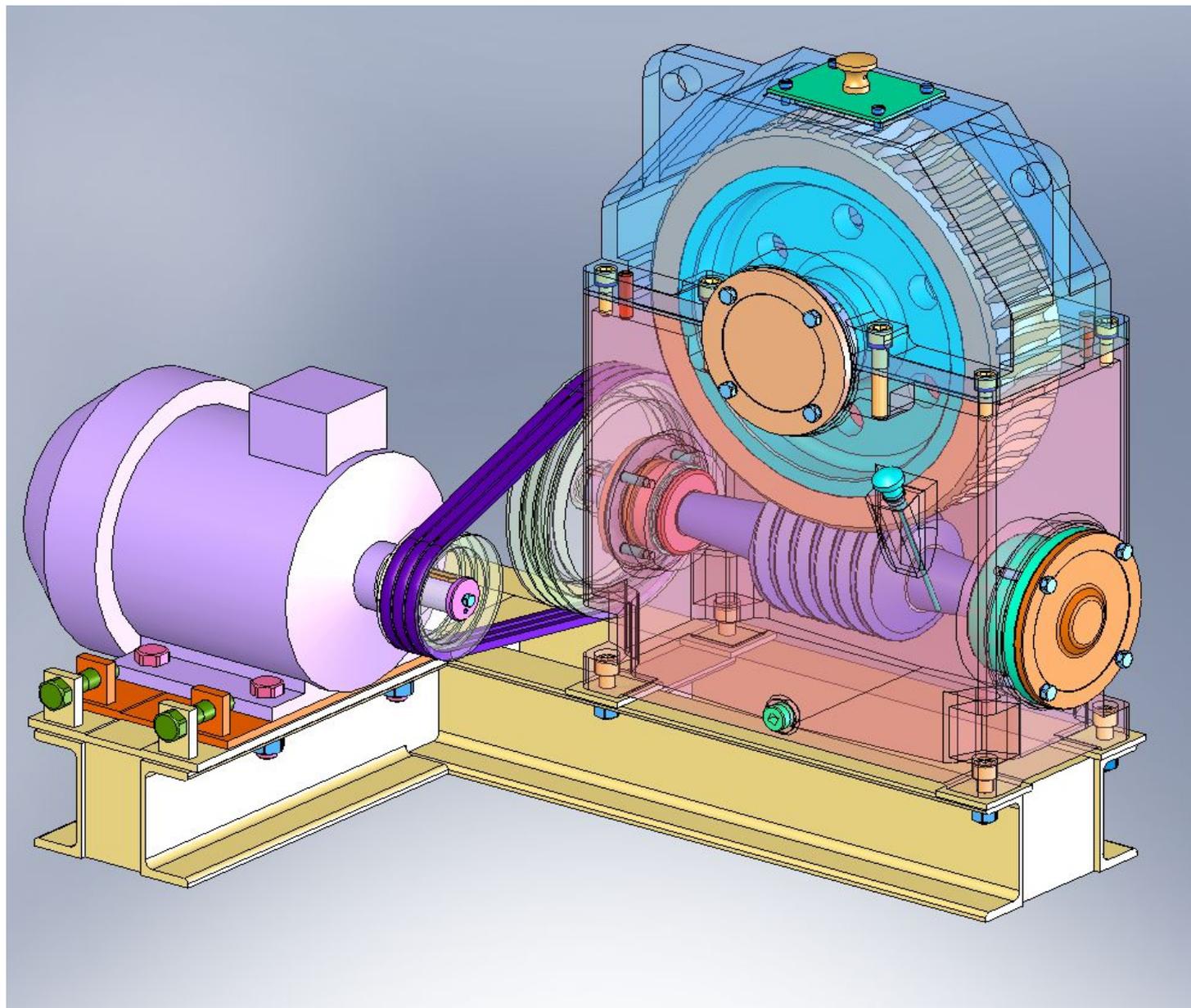
1. Решетов, Д. Н. Детали машин / Д. Н. Решетов. – М. : Машиностроение, 1989. – 600 с.
2. Леликов, О. П. Конструирование узлов и деталей машин / О. П. Леликов; – М. : Высшая школа, 2004. – 447 с.
3. Леликов, О. П. Основы расчета и проектирования деталей и узлов машин: Конспект лекций по курсу «Детали машин» / О. П. Леликов. – М. : Высшая школа, 2002. – 315 с.
4. Механические системы специальных устройств: учебник в 3-х томах / Н. И. Галибей, Н. В. Василенко, И. П. Бернацкий и др.; ред. Н. И. Галибей; – М. : Высшая школа, 2005.
5. Механика современных специальных систем: монография в 3-х томах / Н. И. Галибей, Н. В. Василенко, С. П. Ереско и др. ; ред. Н. И. Галибей. – Красноярск : изд-во НИИСУВПТ, 2004. – 1822 с.
6. Проектирование механических передач / С. А. Чернавский, Г. А. Снесарев, Б. С. Козинцев и др.; ред. С. А. Чернавский.; – М. : Машиностроение, 1984.
7. Длоугий, В. В. Приводы машин / В. В. Длоугий. – М. : Машиностроение, 1996. – 400 с.
8. Иосилевич, Г. Б. Детали машин / Г. Б. Иосилевич. – М. : Машиностроение, 1988. – 368 с.
9. Кудрявцев, В. Н. Курсовое проектирование деталей машин / В. Н. Кудрявцев. – Л. : Машиностроение, 1983. – 400 с.
10. Поляков, В. С. Справочник по муфтам / В. С. Поляков, И. Д. Барбаш, О. А. Ряховский. – М. – Л. : – 1979. – 351 с.
11. Александров, М. П. Подъемно-транспортные машины / М. П. Александров. – М. : Высшая школа, 1979. – 558 с.
12. Чернавский, С. А. Курсовое проектирование деталей машин / С. А. Чернавский. – М. : Машиностроение, 2005. – 415 с.
13. Чернилевский, Д. В. Детали машин. Проектирование приводов технологического оборудования / Д. В. Чернилевский. – М. : Машиностроение, 2001. – 556 с.
14. Чернилевский, Д. В. Основы проектирования машин / Д. В. Чернилевский. – М. : УМиИЦ Учебная литература, 1998. – 472 с.
15. Шейнблит, А. Е. Курсовое проектирование деталей машин / А. Е. Шейнблит. – М. : Высшая школа, 1991. – 432 с.
16. Тимофеев, С. И. Детали машин / С. И. Тимофеев. – Ростов н/Дону : Феникс, 2005. – 416 с.
17. Усманов Р. А. Расчет и конструирование деталей машин: тексты лекций/ Усманов Р. А. - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. – 168 с.

