

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.» в г. Петровске

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала СГТУ
имени Гагарина Ю.А. в г.Петровске
Е.А.Бесшапошникова
«30» июня 2023 г.



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

по дисциплине
ОП.09 «Основы мехатроники»

специальности
15.02.09 «Аддитивные технологии»

Методические указания рассмотрены
на заседании ПЦК
общепрофессиональных дисциплин,
профессиональных модулей специальностей
технического профиля
«14» июня 2023 года, протокол №12

Председатель ПЦК  /Т.А. Лескина/

Петровск 2023

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению практических работ подготовлены на основе рабочей программы учебной дисциплины ОП.09 «Основы мехатроники», разработанной на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.09 «Аддитивные технологии» и соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.1. Применять средства бесконтактной оцифровки для целей компьютерного проектирования, входного и выходного контроля.

ПК 1.2. Создавать и корректировать средствами компьютерного проектирования цифровые трехмерные модели изделий.

ПК 2.1. Организовывать и вести технологический процесс на установках для аддитивного производства.

ПК 2.2. Контролировать правильность функционирования установки, регулировать её элементы, корректировать программируемые параметры.

ПК 2.3. Проводить доводку и финишную обработку изделий, созданных на установках для аддитивного производства.

ПК 2.4. Подбирать параметры аддитивного технологического процесса и разрабатывать оптимальные режимы производства изделий на основе технического задания (компьютерной / цифровой модели).

ПК 3.1. Диагностировать неисправности установок для аддитивного производства.

ПК 3.2. Организовывать и осуществлять техническое обслуживание и текущий ремонт механических элементов установок для аддитивного производства.

ПК 3.3. Заменять неисправные электронные, электронно-оптические, оптические и прочие функциональные элементы установок для аддитивного производства и проводить их регулировку.

Целью освоения учебной дисциплины ОП.09 «Основы мехатроники» является:

При выполнении практических работ студент должен **знать**:

- базовые понятия автоматизированных систем управления технологическим процессом, в том числе гибридных систем;
- концепцию построения мехатронных модулей, структуру и классификацию;
- структуру и состав типовых систем мехатроники;
- основы проектирования и конструирования мехатронных модулей;
- основные понятия систем автоматизации технологических процессов;
- методы построения и анализа интегрированных мехатронных модулей и систем;
- типы приводов автоматизированного производства.

При выполнении практических работ студент должен **уметь**:

- читать и составлять принципиальные схемы электрических, гидравлических и пневматических приводов несложного технологического оборудования;
- составлять управляющие программы для программируемых логических контроллеров;
- распознавать, классифицировать и использовать датчики, реле и выключатели в системах управления;
- правильно эксплуатировать мехатронное оборудование.

Содержание практических занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов учебной дисциплины.

Объём практических занятий по дисциплине определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность практического занятия - 2 академических часа. Перед проведением практического занятия преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению практических работ дисциплины ОП.09 «Основы мехатроники» содержит 12 практических занятий.

**Перечень практических работ
по дисциплине ОП.09 «Основы мехатроники»**

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема: Применение делителя для считывания показателей датчиков.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема: Создание простейшей схемы с делителем напряжения

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Тема: Выполнение автоматических расчётов с использованием трёхмерных моделей.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Тема: Использование визуальной среды проектирования мехатронных модулей и систем.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Тема: Модельное исследование блоков мехатронных систем.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Тема: Исследование характеристик мехатронной системы на виртуальной модели.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Тема: Выполнение отладки специализированного программного обеспечения для управления технологическим оборудованием.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Тема: Анализ конструкции элементов мехатронных модулей и систем.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

Тема: Создание трёхмерных моделей различных типов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

Тема: Создание сборочных трёхмерных моделей.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

Тема: Создание технологических моделей на основе трёхмерных моделей.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12

Тема: Проверка модели на ошибки методом имитации

ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Прежде чем приступить к выполнению заданий, внимательно прочитайте данные рекомендации. Практические работы включают в себя задания следующих видов:

НАПРИМЕР:

1. Ответ на поставленные вопросы (с аргументацией)

Прочитайте вопрос и вникните в него.

Для удобства подчеркните ту, фразу, которая, по вашему мнению, является главной. Это поможет вам быстрее сориентироваться при ответе на вопрос.

Если вы считаете, что можете ответить на вопрос без помощи лекции и дополнительной литературы – приступайте. Если же вопрос заставляет вас сомневаться, откройте лекционную тетрадь (учебник или дополнительную литературу), прочитайте необходимый пункт, вникните в содержание и после этого приступайте за работу.

ГЛАВНОЕ! Не переписывайте отрывки лекции в рабочую тетрадь! Четко отвечайте на ПОСТАВЛЕННЫЙ вопрос!

Не забудьте привести аргументацию (обоснование) вашей позиции, если вопрос предполагает личностное отношение к проблеме.

2. Заполнение таблиц и схем

Прочитайте название таблицы или схемы.

Исходя из названия, вы поймете цель предстоящей работы.

Воспользуйтесь материалами лекций или другими источниками, чтобы заполнить таблицу (схему).

Используйте цветные графические материалы для выделения строк, столбцов или элементов схем.

Особое внимание обращайтесь на четкость при отборе материала: делайте записи кратко и четко!

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема: Применение делителя для считывания показателей датчиков.

Цель: Изучить применение делителя для считывания показателей датчиков.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ОП.09 «Основы мехатроники».

Справочный материал

Делитель напряжения — это простая схема, которая позволяет получить из высокого напряжения пониженное напряжение.

Используя только два резистора и входное напряжение, мы можем создать выходное напряжение, составляющее определенную часть от входного. Делитель напряжения является одной из наиболее фундаментальных схем в электронике. В вопросе изучения работы делителя напряжения следует отметить два основных момента — это сама схема и формула расчета.

Схема делителя напряжения на резисторах

Схема делителя напряжения включает в себя входной источник напряжения и два резистора. Ниже вы можете увидеть несколько схематических вариантов изображения делителя, но все они несут один и тот же функционал.



Рисунок 1 - Делитель напряжения

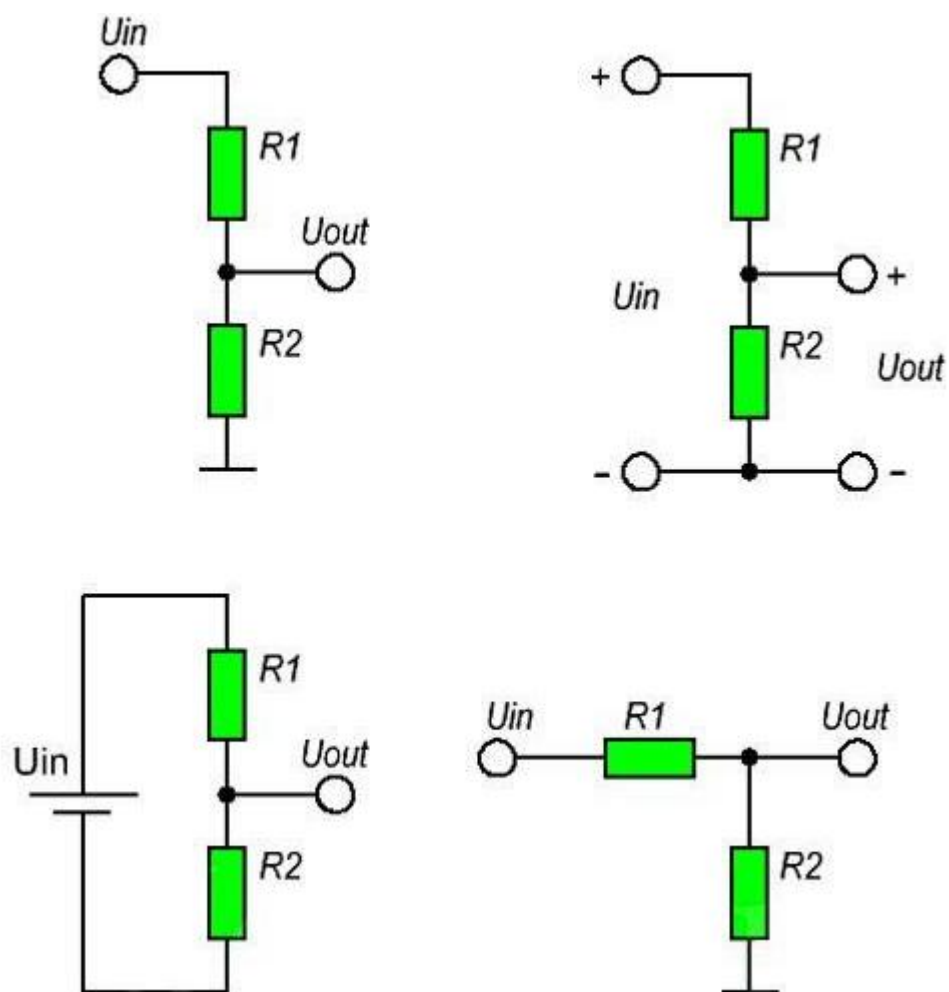


Рисунок 2 – Типы сборок делителя напряжения

Обозначим резистор, который находится ближе к плюсу входного напряжения (U_{in}) как $R1$, а резистор находящийся ближе к минусу как $R2$. Падение напряжения (U_{out}) на резисторе $R2$ — это пониженное напряжение, полученное в результате применения резисторного делителя напряжения.

Схема представленная на рис. 3 называется делителем напряжения. Функционально схема предназначена для деления напряжения источника сигнала с целью его уменьшения.

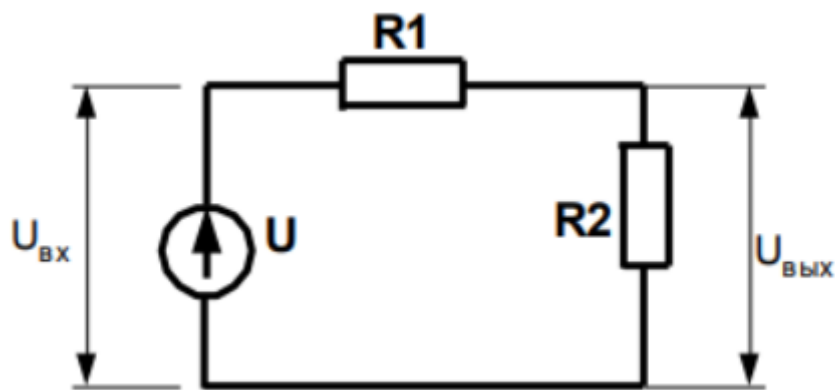


Рисунок 3 – Схема делителя напряжения

Источником сигнала в данной схеме является источник ЭДС U . В результате приложенного напряжения в цепи течет ток равный

$$I = U / (R1 + R2)$$

Падение напряжения на каждом из резисторов составляет $U = R \cdot I$. Сумма падений напряжений на резисторах равна напряжению на источнике

$$U = U1 + U2 = R1 \cdot I + R2 \cdot I$$

Таким образом, для тока можно записать

$$I = U_{вх} / (R1 + R2) = U_{вых} / R2$$

или

$$U_{вх} / U_{вых} = (R1 + R2) / R2$$

Содержание работы

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Пр.р.№», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.

2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.

3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.

4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Задание 1.

В соответствии с вариантом подберите номиналы сопротивлений так, чтобы обеспечить заданное выходное напряжение схемы $U_{вых}$ при заданном входном $U_{вх}$. Ток в цепи должен быть равен 5мА. Варианты заданий приведены в табл.1.

Таблица 1 - Варианты заданий.

Вариант	$U_{\text{вх}}$	$U_{\text{вых}}$	Вариант	$U_{\text{вх}}$	$U_{\text{вых}}$
1	1	0,25	13	13	10
2	1	0,75	14	16	10
3	1	0,7	15	44	10
4	3	1,2	16	12	10
5	5	2	17	2	0,25
6	9	1	18	6	0,6
7	12	2	19	3	1
8	11	2	20	52	51
9	6	2	21	4	3
10	4	3,5	22	11	10
11	8	7	23	32	2
12	4	2,5	24	8	2,5

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема: Создание простейшей схемы с делителем напряжения

Цель: Изучить создание простейшей схемы с делителем напряжения.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ОП.09 «Основы мехатроники»

Справочный материал

Простейший резистивный делитель тока - это два параллельно включённых резистора R_1 и R_2 , подключённых к источнику напряжения U . Поскольку резисторы соединены параллельно, то к ним приложено одинаковое напряжение.

Ток через них можно определить согласно закону Ома:

$$I_1 = U/R_1.$$

$$I_2 = U/R_2.$$

Общий ток в цепи согласно первому закону Кирхгофа

$$I = I_1 + I_2.$$

– Делитель тока имеет важное значение в схемотехнике в качестве элемента цепи для подключения устройства с номинальным током меньшим, чем протекающий в цепи.

– Датчик параметр-ток. На величину сопротивления влияют внешние факторы, например температура. Изменение температуры приводит к изменению сопротивления делителя тока. В результате изменяется ток через ветвь цепи.

– Измерение больших величин токов. Подключается два сопротивления. Через одно протекает малый ток (миллиамперы), через второе (называемое шунтом) – весь оставшийся ток. Измеряется ток через первое сопротивление. Далее выполняется расчет общего тока.

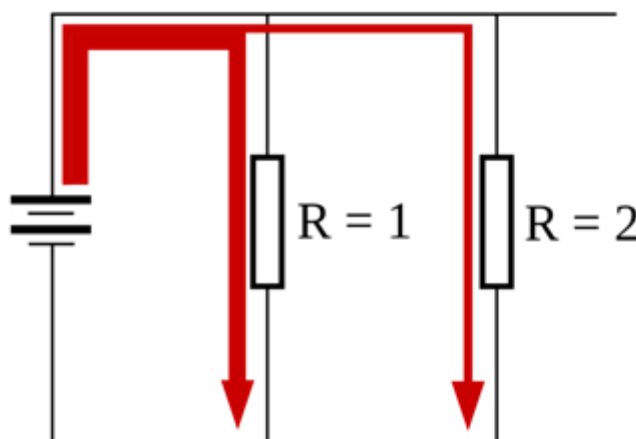


Рисунок 4 – Резистивный делитель тока.

