

# Детали приборов и основы конструирования

*Иллюстративный материал к курсу лекций  
для студентов заочной формы обучения*

# Список рекомендуемой литературы

1. [Дунаев, П. Ф.](#) Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для техн. спец. вузов /П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов.-7-е изд.,испр. : учебник / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. - Изд.7-е,испр. - М. : Высшая школа, 2001. - 447 с.
2. [Балдин, В. А.](#), Детали машин и основы конструирования. Передатки: учеб. пособие для вузов /В.А. Балдин, В.В. Галевко : учебное пособие / В.А. Балдин. - М. : ИКЦ "Академкнига", 2006. - 332 с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя. В 3-х т. -М.: Машиностроение, 2001

# Термины и определения

**Конструирование** – творческий процесс формирования устройства и взаимного распределения частей чего-либо.

**Конструкция** – состав или устройство чего-либо.

**Проектирование** – творческий процесс создание какой-либо машины предназначенной для определенного использования с заданными технико-экономическими показателями.

**Проект** – совокупность документов необходимых для создания какого-либо изделия.

# Выписка из РУП

Семестр	Учебные занятия (часы)					СРС	Наличие курсовых проектов (КП), курсовых работ (КР), расчетных заданий (РЗ)	Форма промежуточной аттестации (зачёт, экзамен)
	Всего	Аудиторные занятия						
		всего аудиторных занятий	лекц.	лаборат. работы	практические занятия (семинары)			
4	72	36	18	-	18	36	-	ЗАЧЕТ

# Контроль текущей успеваемости

№ п/п	Контрольное испытание	Время проведения	Вес в итоговом рейтинге	Примечания
1	Коллоквиум 1	6 неделя	0,1	10 вопросов с открытым ответом
2	Контрольная работа 1	8 неделя	0,15	5 задач
3	Коллоквиум 2	16 неделя	0,1	10 вопросов с открытым ответом
4	Контрольная работа 2	14 неделя	0,15	3 задачи
Зачет (тест)		18 неделя	0,5	24 вопроса с закрытым ответом

# Рейтинговая оценка

Семестровый рейтинг:

$$R_{\text{сем}} = \frac{0,1 \cdot R_1 + 0,15 \cdot R_2 + 0,1 \cdot R_3 + 0,15 \cdot R_4}{0,5}$$

Можно повысить семестровый рейтинг: дополнительные бонусные баллы за выполнение домашних заданий (**в срок**), за активную работу на практических занятиях

Допуск к зачету:  **$R_{\text{сем}} \geq 30$**

Итоговый рейтинг:

$$R_{\text{итог}} = 0,5R_{\text{сем}} + 0,5R_{\text{зач}} \div$$

# Термины и определения

**Конструирование** – творческий процесс формирования устройства и взаимного распределения частей чего-либо.

**Конструкция** – состав или устройство чего-либо.

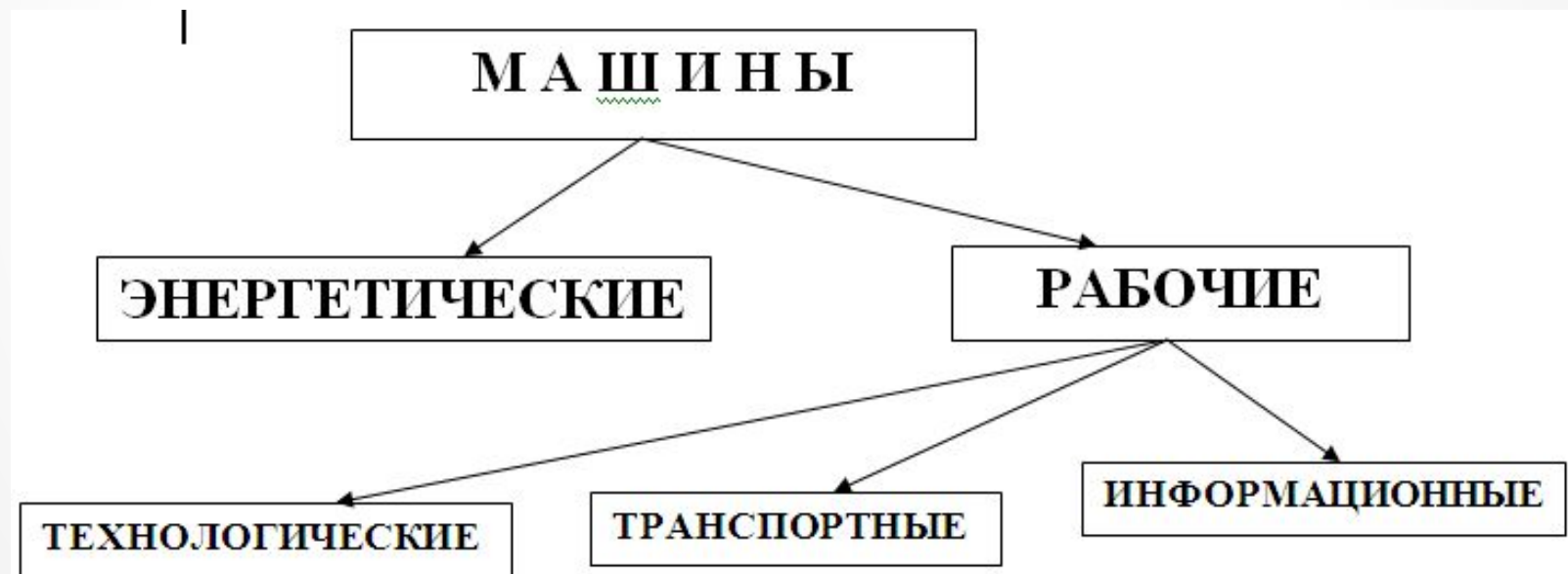
**Проектирование** – творческий процесс создание какой-либо машины предназначенной для определенного использования с заданными технико-экономическими показателями.