# Сборочный чертеж редуктора

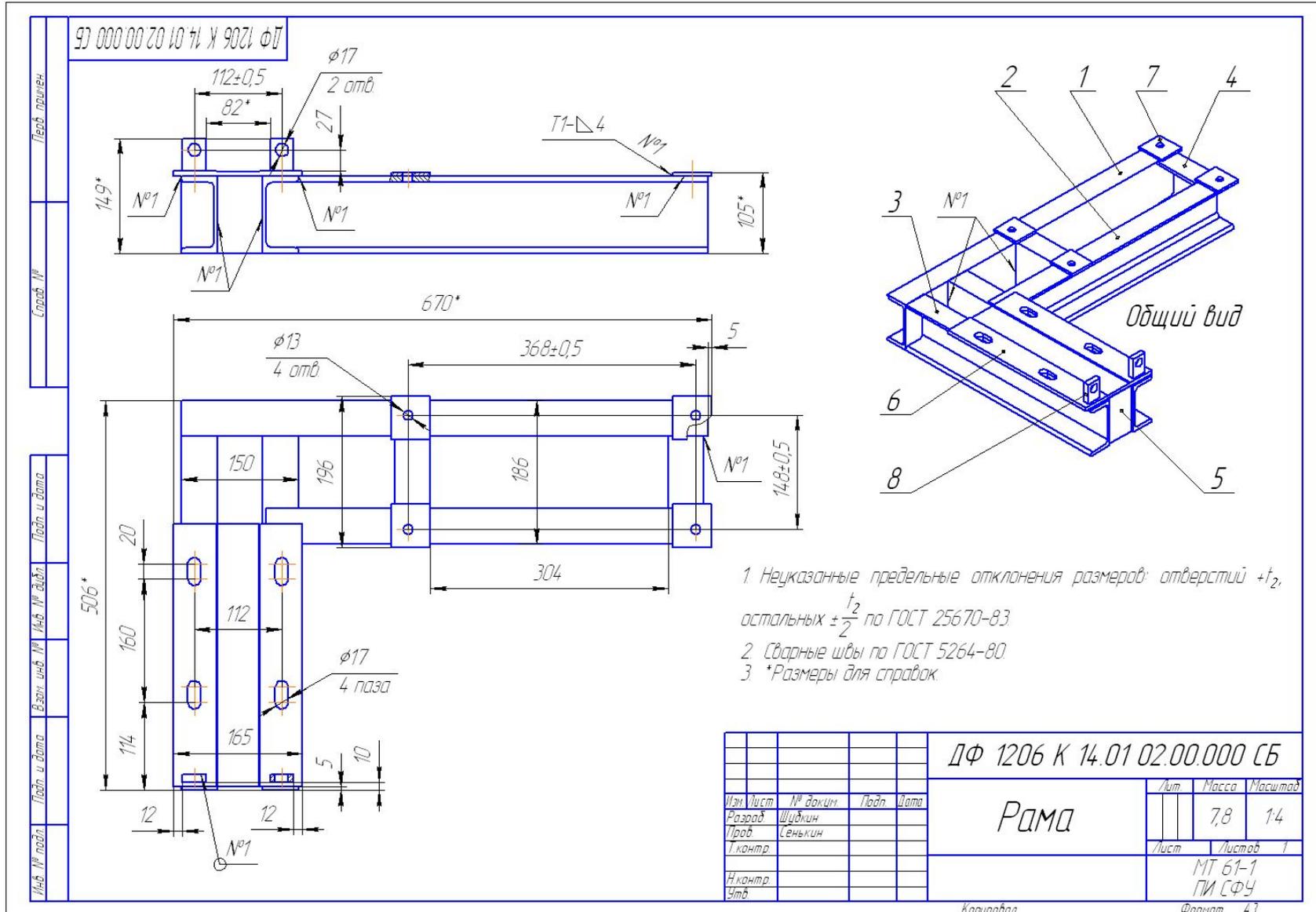




# Общий вид привода, выполненный в САД-системе



# Сборочный чертеж рамы

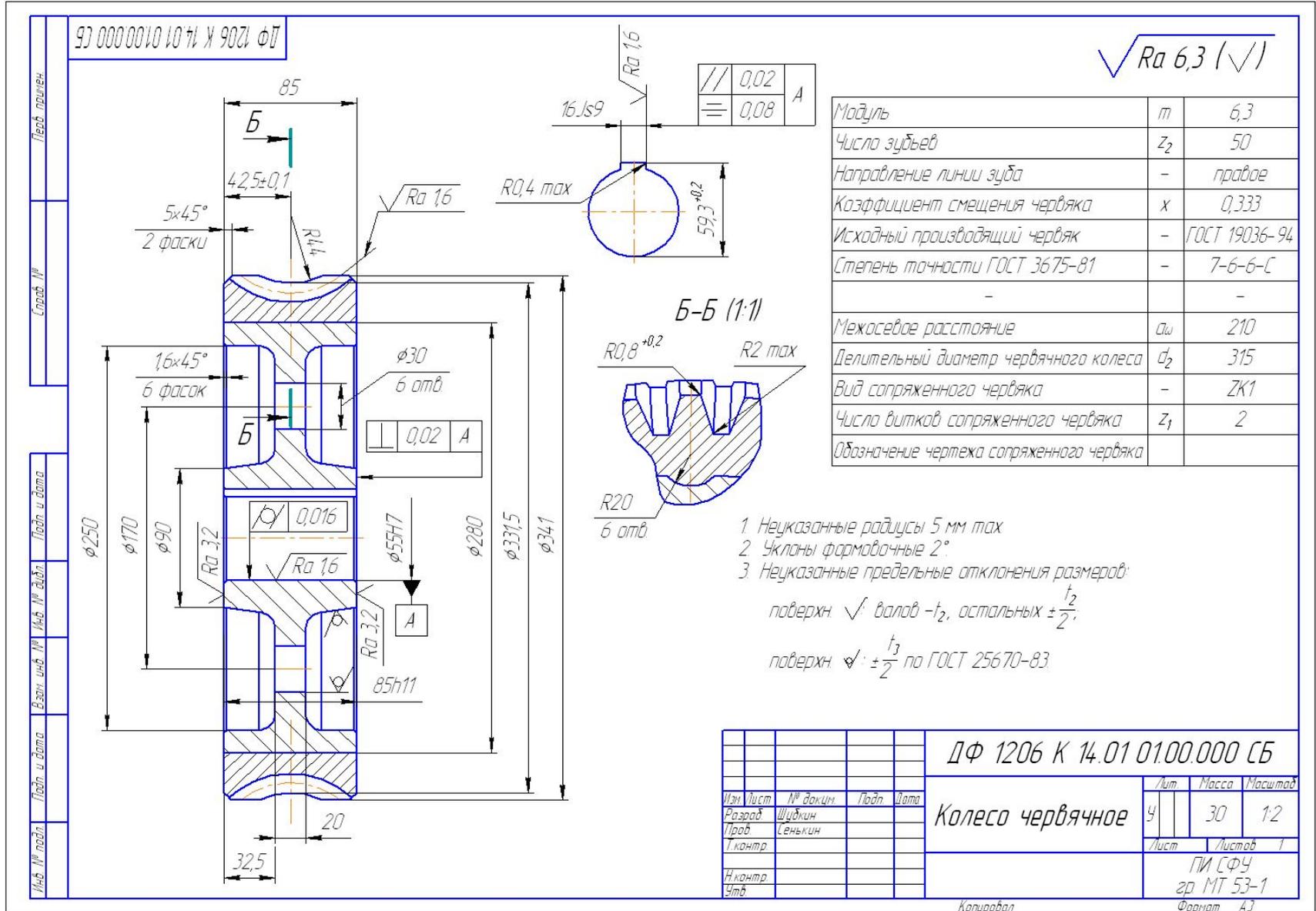


# Спецификация к сборочному чертежу привода

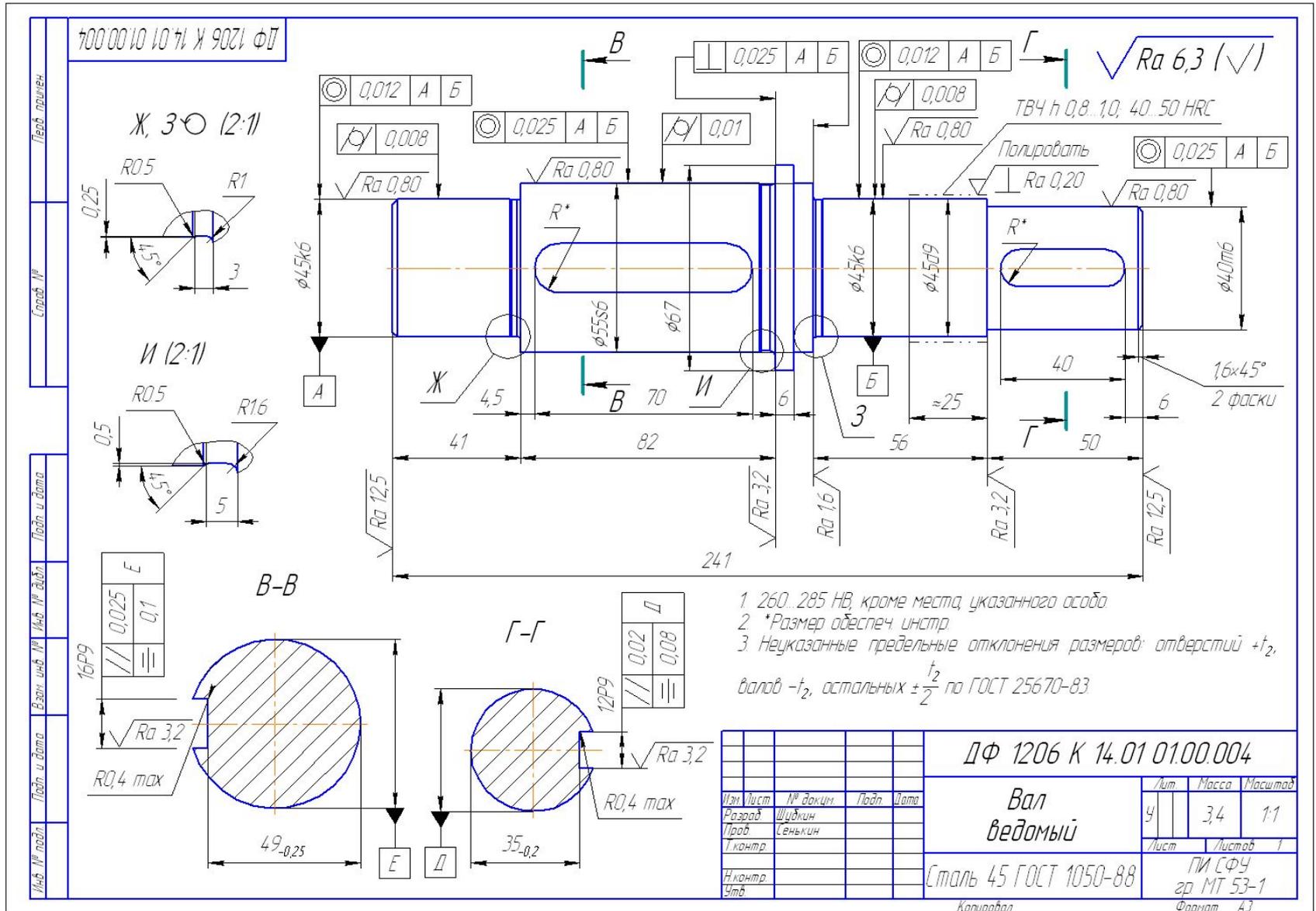
Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
А1			ДФ 1206 К 14.01.00.00.00.00 СБ	Сборочный чертеж		
<u>Сборочные единицы</u>						
А1	1	01.00.000		Редуктор	1	
	2	02.00.000		Рама	1	
	3	03.00.000		Плита	1	
<u>Детали</u>						
	6	00.00.001		Шкив ведущий	1	
	7	00.00.002		Шкив ведомый	1	
<u>Стандартные изделия</u>						
	10			Болт М6 х 18 ГОСТ 7798-70	2	
	11			Болт М16 х 55 ГОСТ 7798-70	4	
Изм. Лист			№ док.	Подп.	Дата	ДФ 1206 К 14.01.00.00.00.00 Привод ленточного транспортера ПИ СФУ гр. МТ 53-1
Разр. Шудкин						
Проб. Сенькин						
И.контр. Утб.						
Лит.			Лист	Листов		
9			1	2		
Формат			А4			