Такие устройства применяют для создания нужного напряжения в определенном узле электрической схемы. Это необходимо для обеспечения функциональности регуляторов, фильтров, датчиков.

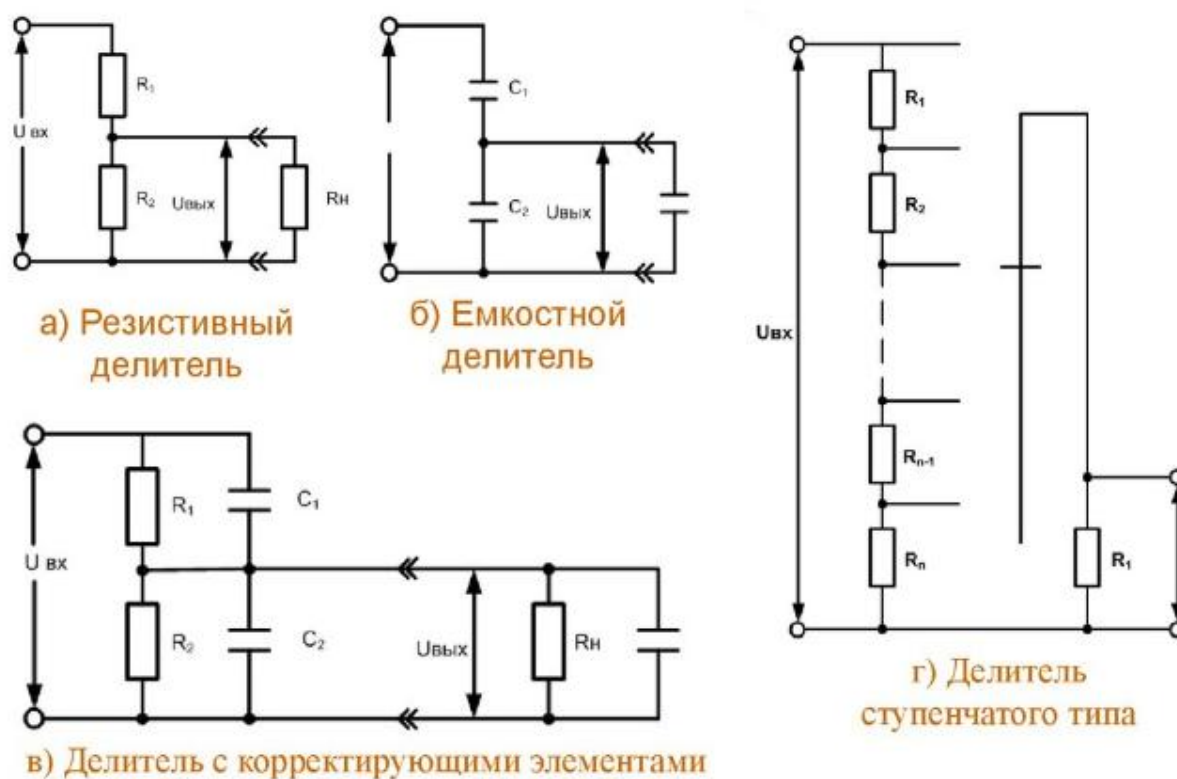


Рисунок 5 – Схемы делителей напряжения

Содержание работы

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Пр.р.№», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.

2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.

3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.

4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Задание 1.

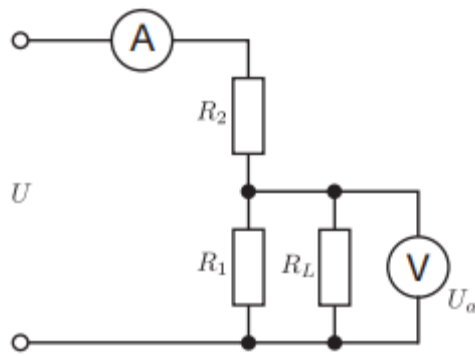


Рисунок 6 - делитель напряжения с нагрузкой

При наличии делителя напряжения с нагрузкой, ток дополнительно течет через резистор нагрузки R_L . Это приводит к увеличению силы тока I на резисторе R_2 и тем самым к падению выходного напряжения U_a . Для резистора R_1^* (параллельное соединение R_1 и R_L) применимо следующее:

$$R_1^* = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2},$$

и, таким образом, сила тока:

$$I = \frac{U}{R_2 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}},$$

и для напряжения, следуя формуле:

$$U_a = U \cdot \frac{R_1^*}{R_1^* + R_2},$$

или

$$U_a = U \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_L}}.$$

Соберите схему в соответствии с рис. 2 с $R_1 = 470 \text{ Ом}$ и $R_2 = 100 \text{ Ом}$. Сначала не используйте сопротивление R_L (т.е. $R_L = \infty$).

Таблица 2 – Делитель напряжения с нагрузкой ($R_1 = 470 \text{ Ом}$ и $R_2 = 100 \text{ Ом}$)

Измеренные значения			Рассчитанное с использованием:	
$R_L, \text{Ом}$	$I, \text{мА}$	$U_a, \text{В}$	$I = \frac{U}{R_2 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}}, \text{мА}$	$U_a = U \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_L}}, \text{В}$
∞		15,0	*	
150				
100				
47				
0				*

- Установите напряжение U на источнике питания, равное 15 В.
- Измерьте силу тока I и напряжение U_a и запишите их в таблицу 2.
- Установите сопротивление нагрузки R_L согласно таблице 2 и повторяйте измерения для каждого значения R_L .
- Постройте график зависимости выходного напряжения U_a как функцию силы тока I .
- Сравните экспериментальные и теоретические значения U_a , а также I между собой. Объясните полученные результаты.

Задание 2.

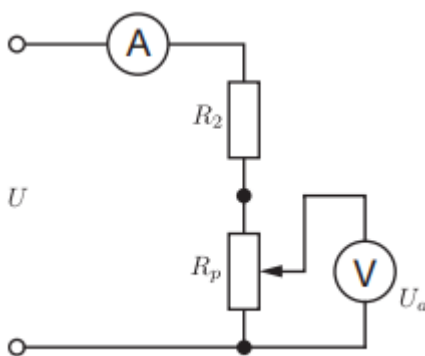


Рисунок 7 – Делитель напряжения с потенциометром

Падение напряжения в схеме с потенциометром с полным сопротивлением R_p согласно формуле равно

$$U_a = I \cdot R_p = U \cdot \frac{R_p}{R_p + R_2}.$$

Это позволяет соответствующим образом регулировать напряжение U_a между 0В и U_p с помощью соответствующего отдельного компонента.

Резистор R_2 служит здесь как последовательно подключенный резистор для предотвращения короткого замыкания.

- Соберите схему в соответствии с рис.7.
- Установите напряжение U на источнике питания 15 В.
- Приведите в действие потенциометр и следите за напряжением U_a
- Измеряйте минимальные и максимальные напряжения U_a каждый раз и заносите их в таблицу 3.

– Установите последовательно сопротивления R_2 согласно таблице 3 и повторяйте измерения каждый раз.

– Сравните экспериментальные и теоретические значения U_{amax} и U_p между собой. Объясните полученные результаты.

Таблица 3 – Делитель напряжения с потенциометром $R_p = 220 \text{ Ом}$.

$R_2, \text{ Ом}$	$U_{\text{amin}}, \text{ В}$	$U_{\text{amax}}, \text{ В}$	$U \cdot \frac{R_p}{R_p + R_2}, \text{ В}$
0			
47			
150			
470			

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3



Тема: Выполнение автоматических расчётов с использованием трёхмерных моделей.

Цель: Изучить выполнение автоматических расчетов с использованием трехмерных моделей.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ОП.09 «Основы мехатроники»

Справочный материал

Построение основания

Создайте новый документ  на Панели управления. Окно 3D-моделирования открывается нажатием кнопки **Деталь**  (рисунок 8). Посмотрите на заголовок программного окна – система автоматически присвоила новому документу временное имя **Деталь БЕЗ ИМЕНИ:1**. Поэтому сразу после создания документа рекомендуется присвоить ему конкретное имя и записать на диск в нужную папку. Присвойте документу имя «**Параллелепипед**».

В окне документа «**Дерево модели**» включите одну из стандартных плоскостей проекций, в которой будет расположен эскиз основания детали. Удобно для предлагаемой детали выбрать горизонтальную плоскость проекций **XY**.

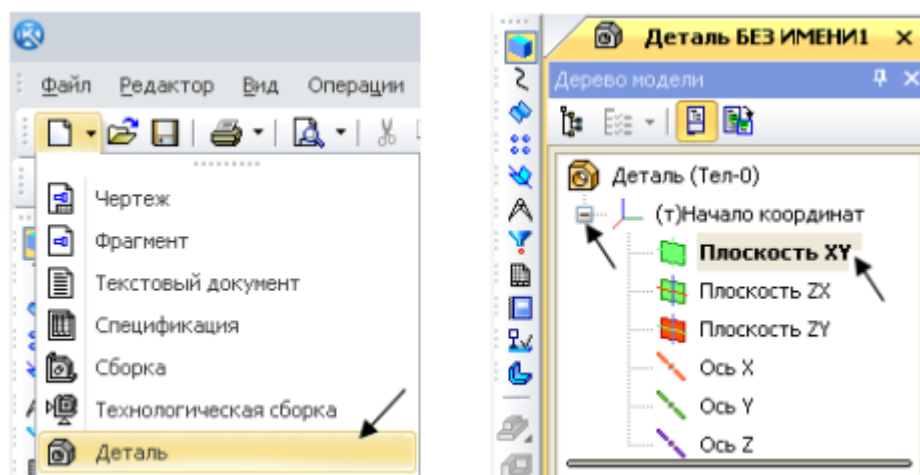



Рисунок 8 – Создание эскиза в окне 3D - моделирования

При выборе плоскости эскиза пиктограмма плоскости будет подсвечиваться, а в окне документа появится условное обозначение плоскости – зеленый квадрат с узелками управления. Для того чтобы создать эскиз на выделенной плоскости, на **Панели управления** нажмите **Эскиз**  (рисунок 9, а). При нажатии этой кнопки система переходит в режим редактирования эскиза, т. е. режим плоского черчения. Для обслуживания этого режима

меняется набор кнопок на *Панели управления* и на *Инструментальной панели*, в *Дереве модели* появляется *Эскиз:1* (рисунок 9, б).



Рисунок 9 – Создание режима эскиза

На странице **Геометрия** выберите команду **Прямоугольник**. В строку параметров введите размеры прямоугольника: высота **35**, ширина **100**, По центру и вершине (рисунок 10). Поместите центр прямоугольника в **Начало координат** (Ближайшая точка).

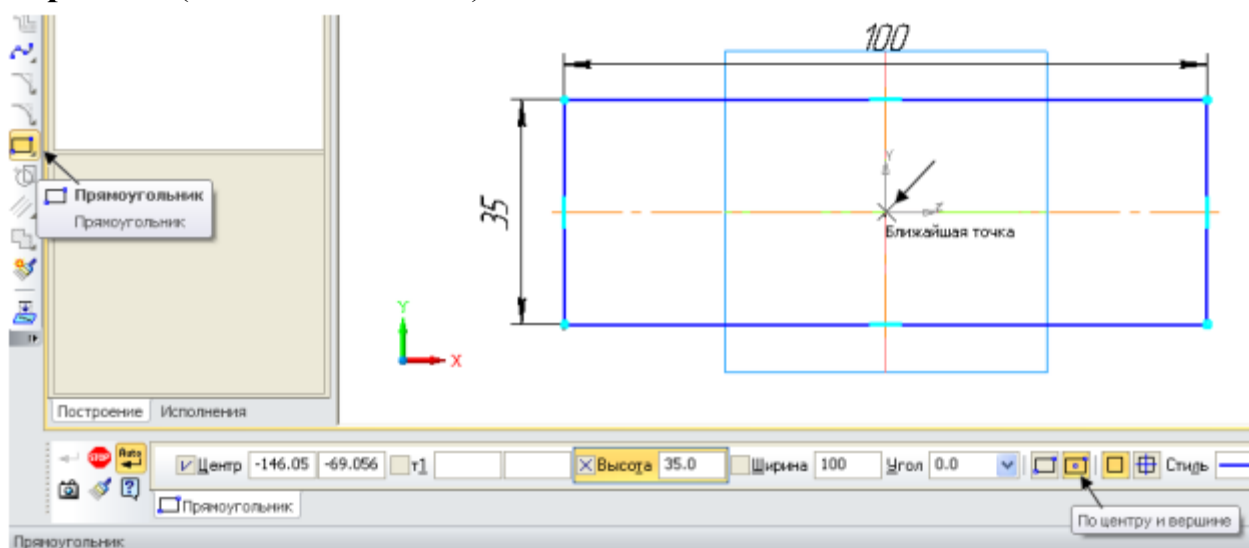



Рисунок 10 – Построение контура основания с помощью команды **Прямоугольник**

Щелчком на кнопке *Эскиз*  на *Панели управления* закройте режим редактирования эскиза (см. рисунок 9, а). На рисунке 11 представлен эскиз, готовый к операции формообразования.

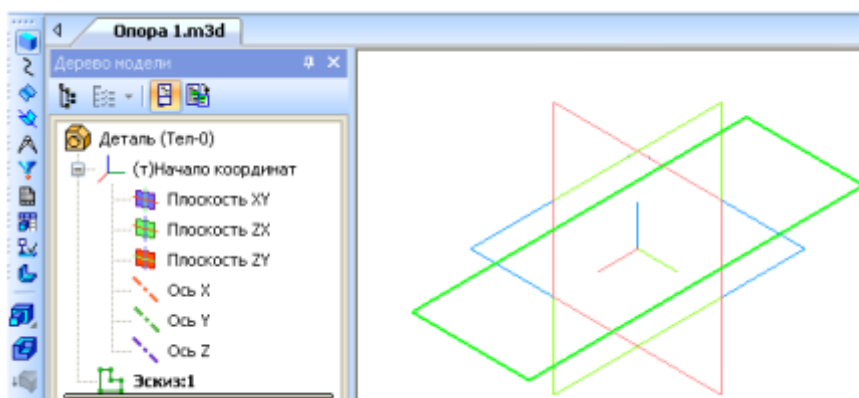


Рисунок 11 - Эскиз основания в окне 3D-модели

На странице **Редактирование детали** нажмите кнопку инструментальной панели **Операция выдавливания** (рисунок 12). Эта команда позволяет формировать объем детали выдавливанием.