**Проект** – совокупность документов необходимых для создания какого-либо изделия.



# Термины и определения

*Машина* – устройство, выполняющее механические движения с целью преобразования энергии материалов или информации.





# Термины и определения

**Энергетические машины** – это машины, которые преобразуют любой вид энергии в механическую или наоборот.

## **Рабочие машины:**

**Технологические рабочие машины** – это рабочие машины, преобразующие форму, свойства или положение материалов.

**Транспортные рабочие машины** – это рабочие машины, которые изменяют положение материалов с целью перемещения в пространстве.

**Информационные рабочие машины** – это рабочие машины, выполняющие механическое движение с целью преобразования информации. (накапливают и преобразуют информацию для организации, контроля, управления технологическими процессами)

# Термины и определения

**Приборы** - механические устройства, осуществляющие функции: измерения, контроля, регулирования и управления.

По назначению приборы можно разделить на следующие группы:

1. Измерительные приборы, которые служат для прямого или косвенного сравнения измеряемой величины с единицей измерения. Например, гальванометры, термометры, манометры.
2. Контрольные приборы, при помощи которых определяется находится ли значение контролируемой величины в заданных пределах или нет. Например, приборы для контроля размеров, электрического сопротивления, веса.

# Термины и определения

3. Регулирующие приборы, посредством которых значение регулируемой величины автоматически поддерживается в заданных пределах обусловленных

ходом процесса.

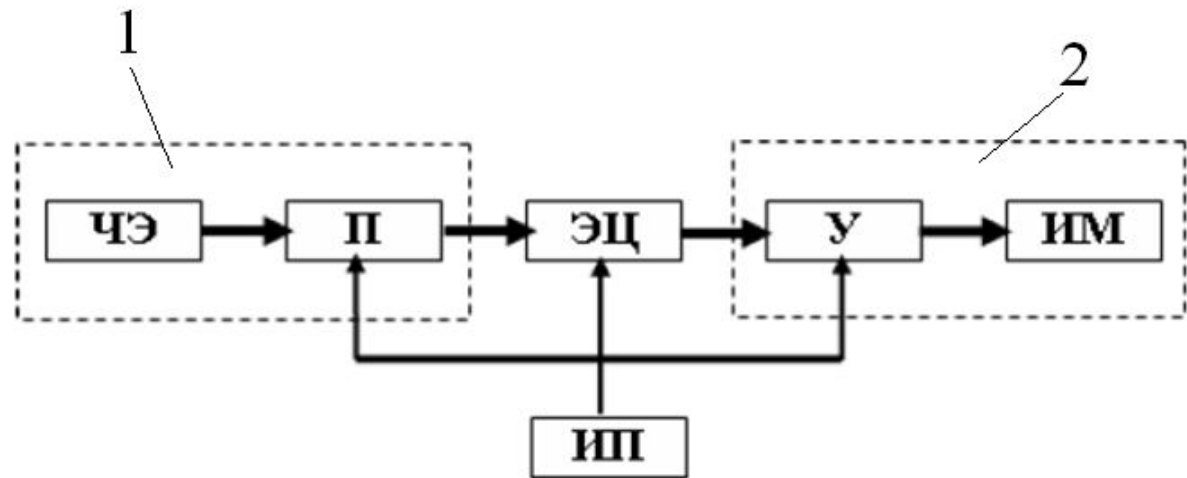
Например: регуляторы скорости, давления, температуры.

4. Управляющие приборы, которые по заранее заданной программе или в зависимости от условий хода процесса осуществляют изменение какой-либо

величины, характеризующей процесс.