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		12		Болт М16 х 65 ГОСТ 7798-70	2	
		13		Винт М12 х 40 ГОСТ 11738-84	4	
		14		Винт М4 х 14 ГОСТ 1479-93	1	
		15		Гайка М12 ГОСТ 5915-70	4	
		16		Гайка М16 ГОСТ 5915-70	4	
		17		Двигатель асинхронный АИРС100S4 42 IM1081 ТЧ16-525564-84	1	
		18		Полумуфта 500-1- 40- 1- 42 ГОСТ 20884- 93	1	
		19		Ремень Z101- 1000 ГОСТ 1284.1- 89	3	
		20		Шайба 7019- 0623 ГОСТ 14734- 69	1	
		21		Шайба 7019- 0625 ГОСТ 14734- 69	1	
		22		Шайба 16 ГОСТ 11371-78	4	
		23		Шайба 6 Н ГОСТ 6402-70	2	
		24		Шайба 12 Н ГОСТ 6402-70	4	
		25		Штифт 24 х 16 ГОСТ 3128-70	2	
Изм. Лист			№ док.	Подп.	Дата	ДФ 1206 К 14.01.00.00.00.00 Лист 2
Разр. Шудкин						
Проб. Сенькин						
И.контр. Утб.						
Лит.			Лист	Листов		
9			1	2		
Формат			А4			

# Сборочный чертеж колеса



# Рабочий чертеж вала





# Основные понятия и определения

**МАШИНА** – (греч. "машина" – огромная, грозная) – система деталей, совершающая механическое движение для преобразования энергии, материалов или информации с целью облегчения труда.

Машина характерна наличием источника энергии и требует присутствия оператора для своего управления.

Экономист К. Маркс заметил, что всякая машина состоит из двигательного, передаточного и исполнительного механизмов.

В зависимости от выполняемых функций различают:

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ** машины - преобразующие тот или иной вид энергии в механическую работу (**машины-двигатели**: двигатели внутреннего сгорания, турбины, электродвигатели и др.)



или наоборот (**машины-преобразователи**: компрессоры, генераторы и др.).



***ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ (РАБОЧИЕ)*** машины (*машины-двигатели*) - использующие механическую энергию, получаемую от машины-двигателя, для выполнения технологического процесса, связанного с изменением свойств, состояния и формы обрабатываемого объекта , а так же для выполнения транспортных операций (металлообрабатывающие станки, сельскохозяйственные машины, автомобили, конвейеры, краны и др.)



**ИНФОРМАЦИОННЫЕ** (контрольно-управляющие) машины – преобразуют вводимую информацию для контроля, регулирования и управления технологическими процессами (ЭВМ и устройства и др.).

По способу управления различают машины:

- ручного управления;**
- полуавтоматического;**
- автоматического.**

**МЕХАНИЗМ** – система деталей (звеньев), предназначенная для передачи и преобразования движения.

По функциям различают механизмы:

- передаточные;
- исполнительные;
- управления, контроля и регулирования;
- подачи, транспортировки и сортировки.

**По структурно-конструктивным признакам различают:**

- шарнирные** (рычажные) механизмы;
- кулачковые;**
- зубчатые;**
- клиновые;**
- винтовые;**
- фрикционные;**
- с гибкими звеньями;**
- с гидравлическими, пневматическими, электрическими устройствами;**
- и др.**

Машины и механизмы состоят из деталей.

**ДЕТАЛЬ** – (франц. *detail* – кусочек) – такая часть машины, которую изготавливают без сборочных операций;

-изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций (ГОСТ 2.101-68).

**СБОРОЧНАЯ ЕДИНИЦА** – изделие, составные части которого подлежат соединению на предприятии-изготовителе посредством сборочных операций (ГОСТ 2.101-68).

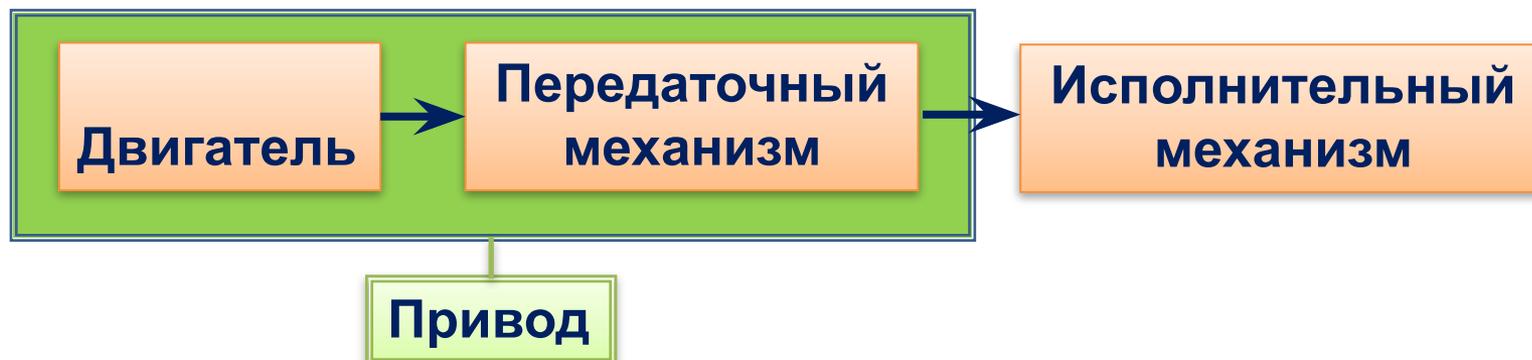
**УЗЕЛ** – законченная сборочная единица, состоящая из деталей общего функционального назначения  
(подшипник качения, муфта, редуктор и т.п.).