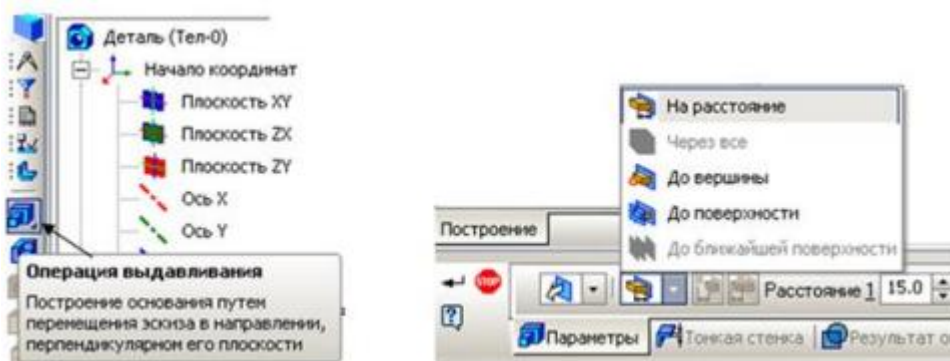


Рисунок 12 – Диалоговое окно параметров команды **Операция выдавливания**

После вызова команды в строке **Панели свойств** установите параметры элемента выдавливания. В поле **Расстояние** введите значение **15 мм** (см. рисунок 12). Светлой стрелкой в окне модели помечено прямое направление выдавливания (рисунок 13).

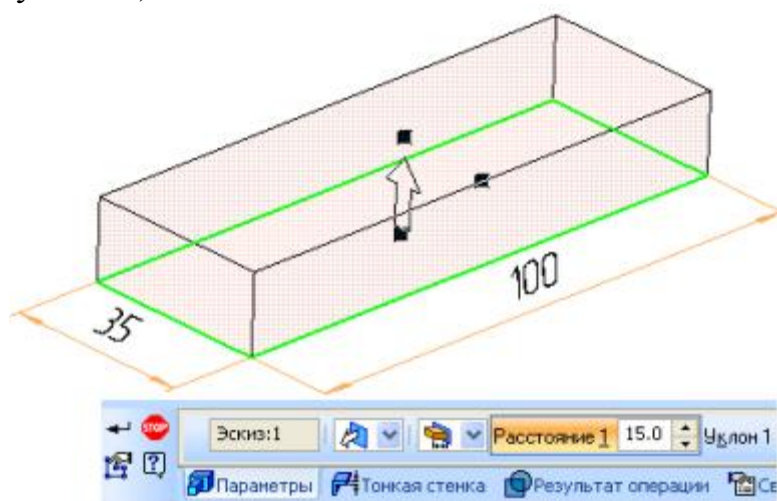


Рисунок 13 – Вид модели после введения параметров формообразования

Система выполнит создание объемной фигуры (рисунок 14).

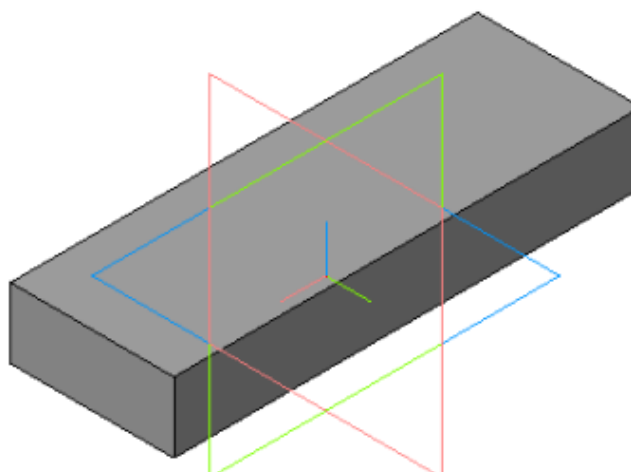


Рисунок 14 – Объемная модель основания детали «*Параллелепипед*»

Содержание работы

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Пр.р.№», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.
2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.
3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.
4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Задание 1.

- 1) Создать основания для получения 3D моделей
- 2) Получить 3D модель, используя методы выдавливания и вращения.
- 3) Проставить основные размеры.

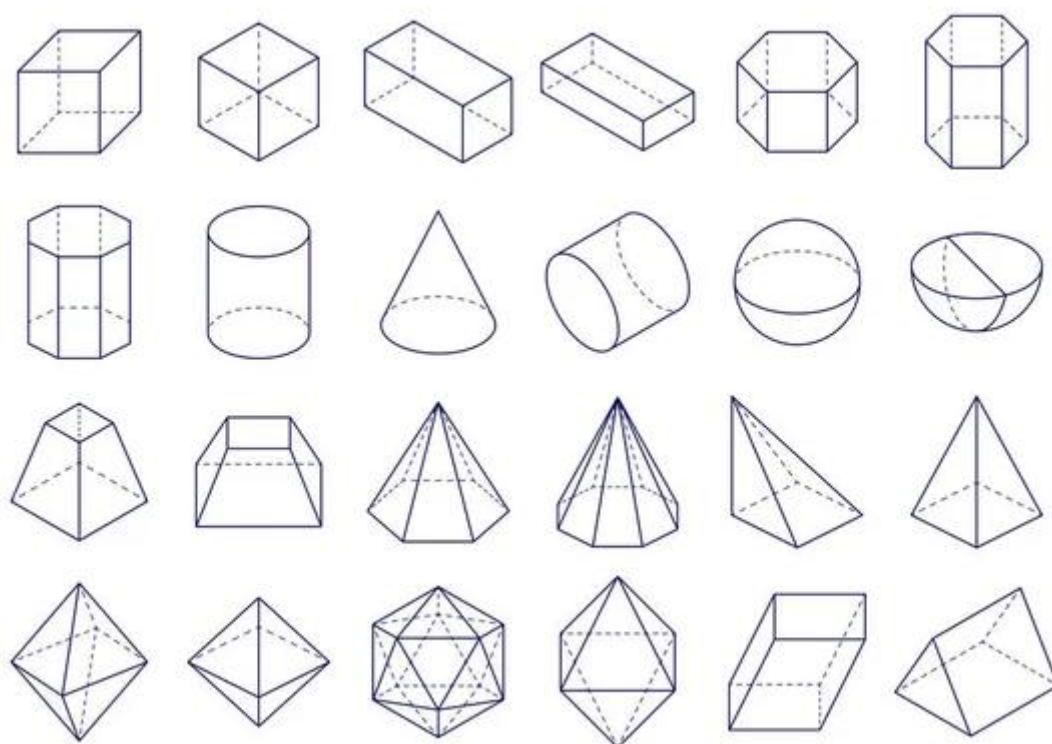


Рисунок 15 – Основные геометрические фигуры

Задание 2.

- 1) Создать основания для получения 3D моделей по указанным размерам.
- 2) Получить 3D модель, используя метод выдавливания.
- 3) Проставить основные размеры.

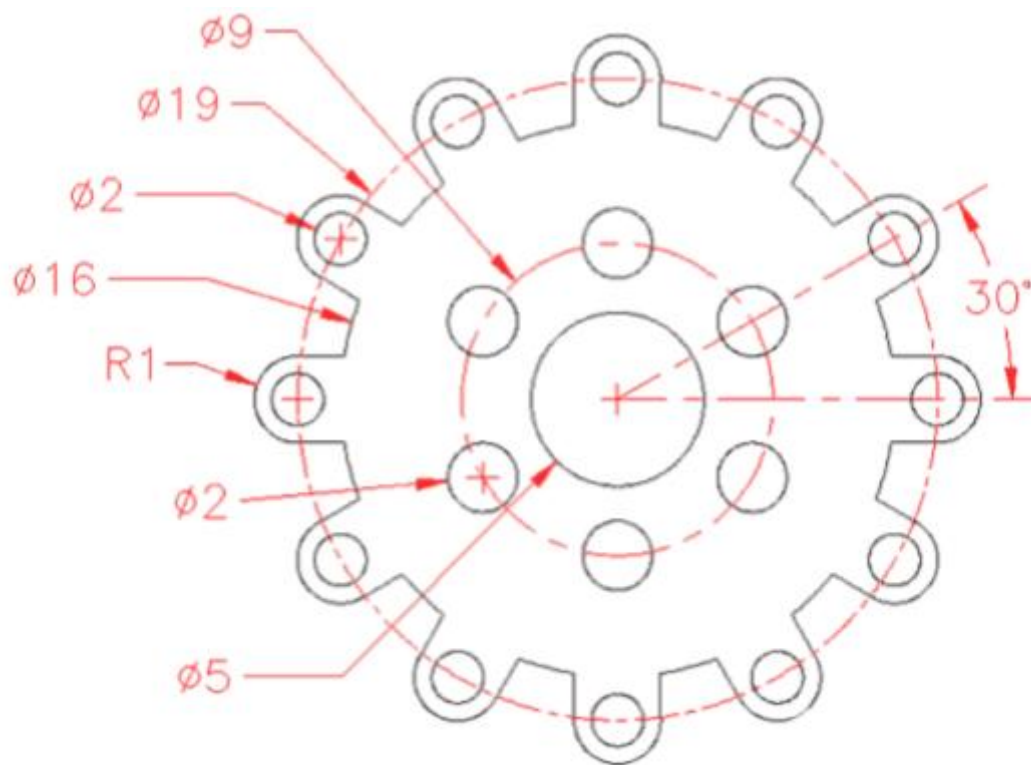


Рисунок 16 – Деталь «Диск-основание».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Тема: Использование визуальной среды проектирования мехатронных модулей и систем.

Цель: Изучить использование визуальной среды проектирования мехатронных модулей и систем

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ОП.09 «Основы мехатроники».

Справочный материал

Многokrатно выполняя простые операции над различными объемными элементами, постройте модель детали «Корпус» (рисунок 42).

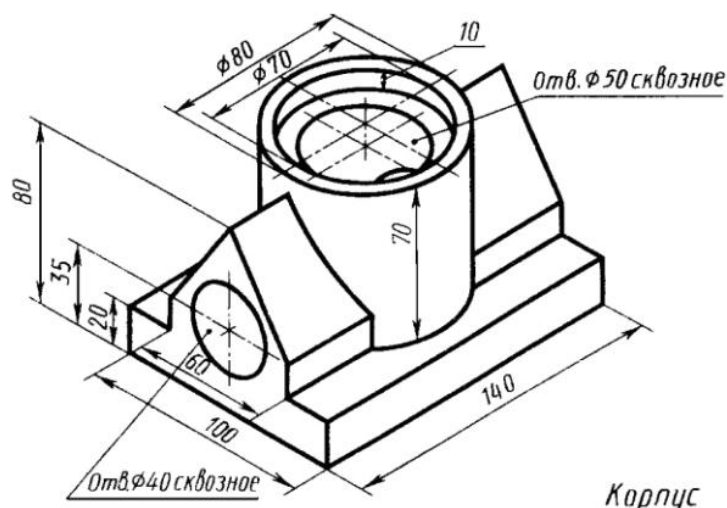


Рисунок 17 – Пример создания модели детали «Корпус»

Рассматривая построение детали, представленной на рисунке 42, разберем возможный порядок построения. Построить эту деталь можно двумя способами.

Первый способ: вначале создается прямоугольная призма, лежащая в основании детали **20×100×140 мм** (шаг 1). Затем, к модели добавляется другая прямоугольная призма **15×60×140 мм**, путем объединения с имеющейся (шаг 2). К получившемуся в результате телу добавляется треугольная призма (шаг 3) (рисунок 18).

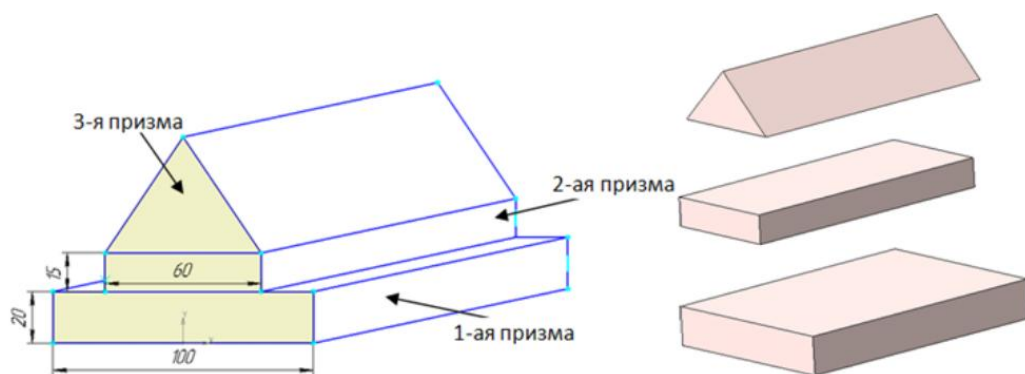


Рисунок 18 – Один из вариантов последовательности шагов построения модели

Содержание работы

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Пр.р.№», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.
2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.
3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.
4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Задание 1.

- 1) Создать основания для получения 3D моделей по указанным размерам.
- 2) Получить 3D модель, используя метод выдавливания.
- 3) Проставить основные размеры.