5. Специальные приборы, применяющиеся при научных исследованиях и в установках специального назначения

# Структурная схема прибора



ЧЭ - чувствительный элемент; П – преобразователь; У – усилитель; ЭЦ – измерительная электрическая цепь; ИП – источник питания; ИМ - измерительный механизм с отсчетным или регистрирующим устройством.

1 - датчик; 2 - измеритель

# ПРИБОРЫ

*Принцип работы большинства приборов заключается в том, что реакция чувствительного элемента на изменение измеряемой величины выражается в механическом перемещении. Непосредственное измерение этих малых перемещений с высокой точностью невозможно без усилителя – передаточного механизма, увеличивающего эти перемещения, и передающего их на отсчетное устройство. Усилителем в механических приборах служит множительный зубчатый или шарнирно-рычажный механизм. Иногда передаточный механизм прибора используется для выравнивания шкалы прибора путем преобразования неравномерного перемещения чувствительного элемента в равномерное движение стрелки.*

Приборы и установки чаще всего состоят из *трех основных частей*.

*В установке - двигатель, передаточный механизм, исполнительный орган.*

*В приборе - датчик, передаточный механизм, отсчетное устройство.*

*Передаточный механизм* является составной частью любой установки и прибора.

Передаточные механизмы приборов и установок обладают общими для всех механизмов или определенных групп признаками, позволяющими разработать общие методы их исследования и проектирования. Применение общих методов возможно при четкой классификации всех существующих механизмов.



# Термины и определения

**Механизм** – система твердых тел предназначенная для преобразования заданного движения одного или нескольких тел в требуемое движение других тел.

**Узел** (сборочная единица) - часть механизма, установки состоящая из нескольких более простых элементов (деталей).

**Деталь** – изделие, изготовленное без применения сборочных операций.

**Соединение** – разъемное или неразъемное сочленение деталей с целью образования сборочных единиц, увеличение размеров или изменение условий эксплуатации.

**Неразъемное соединение** – это соединение, не допускающее расчленение деталей без повреждения элементов крепежа или самих деталей.

**Разъемное соединение** – это соединение, допускающее многократную сборку и разборку без разрушения элементов крепежа или самих деталей.



# Термины и определения

**Фланец** – соединительная часть трубопроводов или валов, выполняющаяся, как правило, за одно с основной деталью, чаще всего имеет форму плоского кольца с отверстиями для крепежных элементов, обеспечивает герметичность и прочность соединения.

**Заклепка** - крепежная деталь неразъемного соединения, обычно состоит из заклепочной головки и стержня.

**Клепка** – процесс создания заклепочного соединения путем расклепывания заклепок.

**Сварка** – процесс получения неразъемного соединения деталей при их местном нагреве либо пластической деформации в результате установления межатомных связей в месте соединения деталей.

**Натяг** – положительная разность между соответствующими размерами охватываемой и охватывающей поверхностями до сборки.

**Зазор** - положительная разность между размерами охватывающей и охватываемой поверхностями .



# Термины и определения

**Резьба** – чередующиеся выступы и впадины расположенные по поверхности тел вращения по винтовой линии.

**Резьба бывает:**

прямоугольная, трапецеидальная, треугольная, круглая;  
однозаходная, многозаходная;  
крепежная, силовая, ходовая;  
правая и левая.

**Клин** – простейшая деталь с рабочими гранями в виде наклонных плоскостей.

**Шпонка** – деталь призматической, клинообразной или цилиндрической формы устанавливаемая в пазах двух соприкасающихся деталей и предотвращающая их взаимный поворот или сдвиг.

**Шлиц** – элемент шлицевого соединения.

# Термины и определения

**Механическая передача** – это устройство для передачи механического движения от одного объекта к другому с изменением значения и направления скорости, с преобразованием или без преобразования одного механического движения в другое.

**Фрикционная передача** – устройство для передачи вращательного движения от одного вала к другому за счет сил трения, возникающих между цилиндрами, конусами или дисками насаженными на вал.

**Ременная передача** - устройство для передачи вращательного движения при помощи натянутого приводного ремня, перекинутого через шкивы, закрепленные на валах.

**Зубчатая передача** - это устройство, в котором два подвижных звена зубчатые колеса, передают вращательное перемещение между скрещивающимися осями либо преобразуют вращательное перемещение в поступательное.

**Цепная передача** – это устройство для передачи вращательного движения между параллельными валами при помощи жестко закрепленных на валах зубчатых колес через которые перекинута замкнутая приводная цепь.

**Цепь** – гибкое твердое изделие из отдельных звеньев соединенных между собой шарнирами.

# Термины и определения

**Вал** - деталь, прямая или коленчатая, предназначенная для передачи вращательного движения и поддержания вращающихся деталей закрепленных на ней тем или иным образом.