**АГРЕГАТ** – (лат. *aggrego* – присоединять) унифицированный функциональный узел, обладающий полной взаимозаменяемостью.

**АППАРАТ** – (лат. *apparatus* – часть) прибор, техническое устройство, приспособление, обычно некая автономно-функциональная часть более сложной системы.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

## Структурная схема машины



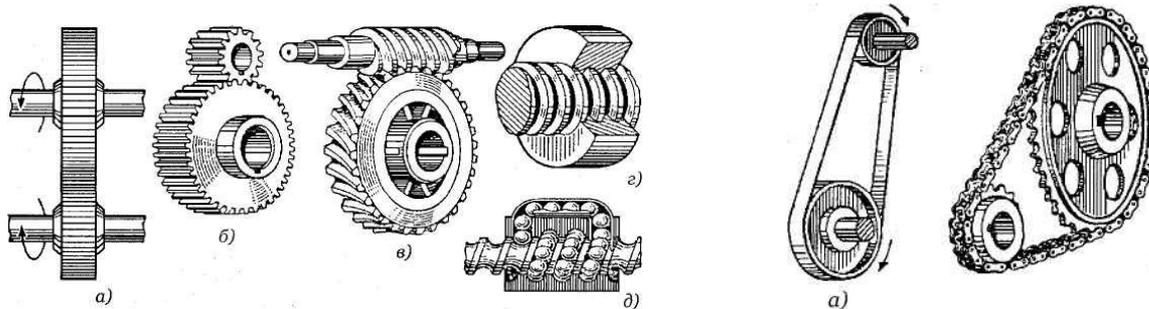
- **ПЕРЕДАЧИ** передают движение от источника к потребителю.
- **ВАЛЫ и ОСИ** несут на себе вращающиеся детали передач.
- **ОПОРЫ** служат для установки валов и осей.
- **МУФТЫ** соединяют между собой валы и передают вращающий момент.
- **СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ (СОЕДИНЕНИЯ)** соединяют детали между собой.
- **УПРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ** смягчают вибрацию и удары, накапливают энергию, обеспечивают постоянное сжатие деталей.
- **КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ** организуют внутри себя пространство для размещения всех остальных деталей, обеспечивают их защиту.

Детали и узлы **общего назначения** применяются почти во всех машинах и изучаются в прикладной механике:

детали соединений (болт, шпильки и др. );



механические передачи (зубчатые, червячные, винт-гайка , цепные, ременные и др.);



детали и узлы передач (валы , подшипники, муфты и др.).



### **Детали специального назначения**

(поршни, лопатки турбин, гребные винты и т. п.) изучаются в специальных курсах.

# Требования к машинам при проектировании

1. Высокая производительность
2. Надёжность и долговечность
3. Удобство и безопасность эксплуатации и обслуживания
4. Быстрая окупаемость всех затрат
5. Снижение массы и габаритов
6. Транспортабельность
7. Соответствие эстетическим требованиям

## Основные требования к конструкции деталей машин

Совершенство конструкции детали оценивают по

**1. надёжности и**

**2. экономичности**



# Требования к машинам и их деталям

**НАДЕЖНОСТЬ** - свойство детали и машины выполнять свои функции, сохраняя в заданных пределах эксплуатационные показатели, в течение заданного срока или *наработки*.

Надежность закладывается на стадии проектирования, поддерживается на стадии изготовления и эксплуатации. Надежность детали и машины определяет:

**БЕЗОТКАЗНОСТЬ** – способность сохранять свои эксплуатационные показатели в течение заданной наработки без вынужденных перерывов.

**ДОЛГОВЕЧНОСТЬ** – способность сохранять заданные показатели до предельного состояния с необходимыми перерывами для ремонтов и технического обслуживания.

**РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ** – приспособленность изделия к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей посредством техобслуживания и ремонта.

**СОХРАНЯЕМОСТЬ** – способность сохранять требуемые эксплуатационные показатели после установленного срока хранения и транспортирования.



Основным показателем безотказности является вероятность безотказной работы детали

$$P = \frac{\Delta n}{n},$$

где  $\Delta n$  – число деталей, которые выдержали испытание;  $n$  – общее число испытываемых деталей.

При последовательном соединении деталей в машине вероятность безотказной работы машины определяется по формуле

$$P = P_1 P_2 P_3 \dots P_n = \prod_{i=1}^n P_i,$$

где  $P_1, P_2, P_3$  – безотказность работы 1-й, 2-й и т.д. деталей.

Из формулы можно сделать два вывода:

– вероятность безотказной работы машины всегда меньше вероятности безотказной работы самой малонадёжной детали, входящей в неё; таким образом, надо стремиться к повышению надёжности данной детали;

– в машинах должно быть минимальное число деталей.