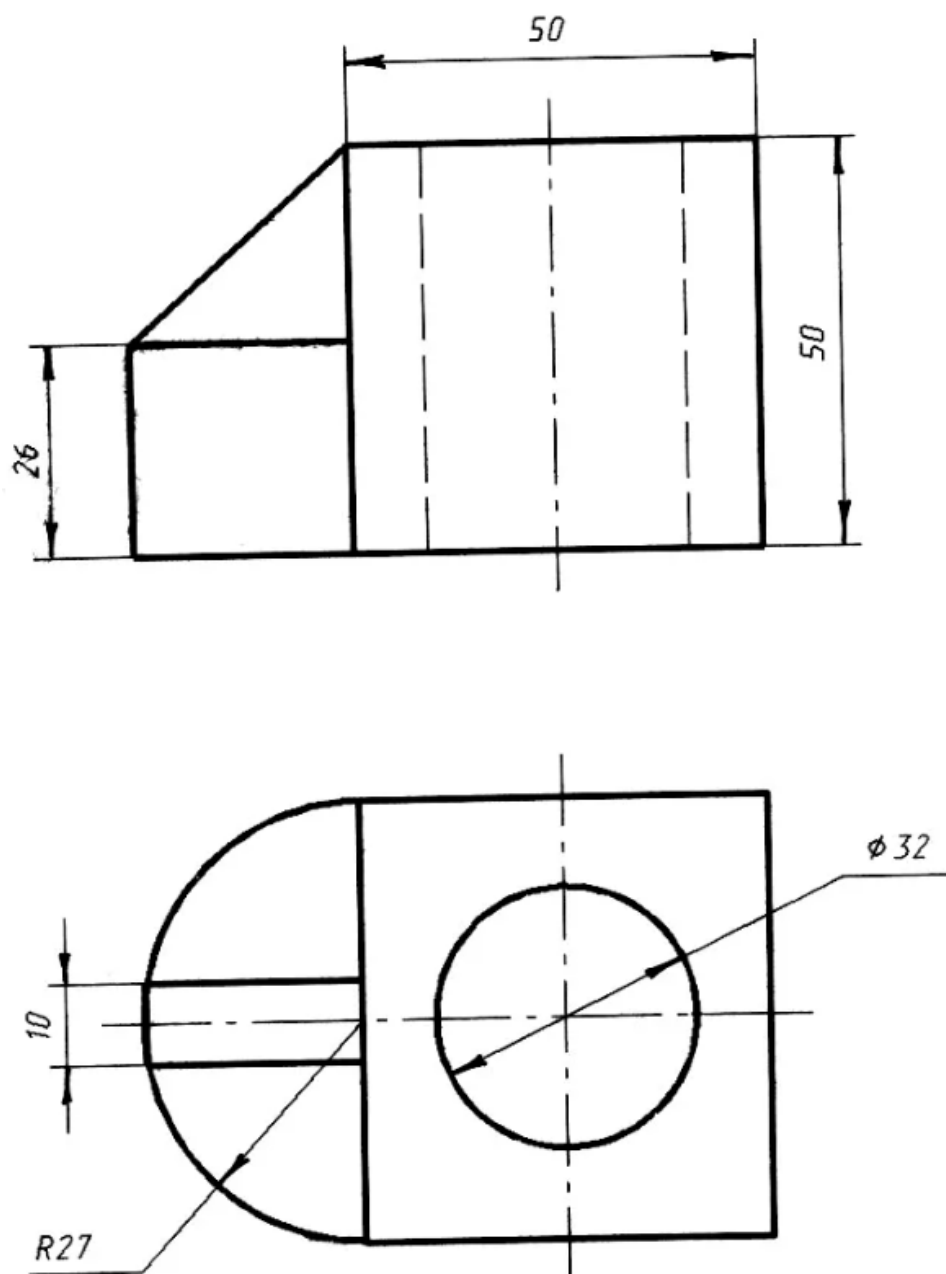


Рисунок 19 – Деталь «Крепеж-уголок»

Задание 2.

- 1) Создать основания для получения 3D моделей по указанным размерам.
- 2) Получить 3D модель, используя метод выдавливания.
- 3) Проставить основные размеры.

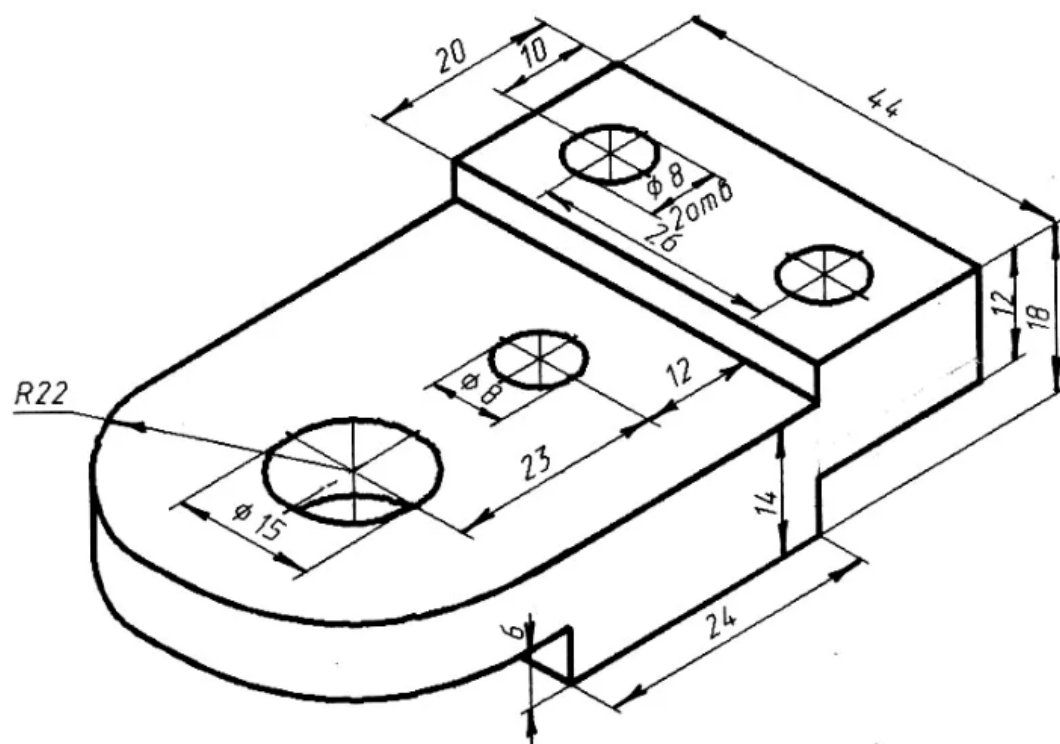


Рисунок 20 – Деталь «Планка»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Тема: Модельное исследование блоков мехатронных систем.

Цель: Изучить модельное исследование блоков мехатронных систем.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ОП.09 «Основы мехатроники».

Справочный материал

С моделированием любой человек сталкивается постоянно, обычно не осознавая этого. Действия пешехода при переходе улицы базируются на построении некоторой модели дорожной обстановки и на прогнозе ее развития. От того, насколько верно пешеход воспринимает окружающую действительность, очень часто зависит не только его благополучие и здоровье, но и сама жизнь.

В процессе профессиональной деятельности, если она связана с проектированием и эксплуатацией современных технических объектов и систем, исследователь постоянно вынужден иметь дело с построением и исследованием моделей этих объектов. В настоящее время моделирование представляет собой основной научный инструмент, применяемый как в чисто теоретических, так и в практических целях.

Создание нового технического объекта – сложный и длительный процесс, в котором стадия проектирования имеет решающее значение в осуществлении замысла и достижении высокого технического уровня.

Моделирование, в свою очередь, является одним из важнейших этапов проектирования любого технического объекта, позволяя заменить или значительно сократить этапы наладки и натурных испытаний. Роль моделирования особенно высока, когда натурные испытания слишком дороги или опасны, как, например, при работе с космическими аппаратами, химическими и ядерными реакторами и другими объектами.

Термин «моделирование» весьма многогранен и разными людьми воспринимается по-разному. Применительно к техническим (в т.ч. мехатронным) системам под моделированием будем понимать процесс, состоящий в выявлении основных свойств исследуемого объекта, построении моделей и их применении для прогнозирования поведения объекта.

Таким образом, моделирование включает в себя отображение проблемы из реального мира в мир моделей (процесс абстракции), анализ и оптимизацию модели, нахождение решения и отображение решения обратно в реальный мир.

Следует отметить, что в иностранной литературе процесс, определенный выше как моделирование, соответствует двум терминам:

- **«modeling»** – относится, прежде всего, к процессу построения моделей

объектов и систем;

- **«simulation»** – обозначает проведение компьютерного эксперимента с моделью (обычно численного), с визуализацией результатов этого эксперимента.

Моделирование как процесс имеет дело с моделями.

Модель – создаваемое человеком подобие изучаемых объектов: макеты, изображения, схемы, словесные описания, математические формулы, карты и т. д.

Более строго, модель можно определить как физическую или математическую конструкцию, определенным образом отражающую объект и служащую для его изучения.

Модель является заменителем реального объекта, обладающим, по крайней мере, двумя следующими свойствами:

- **она отражает те свойства объекта**, которые существенны для данного исследования;

- **она всегда проще объекта.**

Теория замещения одних объектов (оригиналов) другими объектами (моделями) и исследование свойств объектов на их моделях называется **теорией моделирования**.

Содержание работы

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Пр.р.№», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.

2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.

3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.

4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Задание 1.

В данной модели выписать или задать названия всех деталей сборки. Дать краткое описание, для чего предназначена, та или иная деталь в сборке. Заполнить таблицу «Исследование блоков мехатронной системы».

Таблица 4 - Исследование блоков мехатронной системы

Наименование детали.	Краткое описания детали. (для чего предназначена).

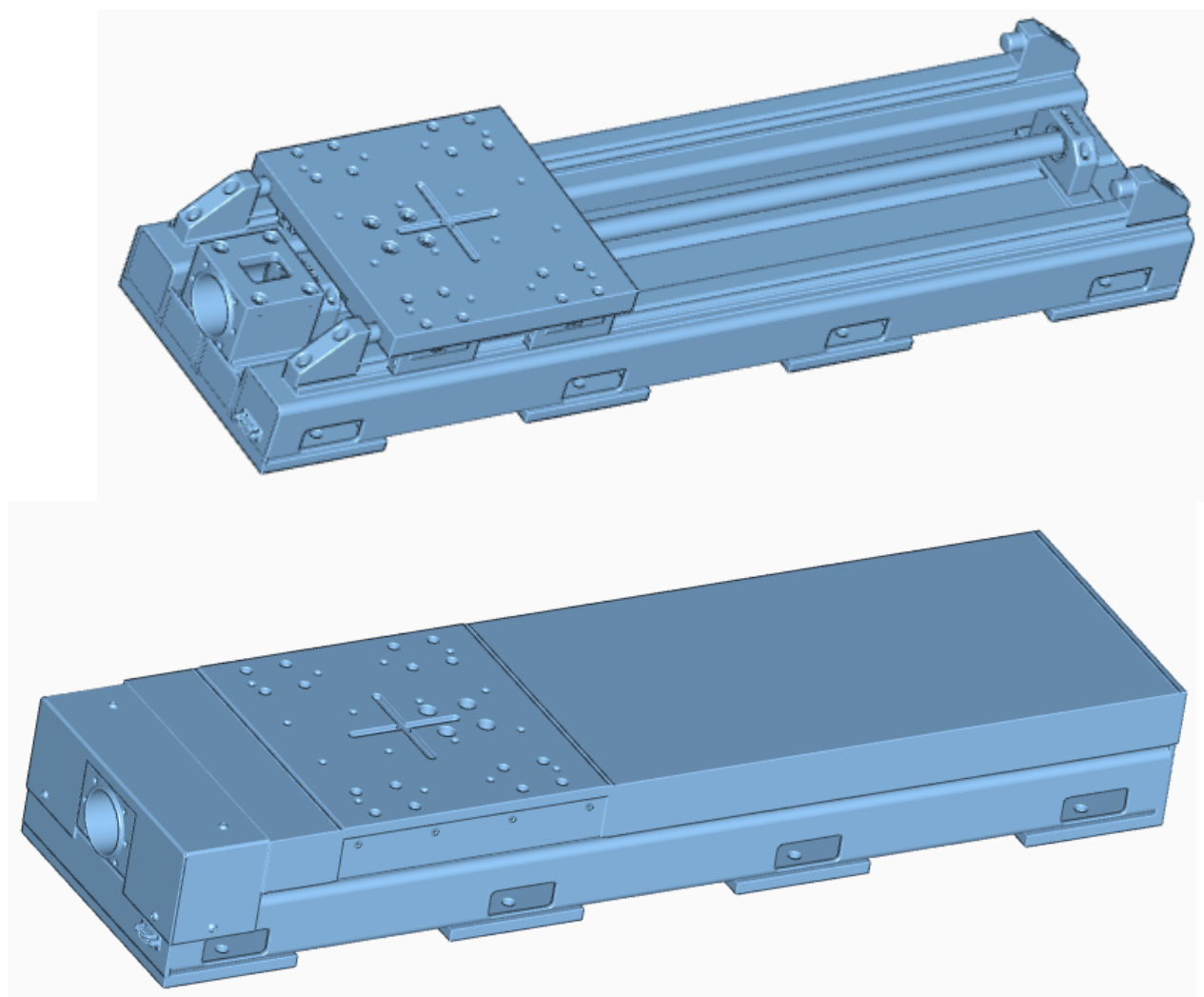


Рисунок 21 – Мехатронная система

Задание 2.

- 1) Создать основания для получения 3D моделей по указанным размерам.
- 2) Получить 3D модель, используя метод выдавливания.
- 3) Проставить основные размеры.