**Ось** – деталь предназначенная для поддержания вращающихся деталей, но не передающая полезного крутящего момента. Может быть как подвижной, так и неподвижной. Основное отличие оси от вала в том, что ось не передает полезного вращательного момента.

**Подшипник** – опора для цапфы вала или подвижной оси.

**Цапфа** – опорная часть вала.

**Муфта** – устройство для соединения постоянного или временного валов, труб, кабелей.

**Шарнир** – подвижное соединение детали, допускающее перемещение только вокруг одной неподвижной оси.

# ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Совершенство конструкции определяется ее **надежностью и экономичностью**.

**Экономичность** определяют стоимостью материала, затратами на производство и эксплуатацию.

**Надежность** - вероятность сохранения работоспособности в течение заданного срока службы.

**Заданный срок службы** - время до первого планового ремонта или между плановыми ремонтами.

**Отказ** - утрата работоспособности.

**Коэффициент** надежности сложного изделия равен произведению коэффициентов надежности отдельных составляющих элементов:

$$K_n = K1_n K2_n K3_n K4_n \dots$$

Поэтому, учитывая, что величина коэффициента надежности лежит в пределах от 0 до 1 становится очевидным, что

- надежность сложной системы всегда меньше надежности самого ненадежного элемента, поэтому важно не допускать в систему ни одного

ненадежного элемента;

• чем больше элементов имеет система, тем меньше её надежность. •

# ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Понятие **надежность** складывается из: *работоспособности, безотказности, ремонтпригодности, долговечности, сохраняемости.*

**Работоспособность** - способность машины выполнять заданные функции с параметрами, установленными технической документацией.

**Безотказность** - свойство изделия сохранять непрерывную работоспособность.

**Долговечность** - свойство изделия сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания.

**Ремонтпригодность** - способность изделия восстанавливать работоспособность после ремонта.

**Сохраняемость** - свойство изделия сохранять работоспособность в течение срока хранения и транспортирования.

Основы надежности закладываются конструктором при проектировании изделия.

# Критерии работоспособности деталей

**Основные критерии работоспособности** и расчета деталей машин — *прочность, жесткость, износостойкость, коррозионная стойкость, теплостойкость, виброустойчивость.*

**Работоспособность** обеспечивают выбором соответствующего материала и расчетом детали по основным критериям работоспособности.

**Прочность** - главный критерий работоспособности. Различают *статическую и усталостную прочность*. При *статической* - разрушение наступает при превышении предела прочности. При *усталостной* - при превышении предела выносливости. Усталостная прочность значительно снижается при наличии концентраторов напряжений или дефектов производства.

**Жесткость.** Расчет на жесткость предусматривает ограничение упругих деформаций деталей в пределах, допустимых для конкретных условий работы

# Критерии работоспособности деталей

**Износ** - процесс постепенного уменьшения размеров деталей в результате трения. Интенсивность износа зависит от величины давления на поверхности соприкосновения деталей, коэффициента трения и износостойкости материала.

Различают несколько видов изнашивания деталей:

- абразивный износ (имеет основное значение);
- износ при заедании;
- износ при коррозии.

Износостойкость значительно понижается при коррозии, что надо учитывать при проектировании деталей, работающих в агрессивных средах.

**Теплостойкость.** Тепловыделение в процессе работы механизмов способствует:

- понижению механических свойств и появлению ползучести;
- понижению защищающей способности масляных пленок, и, следовательно, увеличению износа;
- изменению зазоров в сопрягаемых деталях (заклинивание);
- понижению точности механизмов.

**Виброустойчивость.** Вибрации влияют на точность механизма, вызывают «размыв» стрелки прибора, изменяют величину потерь на трение. В некоторых случаях вибрации снижают качество работы машины. Вибрации могут вызвать усталостное разрушение деталей из-за дополнительных переменных напряжений. Особое значение имеют резонансные явления.

# Основные принципы проектирования

1. **Последовательность** - очередность выполнения этапов при проектировании.
2. **Итерационность** - корректировка проектных решений предыдущих этапов.
3. **Схемная надежность** (min элементов в конструкции).
4. **Равнопрочность**. Надежность сложной системы всегда меньше надежности самого ненадежного элемента, поэтому важно не допускать в систему ни одного слабого элемента.
5. **Унификация** - стремление к использованию однотипных и стандартных элементов. Стандартные узлы и детали разрабатывают на основе большого опыта и изготавливают на специализированных заводах с автоматизированным производством.
6. **Компромиссность** проектных решений (поиск компромиссов между техническими характеристиками и экономическими показателями).
7. **Резервирование** - создание в конструкции определенных резервов (запас прочности, и т.д.).
8. **Взаимозаменяемость**. Сменные детали должны быть взаимозаменяемыми с запасными частями. Конструкция должна обеспечивать легкую доступность к узлам.