В случае параллельного соединения деталей в машине и при условии равнонадёжности всех деталей вероятность её безотказной работы можно определить по формуле

$$P = 1 - (1 - P_i)^n .$$

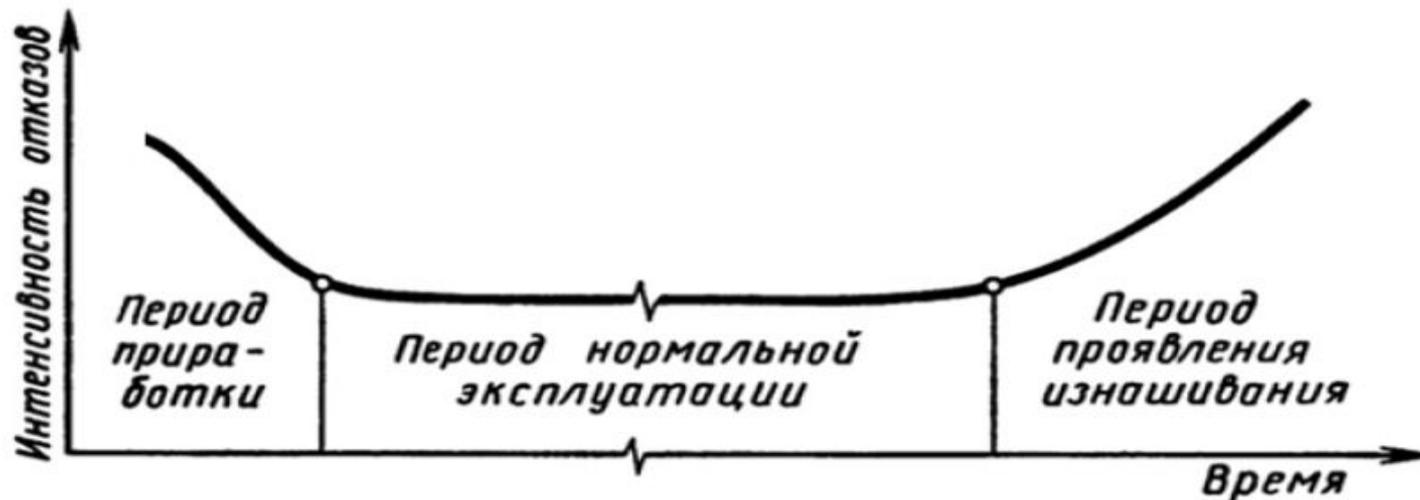
При параллельном соединении деталей в машине с их увеличением в машине вероятность безотказной работы увеличивается, но при этом увеличивается вес и сложность всей конструкции. Следует отметить, что в ряде случаев необходимо применять параллельные соединения (тормозная система автомобиля).

Условия безотказной работы машины в течение некоторого времени можно представить графической зависимостью (рис. 1.1).

Интенсивность отказов  $\lambda$  определяется по формуле

$$\lambda = \frac{\Delta n}{n\Delta t} ,$$

где  $\Delta t$  – продолжительность работы машины.



**Рис. 1.1. Изменение интенсивности отказов в зависимости от времени**

Анализируя график (рис. 1.1), можно сделать следующие выводы:

- изделие необходимо эксплуатировать после прохождения зоны приработки (обкатки), которая может осуществляться как на заводе изготовителе, так и непосредственно потребителем;
- ремонт машины необходимо проводить до наступления зоны интенсивного износа.

В зоне эксплуатации детали вероятность безотказной работы определяется формулой

$$P = e^{-\lambda t} .$$

Для повышения показателей надёжности необходимо:

- устранять недолговечные детали, которые имеют более низкий показатель надёжности;
- применять статически определимые системы, являющиеся более надёжными с точки зрения расчёта и проектирования;
- применять современные смазочные материалы, способствующие увеличению надёжности;
- устанавливать предохранительные устройства, обеспечивающие защиту машины от выхода из строя.
- применять стандартизованные и нормализованные детали, позволяющие увеличивать надёжность изделия.

**ЭКОНОМИЧНОСТЬ** машины определяется выбором материала, расчётов и стоимостью производства и эксплуатации.

**ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ** – изготовление изделия при минимальных затратах труда, времени и средств при полном соответствии своему назначению.

**Основные КРИТЕРИИ КАЧЕСТВА машин :**

**МОЩНОСТЬ** – скорость преобразования энергии;

**ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ** – объём работы (продукции, информации), выполняемой в единицу времени;

**КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ** – доля дошедшей до потребителя энергии (мощности);

**ГАБАРИТЫ** – предельные размеры;

**ЭНЕРГОЁМКОСТЬ** - расход топлива или электричества отнесённый к объёму работы (пройденному расстоянию, произведённой продукции);

**МАТЕРИАЛОЁМКОСТЬ** – количество конструкционного материала машины, обычно отнесённого к единице мощности;

**ТОЧНОСТЬ** – способность максимально соответствовать заданному положению (скорости и т.п.);

**ПЛАВНОСТЬ ХОДА** – минимальные ускорения при работе машины.

# Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин

**РАБОТОСПОСОБНОСТЬ** деталей и машин определяется как свойство выполнять свои функции с заданными показателями и характеризуется следующими критериями:

прочность, жёсткость, износостойкость, тепло- и холодо- стойкость, виброустойчивость, коррозионная стойкость.