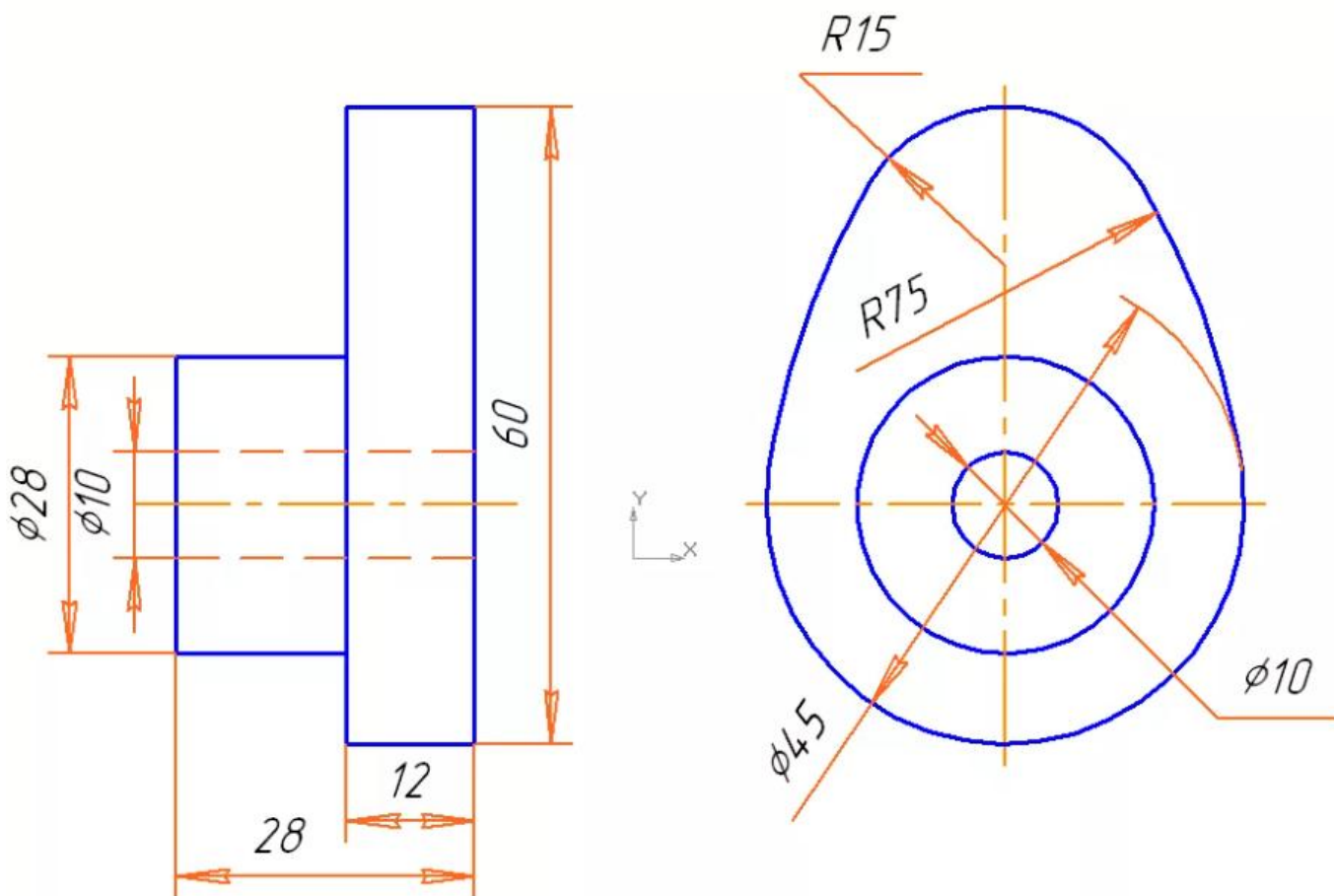


Рисунок 22 – Деталь «Мехатронный кулачок»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Тема: Исследование характеристик мехатронной системы на виртуальной модели.

Цель: Изучить исследование характеристик мехатронной системы виртуальной модели.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ОП.09 «Основы мехатроники»

Справочный материал

Введем общее понятие математического моделирования (ММ), понимая под ним все методы, основанные на построении и использовании различных форм математических моделей проектируемых объектов, независимо от того, как они реализуются. В этом случае методы не прямой аналогии и расчетно-аналитический метод являются методами ММ. При ММ описание системы производится в терминах некоторой математической теории, например, теории матриц, теории дифференциальных уравнений и т. д.

ММ основано на ограниченности числа фундаментальных законов природы и принципе подобия, означающем, что явления различной физической природы могут описываться одинаковыми математическими закономерностями.

Как и всякие модели, математические модели основаны на некотором упрощении, идеализации, отбрасывании факторов, которые для данной задачи или на данном этапе исследований представляются несущественными. Например, модели объектов, используемые на начальных этапах проектирования, могут не учитывать их стохастичность, нелинейность; модели звеньев механизма могут быть получены без учета их реальной формы и т. п.

В зависимости от формы представления математические модели можно разделить на аналитические, структурные и алгоритмические.

Аналитические модели представляют собой отображение взаимосвязей между переменными объекта в виде дифференциальных, алгебраических или любых других систем математических уравнений. Такие модели обычно получают на основе физических законов. Использование аналитических моделей позволяет исследовать фундаментальные свойства объекта, часто без использования ЭВМ.

Структурная модель представляет систему в виде совокупности элементов, а также совокупности необходимых и достаточных отношений между этими элементами и связей между системой и окружающей средой.

В простейшем случае с помощью структурной математической модели воспроизводится структура уравнений, описывающих поведение исследуемого объекта.

Вариантами структурных моделей являются графы, структурные и функциональные схемы, диаграммы и т. д. На принципах структурного ММ

работают АВМ.

Алгоритмические модели воспроизводят пошаговый процесс численного решения уравнений, представляющих математическую модель исследуемого объекта, и обычно реализуются в форме программы для ЭВМ. Результаты исследования на алгоритмических моделях всегда являются приближенными. Применение компьютеров делает алгоритмические модели наиболее универсальными. С их помощью могут быть воспроизведены любые другие математические модели. Математические модели технических объектов должны быть по сложности согласованы с возможностями восприятия человеком и с возможностями ЭВМ оперировать этими моделями. Как правило, решить все задачи в рамках некоторого единого описания невозможно.

Обычно требуется структурирование математических моделей на несколько иерархических уровней, отличающихся детальностью описания технического объекта.

Количество иерархических уровней при моделировании определяется сложностью проектируемых объектов и возможностью средств проектирования. Однако большинство математических моделей технических объектов можно отнести к одному из трех обобщенных уровней, называемых далее микро-, макро- и метауровнями. В зависимости от места в иерархии описания математические модели делятся на модели, относящиеся к микро-, макро- и метауровням.

Особенностью ММ на микроуровне является отражение физических процессов, протекающих в непрерывном пространстве и времени.

Типичные ММ на микроуровне – дифференциальные уравнения в частных производных (ДУЧП). В них независимыми переменными являются пространственные координаты и время. С помощью этих уравнений рассчитываются поля механических напряжений и деформаций, электрические потенциалы и напряжения, давления и температуры и т. п.

Возможности применения ММ в ДУЧП ограничены отдельными деталями. Попытки анализировать с их помощью процессы в многокомпонентных средах, сборочных единицах, электронных схемах не могут быть успешными из-за чрезмерного роста затрат машинного времени и памяти.

На макроуровне используют укрупненную дискретизацию пространства по функциональному признаку, что приводит к представлению ММ на этом уровне в виде систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). В этих уравнениях независимой переменной является время t , а вектор зависимых переменных составляют фазовые переменные, характеризующие состояние укрупненных элементов дискретизированного пространства. Такими переменными являются силы и скорости в механических системах, напряжения и токи в электрических системах, давления и расходы жидкостей и газов в гидравлических и пневматических системах и т. п. Макроуровень наиболее характерен для исследования мехатронных систем.

Системы ОДУ являются универсальными моделями на макроуровне, пригодными для анализа как динамических, так и установившихся состояний

объектов. Модели для установившихся режимов можно также представить в виде систем алгебраических уравнений. Порядок системы уравнений зависит от числа выделенных элементов объекта. Если порядок системы приближается к 10000, то оперирование моделью становится затруднительным, и поэтому необходимо переходить к представлениям на метауровне.

На метауровне в качестве элементов принимают достаточно сложные совокупности деталей. Метауровень характеризуется большим разнообразием типов используемых ММ. Для многих объектов ММ на метауровне по-прежнему представляются системами ОДУ. Однако т. к. в моделях не описываются внутренние фазовые переменные элементы, а фигурируют только фазовые переменные, относящиеся к взаимным связям элементов, укрупненное представление элементов на метауровне означает получение ММ приемлемой размерности для существенно более сложных объектов, чем размерность ММ на макроуровне.

Содержание работы

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Пр.р.№», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.

2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.

3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.

4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Задание 1.

В данной модели выписать или задать названия всех деталей сборки. Дать краткое описание, для чего предназначена, та или иная деталь в сборке. Заполнить таблицу «Исследование блоков мехатронной системы».

Таблица 5 - Исследование блоков мехатронной системы

Наименование детали.	Краткое описания детали. (для чего предназначена).

Задание 2.

Из модели выбрать одну деталь, задать название граней и сторон детали, измерить инструментами среды разработки и заполнить таблицу.

Таблица 6 - Характеристики детали, блока мехатронной системы

Сторона грань детали	Размеры

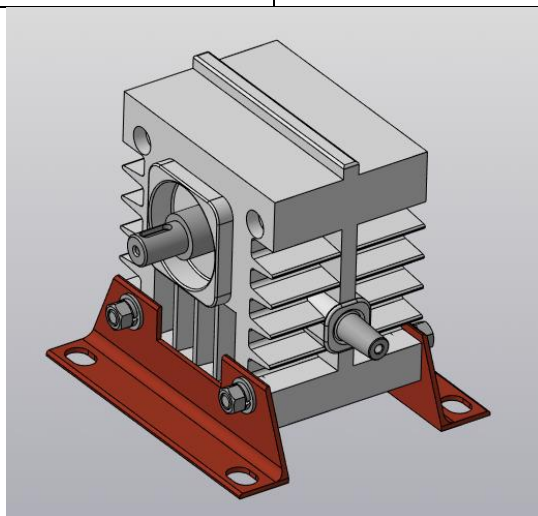


Рисунок 23 – Мехатронная система «Редуктор»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Тема: Выполнение отладки специализированного программного обеспечения для управления технологическим оборудованием.

Цель: Изучить выполнение отладки специализированного программного обеспечения для управления технологическим оборудованием.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ОП.09 «Основы мехатроники»

Справочный материал

Для создания новой детали выполните команду **Файл – Создать – Деталь** на Панели управления. На экране появится окно новой детали.

Все графические работы, создаваемые в аудитории, сохраняются в папке с названием группы. Присвойте файлу имя Корпус.

Построение любого тела начинается с создания плоского эскиза. Как правило, при построении эскиза выбирают одну из стандартных плоскостей проекций. Таких плоскостей три: XY, ZX и ZY.

Контуры в эскизе не должны пересекаться и не должны иметь общих точек.

Все системы трехмерного моделирования предъявляют очень высокие требования к качеству эскизов. Если эскиз не отвечает приведенному выше требованию, то система просто не сможет сформировать на его основе объемный элемент. На рисунке 24 показаны примеры ошибок, связанных с нарушением этого условия:

- вверху показано самопересечение контура. В таком случае необходимо удалить выступающие участки;
- справа показан случай пересечения двух контуров. Для исправления ошибки следует полностью или частично удалить один из контуров;
- слева внизу одна линия начерчена поверх другой.

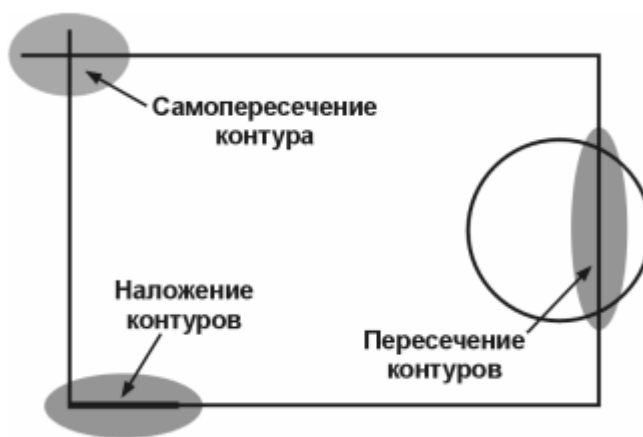


Рисунок 24 - Примеры ошибок при вычерчивании эскиза

И последняя из наиболее распространенных ошибок связана с созданием незамкнутых контуров. На рисунке 25 пользователь случайно оставил небольшой промежуток между отрезками. Такой эскиз удовлетворяет всем требованиям, но система при вытяжке сформирует не сплошное тело, а тонкостенный элемент. В таком случае нужно вернуться в режим редактирования эскиза и совместить отрезки.

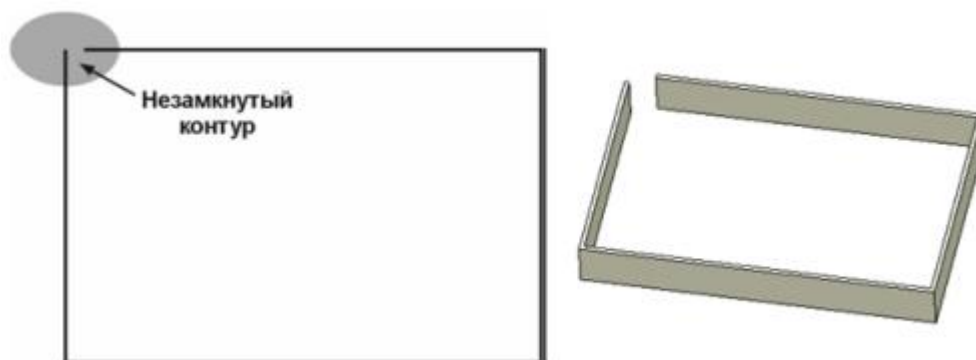


Рисунок 25 – Ошибка создания незамкнутого контура

Выбор плоскости для построения эскиза не влияет на дальнейший порядок построения модели и ее свойств. От него зависит положение детали в пространстве при выборе одной из стандартных аксонометрических ориентаций.