**ПРОЧНОСТЬ** – способность детали работать в течении заданного срока без разрушения или появления остаточных деформаций.

Наиболее распространенным методом оценки прочности деталей машин является сравнение расчетных (рабочих) напряжений, возникающих в деталях машин под действием нагрузок, с допускаемыми.

**Условие прочности** выражают неравенством:

$$\sigma \leq [\sigma] \text{ или } \tau \leq [\tau],$$

где  $\sigma$ ,  $\tau$  — расчетные нормальное и касательное напряжения в опасном сечении детали;  $[\sigma]$ ,  $[\tau]$  — допускаемые напряжения.

Единицы измерения: Силы в Н ( ньютонах), напряжения в Па(паскалях).

$$1 \text{ Н} \approx 0,1 \text{ кг}, 1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$$

**ЖЁСТКОСТЬ** – способность детали работать в течении заданного срока без появления упругих деформаций.

Наряду с прочностью это один из важнейших критериев работоспособности машин. Иногда размеры деталей (таких, как длинные оси, валы и т. п.) окончательно определяются расчетом на жесткость.

При больших прогибах валов ухудшаются условия зацепления зубчатых колес, условия работы подшипников.

Жёсткость детали определяется расчётом по допускаемому значению перемещения (линейного и углового). Для случая изгиба

$$y \leq [y] \quad \text{и} \quad \theta \leq [\theta],$$

где  $y$  – прогиб;  $\theta$  – угол перекоса подшипников.

При кручении

$$\varphi \leq [\varphi],$$

где  $\varphi$  – угол закручивания.

При растяжении (сжатии)

$$\Delta l \leq [\Delta l],$$

где  $l$  – удлинение (укорочение).



**ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ** – способность детали работать в течении заданного срока без появления недопустимых значений износа.

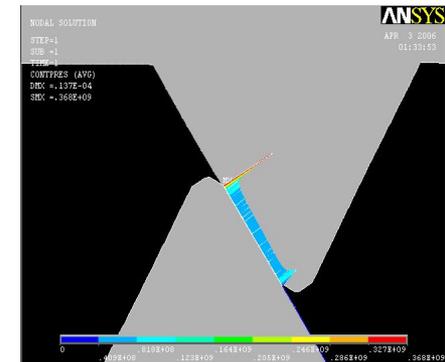
**ИЗНОС** – изменение размеров и формы детали в процессе эксплуатации.

Расчеты деталей на износ заключаются

- либо в определении условий, обеспечивающих их жидкостное трение;
- либо в определении достаточной долговечности путем назначения допускаемых давлений.

Изнашивание деталей можно уменьшить следующими конструктивными, технологическими и эксплуатационными мерами:

- создать при проектировании деталей условия, гарантирующие трение со смазочным материалом;
- выбрать соответствующие материалы для сопряженной пары;
- соблюдать технологические требования при изготовлении деталей;
- наносить на детали покрытия;
- соблюдать режимы смазывания и защиты трущихся поверхностей от абразивных частиц.



**ТЕПЛО-ХЛАДОСТОЙКОСТЬ** – способность детали работать в течении заданного срока при действии повышенных или пониженных температур.

Нагрев деталей машин может вызвать следующие вредные **последствия:**

- понижение защищающей способности масляных пленок, а следовательно, увеличение износа трущихся деталей;
- изменение зазоров в сопряженных деталях;
- в некоторых случаях понижение точности работы машины;
- для деталей, работающих в условиях многократного циклического изменения температуры, могут возникнуть и развиваться микротрещины,

Условие расчёта на теплостойкость

$$t \leq [t],$$

где  $t$  – температура машины, детали, смазывающей жидкости и т.п.;  
 $[t]$  – допускаемая температура нормальной работы.

**ВИБРОУСТОЙЧИВОСТЬ** – способность детали работать в течении заданного срока без возникновения недопустимых по величине амплитуд колебаний.

С увеличением скорости движения звеньев увеличивается вероятность появления резонансных колебаний. В условиях резонанса возможны неточности и даже отказы в работе машин и механизмов. Расчёты на виброустойчивость предполагают расчёт собственных и вынужденных частот колебаний и определение резонансной частоты. В этом случае условием нормальной работы машины или механизма является

$$n \leq 0,7n_{кр} ,$$

где  $n$  – число оборотов,  $\text{мин}^{-1}$  (вынужденная частота колебаний);  $n_{кр}$  – критическая частота вращения вала при которой наступает резонанс (собственная частота, которая зависит от упругих свойств вала),  $\text{мин}^{-1}$ .

**КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ** - способность детали работать в течении заданного срока в агрессивных средах.

Коррозия является причиной преждевременного разрушения многих конструкций. Коррозия наиболее опасна для поверхностей трения и деталей, работающих при переменных напряжениях.