Перед построением эскиза детали «Корпус» выберите щелчком мыши Плоскость XY в Дереве построений. При этом пиктограмма плоскости будет выделена зеленым цветом, а в окне детали появится условное обозначение плоскости – квадрат с узелками управления.

Для того чтобы создать эскиз на выделенной плоскости, нажмите кнопку **Эскиз** на Панели управления – система перейдет в режим редактирования эскиза.

Режим редактирования эскиза представляет собой режим плоского 2D-черчения.

При формировании объемного элемента система будет учитывать только те объекты, которые начерчены стилем линии **Основная**. Объекты, начерченные другими стилями, будут проигнорированы. Так как **Корпус** является симметричной фигурой, постройте половину контура сложной призмы. Эскиз **ВСЕГДА!!!** привязывают к началу координат. Строить контур можно **Отрезком** прямой или **Непрерывным вводом объектов** (рисунок 26).

Для сохранения строгой перпендикулярности используйте команду **Ортогональное черчение** или зажмите **Shift**.

Построение начните с вертикального отрезка длиной **80 мм** от начала координат, затем от начала координат отрезки **50 мм, 20 мм, 20 мм, 15 мм**.

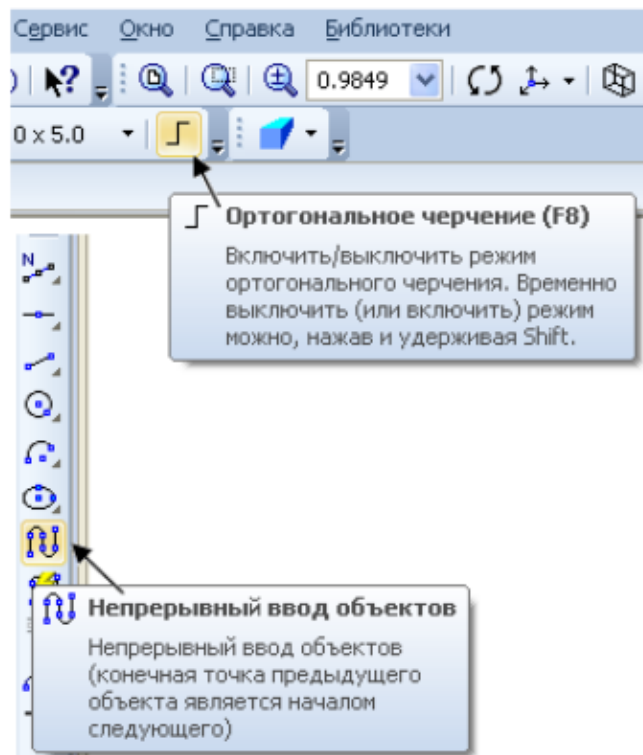
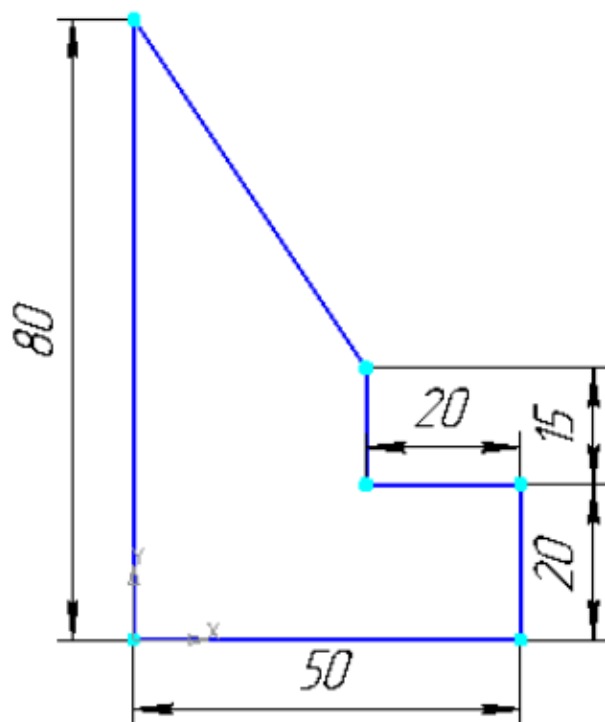


Рисунок 26 – Вычерчивание эскиза основания

Смените стиль линии, являющейся осью симметрии. Для симметричного отражения половины контура сложной призмы включите команду **Симметрия**. Выделите контур и укажите щелчками две точки на оси симметрии (рисунок 27).

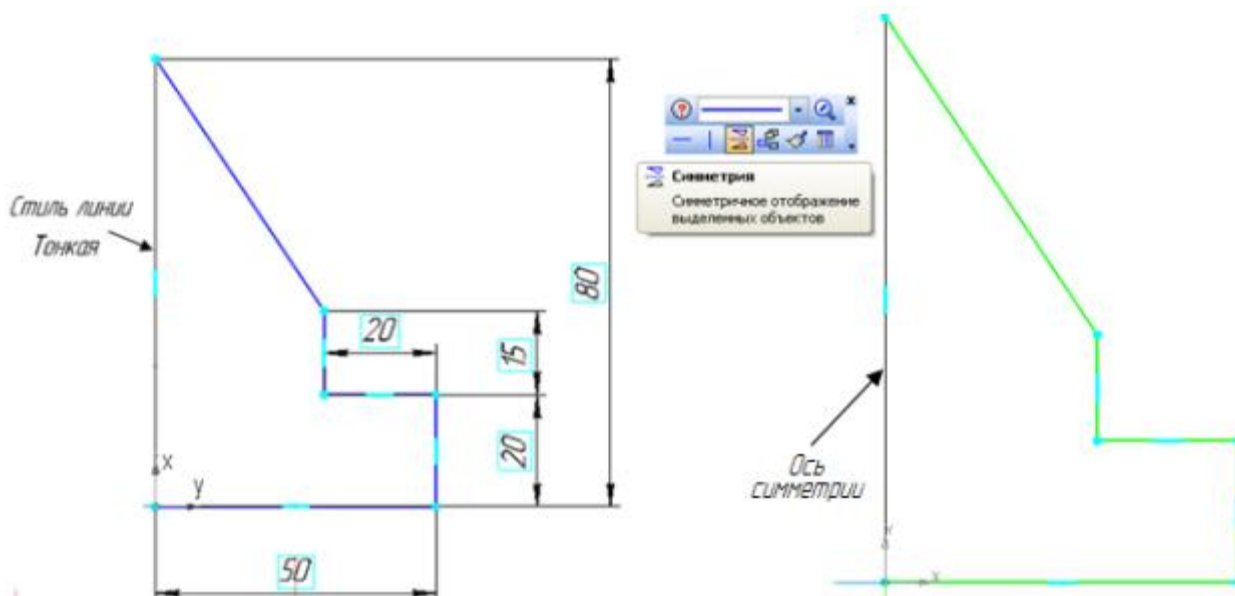


Рисунок 27 – Симметричное отображение объекта

Содержание работы

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и

заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Пр.р.№», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.

2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.

3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.

4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Задание 1.

1) Создать основания для получения 3D моделей по указанным размерам.

2) Получить 3D модель, используя метод выдавливания.

3) Проставить основные размеры.

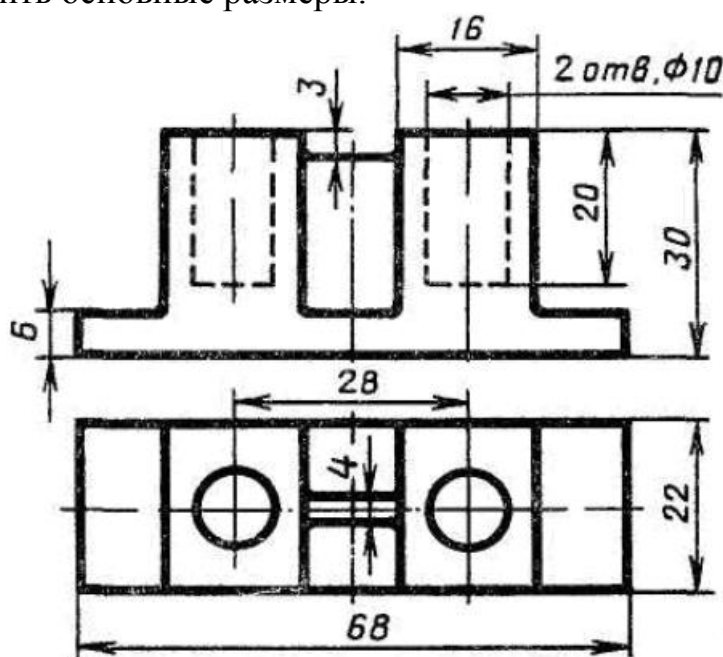


Рисунок 28 – Деталь «Опора»

Задание 2.

1) Создать основания для получения 3D моделей по указанным размерам.

2) Получить 3D модель, используя метод выдавливания.

3) Проставить основные размеры.

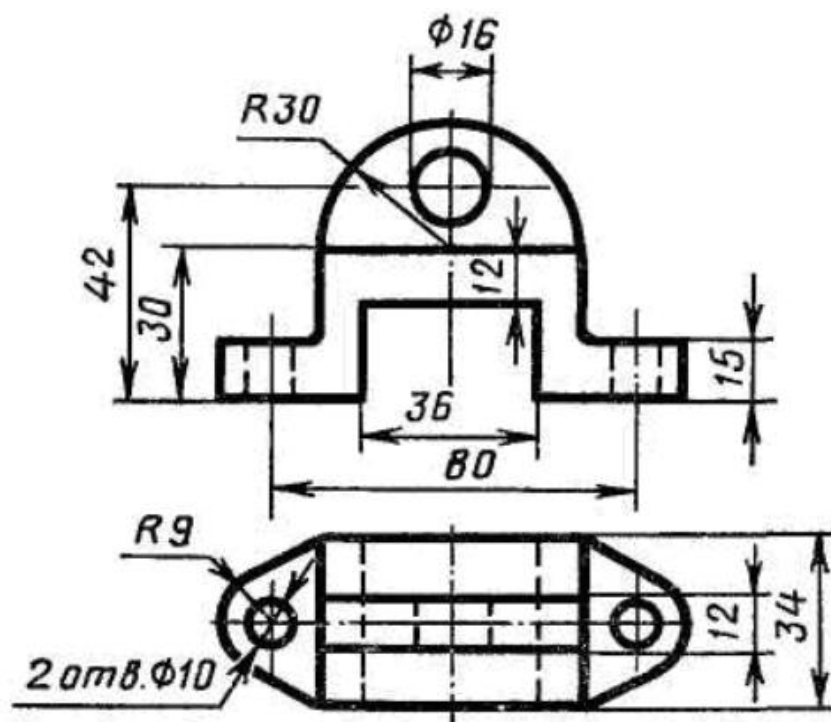


Рисунок 29 – Деталь «Ушко»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Тема: Анализ конструкции элементов мехатронных модулей и систем.

Цель: Изучить анализ конструкции элементов мехатронных модулей и систем.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ОП.09 «Основы мехатроники»

Справочный материал

Основной целью анализа технологичности конструкции детали является повышение производительности труда и качества изделия при максимальном снижении затрат времени и средств на изготовление, эксплуатацию и ремонт. Под технологичностью конструкции изделия понимается совокупность свойств, обуславливающих оптимизацию затрат труда в процессе проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта в сравнении с однотипным экземпляром при условии обеспечения эксплуатационных показателей качества и при заданном типе производства.

В соответствии с ГОСТ 14.205-83 *технологичность* – совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных показателях качества, объеме выпуска и условиях выполнения работ.

Технологичность конструкции детали имеет прямую связь с производительностью труда, затратами времени на технологическую подготовку производства, изготовление, техническое обслуживание и ремонт изделия. Поэтому проектированию технологического процесса изготовления детали должен предшествовать анализ технологичности её конструкции и в необходимых случаях отработка на технологичность.

Анализ технологичности включает отработку конструкции детали с целью максимальной унификации элементов (*размеров, резьб, фасок и др.*), правильный выбор и простановку размеров, оптимальных допусков и шероховатости поверхности, соблюдение всех требований, предъявляемых к заготовкам и т.д.

Анализ детали необходимо производить по всем ее обрабатываемым поверхностям.

Анализу подвергается степень точности и шероховатость обрабатываемых поверхностей, что дает возможность выбирать оптимальные методы обработки каждой из поверхностей изготавливаемой детали.

При отработке на технологичность конструкции детали необходимо производить оценку в процессе ее конструирования.

Технологичность конструкции детали оценивают на двух уровнях – качественном и количественном.

Анализ технологичности конструкции детали рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

- На основании анализа исходной информации (сборочного чертежа узла, чертежа детали, программы и годового объёма выпуска, типа производства, служебного назначения узла и детали) выносят заключение о целесообразности принципиального изменения метода получения исходной заготовки. При этом в ряде случаев приходится менять материал заготовки.

В тех случаях, когда качественное сравнение принципиально отличных методов получения заготовок не позволяет сделать определённый выбор, производят количественную технико-экономическую оценку двух – трёх предпочтительных вариантов методов получения заготовок и принимают решение о выборе исходной заготовки.

Если метод получения исходной заготовки был изменён принципиально, то приводят эскизные рисунки базовой и предложенной исходной заготовок с указанием их основных размеров.

- Выполняют анализ технологичности конструктивных элементов детали, выявляют труднодоступные для обработки места и при необходимости вносят изменения в конструкцию (производят отработку на технологичность).

- Определяют возможность совмещения технологических и конструкторских (измерительных) баз при обеспечении размеров требуемой точности, а также возможность прямого контроля таких размеров.

- Анализируют конструкцию детали (исходной заготовки) для возможности одновременной обработки нескольких заготовок на одном станке, много инструментальной, многосторонней и других прогрессивных методов обработки.

- Анализируют соответствие заданных допусков и технических требований служебному назначению детали и технологическим возможностям оборудования.

- Определяют поверхности, которые будут использованы в качестве технологических баз, и проверяют соответствие их требованиям, предъявляемым к технологическим базам заготовки. Выполняют эскизы, изображающие детали или отдельные её элементы до отработки конструкции на технологичность и после (рис. 30).

В качестве примера можно сформулировать рекомендации по обеспечению технологичности корпусных деталей. Обработка заготовок корпусных деталей сводится главным образом к обработке плоских поверхностей и отверстий. Конструктивная форма корпусной детали, обеспечивающая минимальную трудоёмкость обработки, должна отвечать следующим основным условиям:

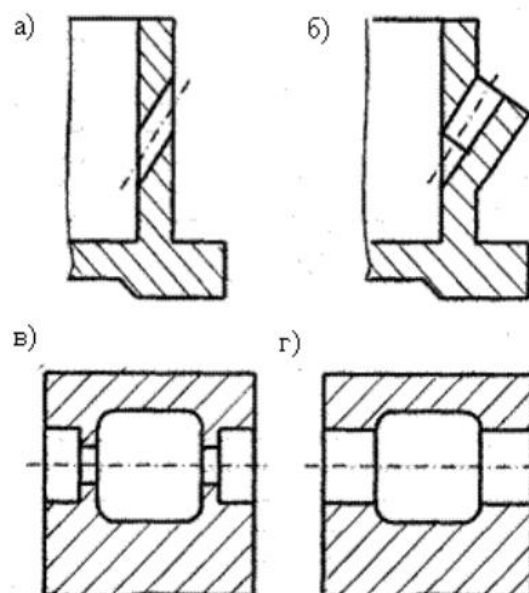


Рисунок 30 – Отдельные элементы детали: а, в – нетехнологичные;
б, г - технологичные

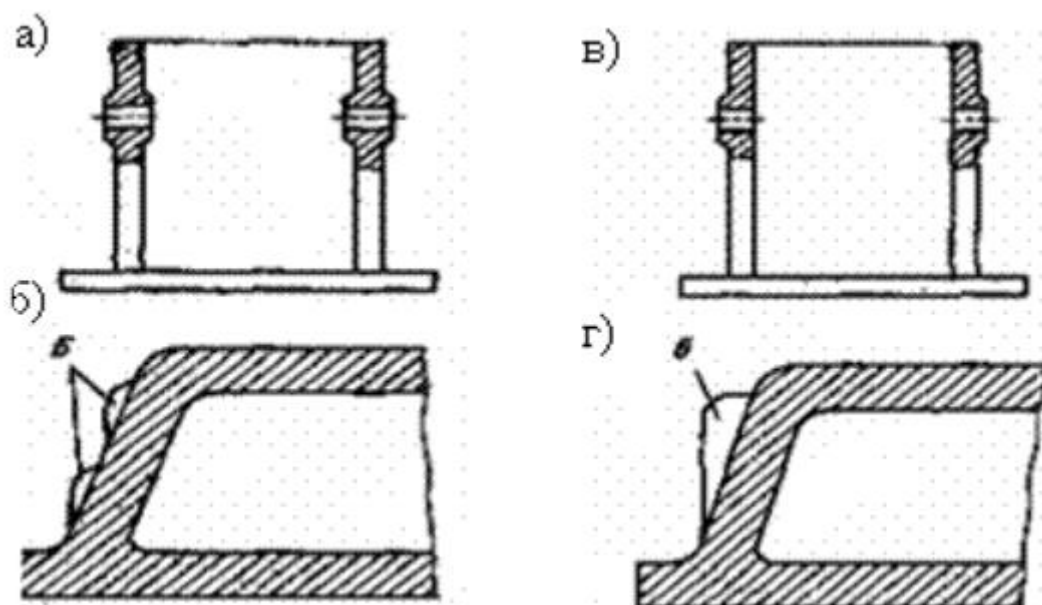


Рисунок 31 – Отдельные элементы детали: а, б, – нетехнологичные;
в, г - технологичные

- форма корпусной детали должна быть возможно ближе к правильной геометрической форме. Например, поперечному сечению корпусной детали целесообразно придавать форму правильного четырёхугольника (вместо неправильного четырёхугольника, трапеции или какой-либо сложной формы);
- конструкция корпусной детали должна позволять обработку без спаривания с сопрягаемой деталью;
- следует предусмотреть, по возможности, механическую обработку нескольких поверхностей в одной операции (например, плоскости и двух отверстий);
- конструкция детали должна обеспечивать возможность обработки

поверхностей и торцов отверстий напроход. Торцам отверстий следует придавать форму, удобную для обработки торцевой фрезой или цековкой;

- деталь не должна иметь поверхностей, перпендикулярных осям отверстий на входе и выходе сверла (см. рис. 30, а), с целью устранения увода сверла или его поломки;

- диаметр обрабатываемых отверстий во внутренних стенках должен быть равен или меньше диаметра соосных им отверстий в наружных стенках детали;

- необходимо избегать многообразия размеров отверстий, резьб и допусков;

- Выявляют все обрабатываемые поверхности детали.

- Рассматривают различные методы механической обработки каждой поверхности, чтобы оценить удобство и простоту обработки.

Содержание работы

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Пр.р.№», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.

2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.

3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.

4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Задание 1.

Выполните анализ на технологичность конструкции деталей представленных на чертежах, при обработке отверстий на вертикально сверлильных станках. Сведения о достоинствах и недостатках занести в таблицу.

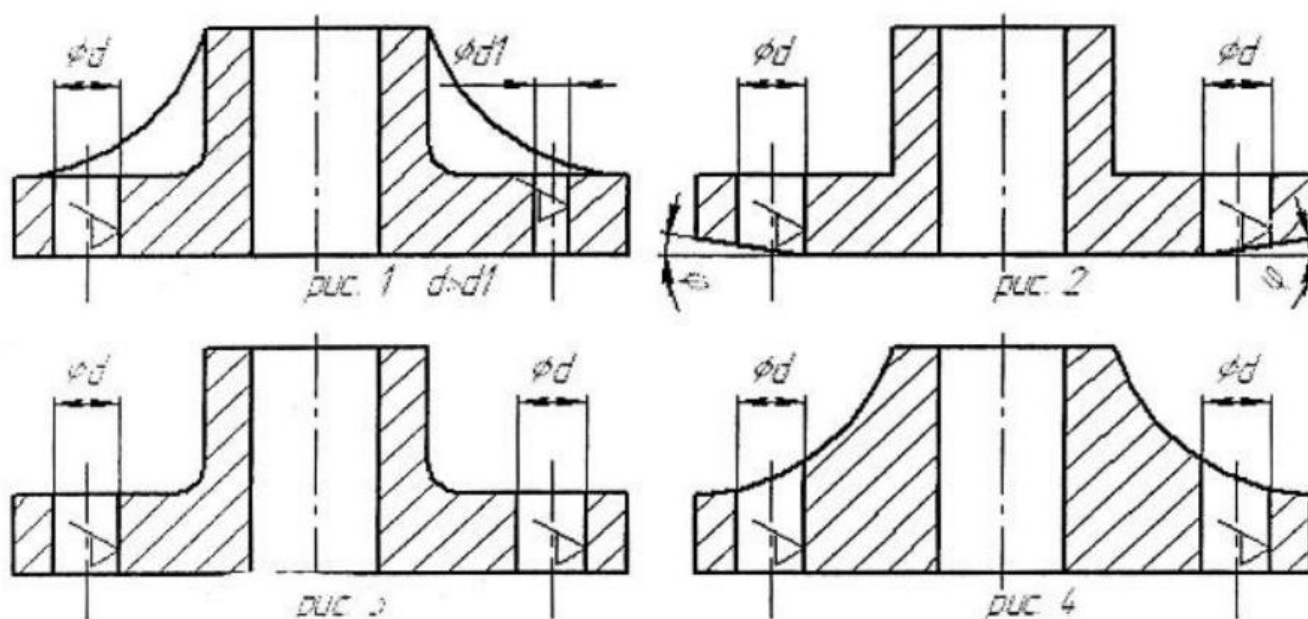


Рисунок 32 – Примеры правильной и неправильной конструкции детали для обработки отверстий

Задание 2.

Выполните анализ на технологичность конструкции деталей представленных на чертежах, при обработке отверстий на радиально-сверлильном станке. Сведения о достоинствах и недостатках занести в таблицу.

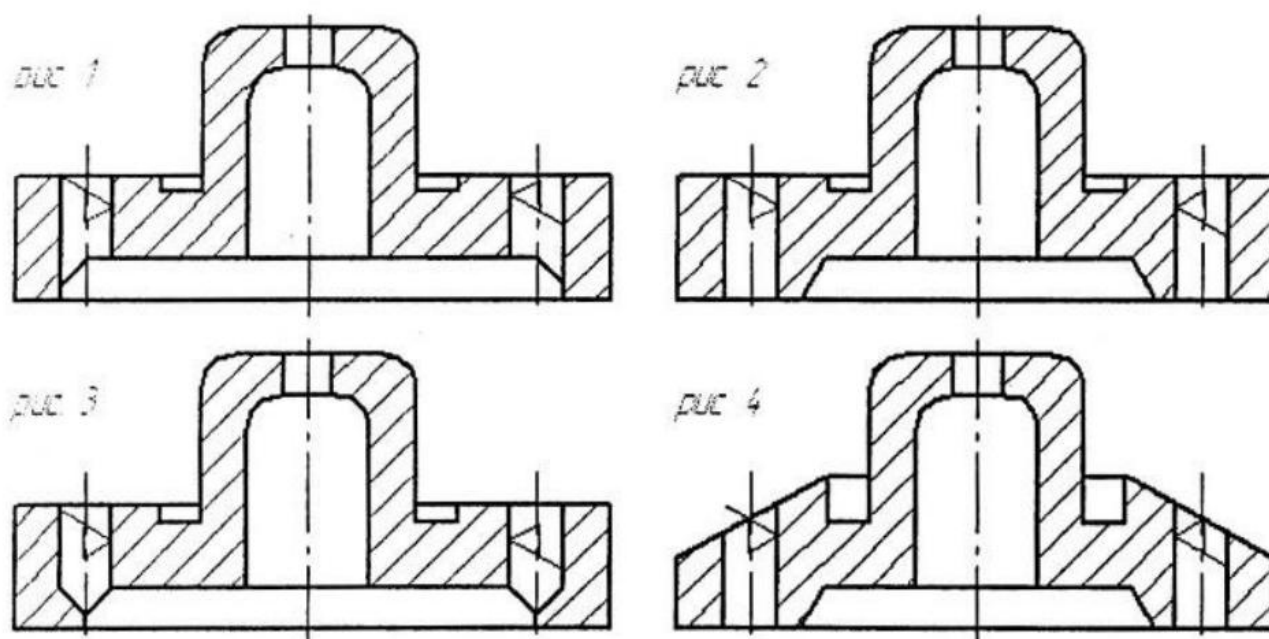


Рисунок 33 – Примеры правильной и неправильной конструкции детали для обработки отверстий

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

Тема: Создание трёхмерных моделей различных типов.

Цель: Изучить создание трехмерных моделей различных типов.

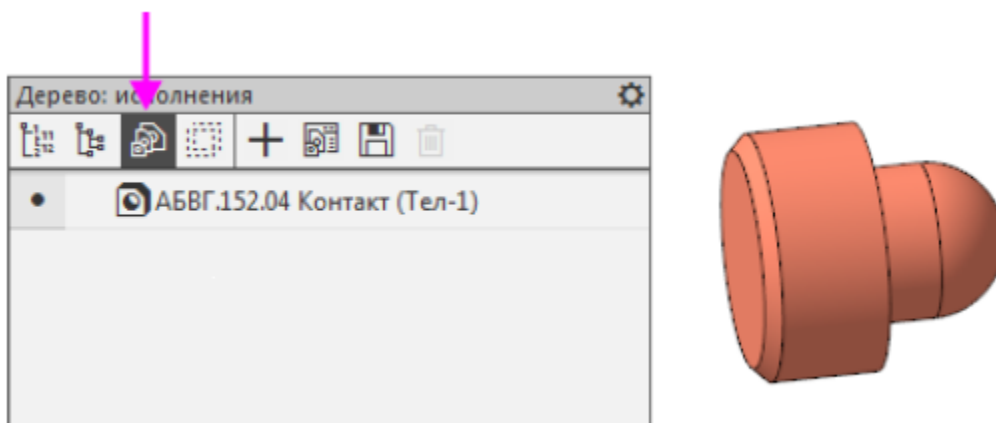
Оборудование: В соответствии с рабочей программой ОП.09 «Основы мехатроники».

Справочный материал

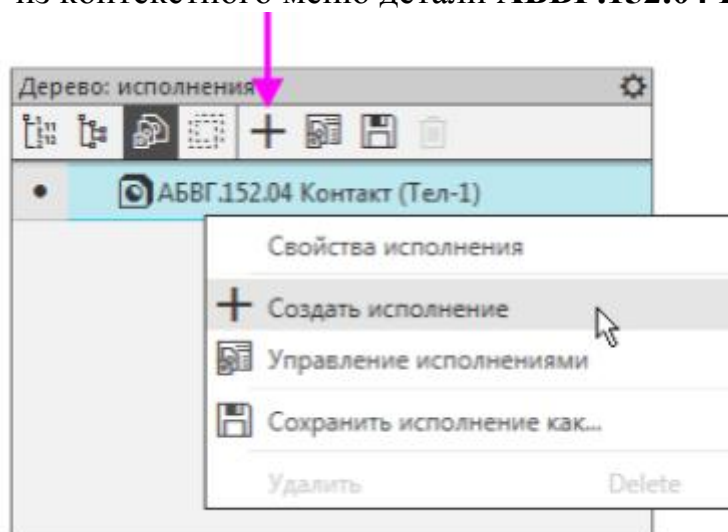
Откройте файл **Контакт.m3d**.

Нажмите кнопку **Исполнения** на инструментальной панели Древа.

Далее следуют пошаговые рисунки выполнения практической работы без нумерации.



Нажмите кнопку **Создать исполнение** на панели Древа или вызовите данную команду из контекстного меню детали **АБВГ.152.04 Контакт**



На Панели параметров появятся элементы управления исполнениями. Создайте независимое исполнение. Для этого установите переключатель **Зависимое исполнение** в положение 0 (отключено).

Параметры

Создать исполнение

Обозначение: АБВГ.152.04-01

Наименован... Контакт

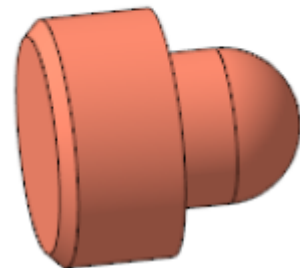
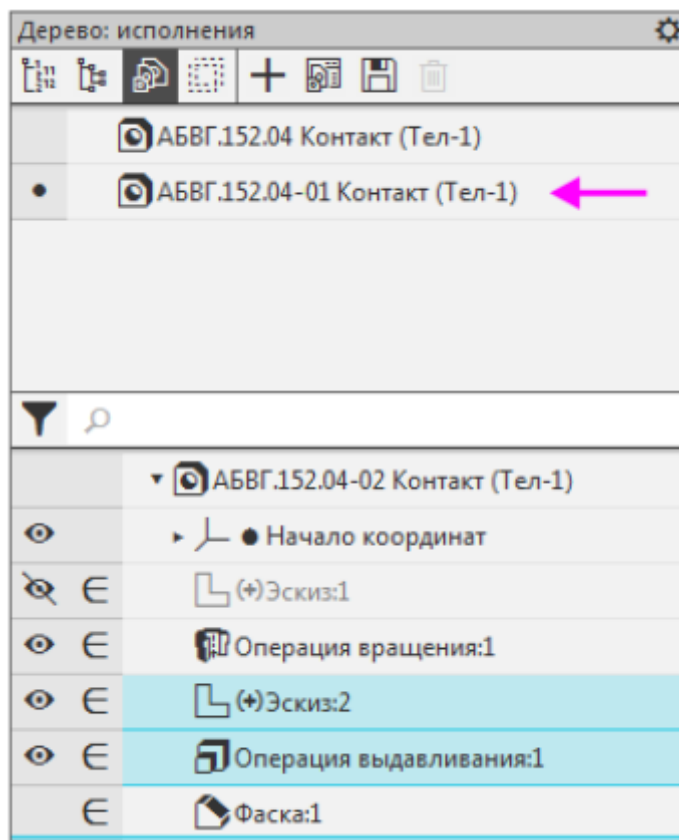
Комментарий:

Зависимое исполнение: ☐ ☒ ←

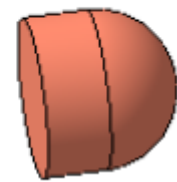
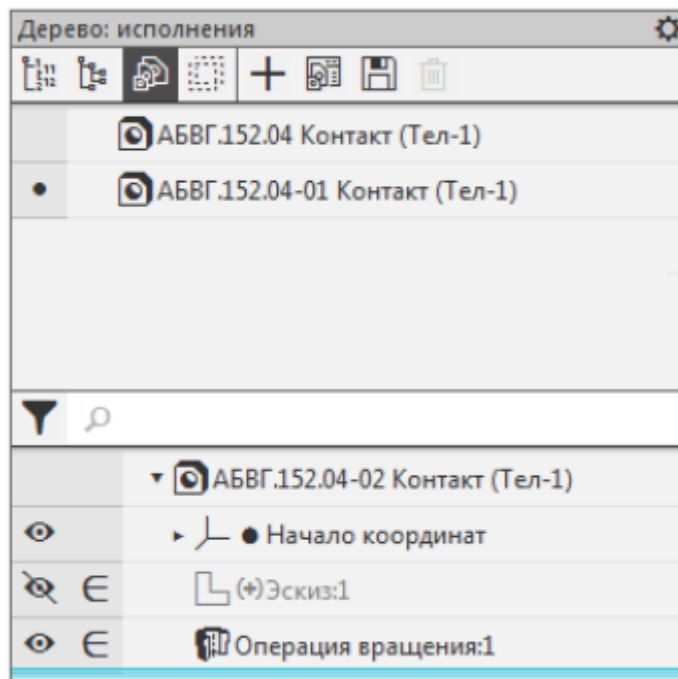
Свойства

Нажмите кнопку **Создать объект**.

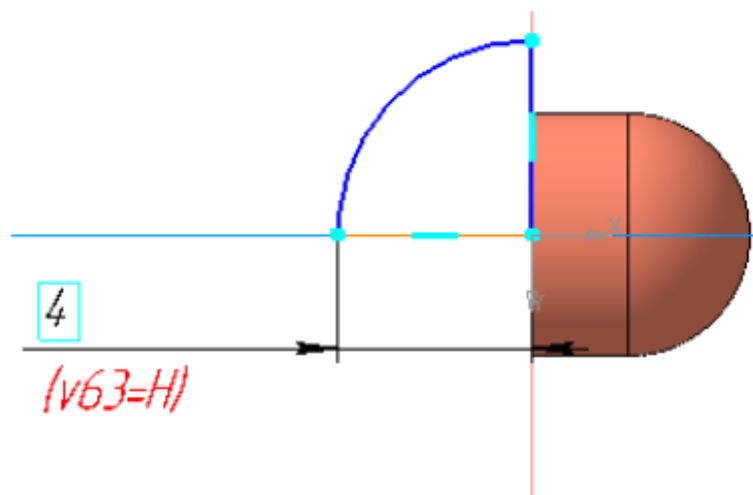
В Дереве появится независимое исполнение **АБВГ.152.04-01 Контакт**.
Удалите в нем Эскиз 2 и Операцию выдавливания 1.



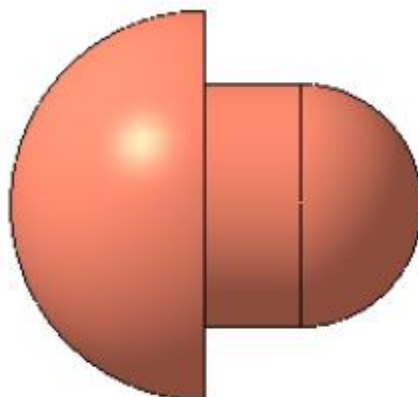
Модель перестроится



Создайте новый эскиз — Эскиз 3. Постройте дугу радиусом 4. Задайте выражение Н.



Вызовите команду **Элемент вращения** и укажите в качестве сечения Эскиз 3.



Активизируйте Панель переменных

Переменные				
Имя Выражение Значение Параметр				
▼ АБВГ.152.04-01 Контакт (Тел-1)				
	Н	4	4	
▶ Начало координат				
▶ Эскиз:1				
▶ Операция вращения:1				
▼ Эскиз:3				
	v62		0	Исключить из расчета
	v63	Н	4	Линейный размер
▶ Элемент вращения:1				

Сделайте текущим исполнение **АБВГ.152.04 Контакт**.

Дерево: исполнения	
<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>	
<input checked="" type="radio"/>	АБВГ.152.04 Контакт (Тел-1)
<input type="radio"/>	АБВГ.152.04-01 Контакт (Тел-1)

Измените в нем значение переменной Н, задав число 5. Перестройте модель.

Имя	Выражение	Значение	Параметр
▼ АБВГ.152.04 Контакт (Тел-1)			
	Н	5	5
▶ Начало координат			
▶ Эскиз:1			
▶ Операция вращения:1			
▶ Эскиз:2			
▶ Операция выдавливания:1			
▶ Фаска:1			

Сделайте текущим исполнение **АБВГ.152.04-01 Контакт**. Убедитесь в том, что значение переменной **Н** в этом исполнении не изменилось и осталось равным 4.

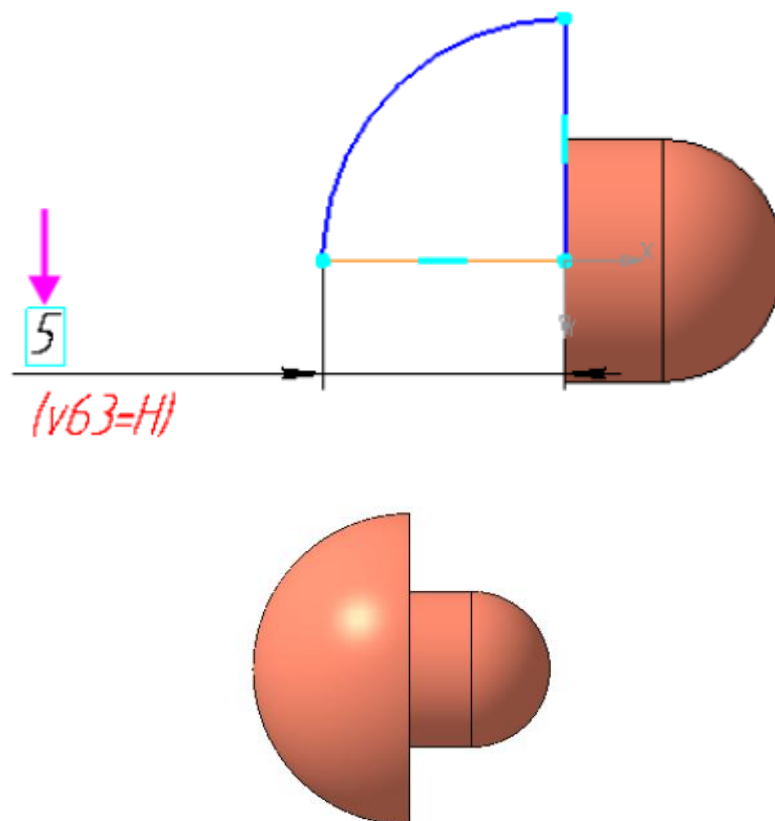
Добавим условие, заключающееся в том, что высота контакта в исходном исполнении **АБВГ.152.04 Контакт** и в исполнении **АБВГ.152.04-01 Контакт** должна быть одинакова и изменяться синхронно.

Чтобы выполнить это условие, в главном разделе Панели переменных для переменной **Н** создайте ссылку на одноименную переменную исходного исполнения **АБВГ.152.04 Контакт**.

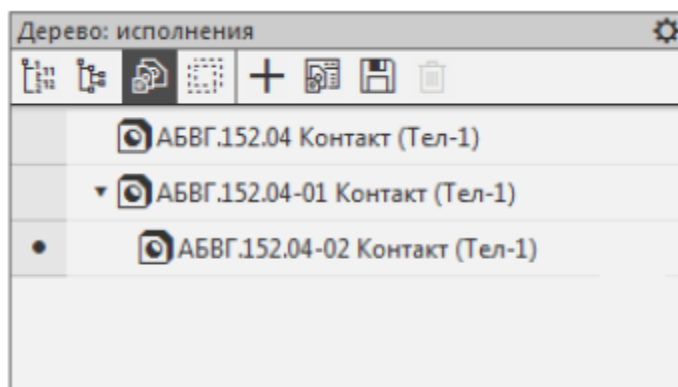
Имя	Выражение	Значение	Параметр
▼ АБВГ.152.04-01 Контакт (Тел-1)			
	Н	D:\КОМПАС...	5
▶ Начало координат			
▶ Эскиз:1			
▶ Операция вращения:1			
▼ Эскиз:3			
	v62		Исключить из расчета
	v63	Н	5
▶ Элемент вращения:1			

Обратите внимание на то, что значения переменной **Н** в исполнениях стали одинаковыми и равными 5.

Перестройте исполнение **АБВГ.152.04-01 Контакт**. В результате значение радиуса **4** в Операции вращения 1 заменится на значение 5.



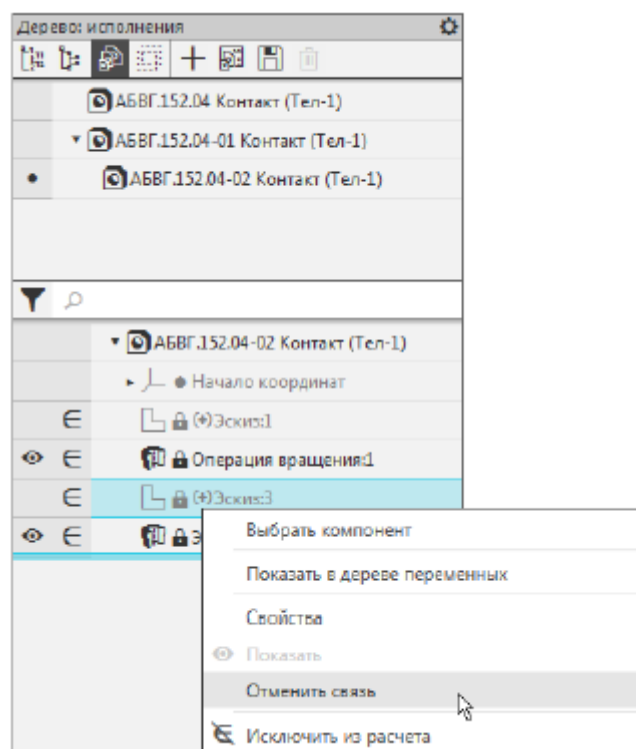
Создайте на основе независимого исполнения **АБВГ.152.04-01 Контакт** зависимое исполнение **АБВГ.152.04-02 Контакт**.



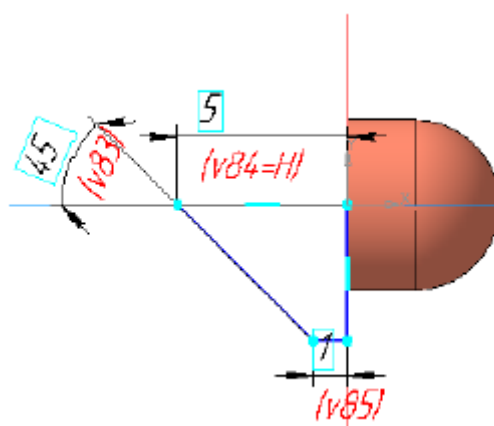
Для переменной **Н** автоматически передалась ссылка на одноименную переменную исходного исполнения.

Связь объекта зависимого исполнения с исходным исполнением можно отменить. После этого объект зависимого исполнения становится доступен для изменения и удаления.

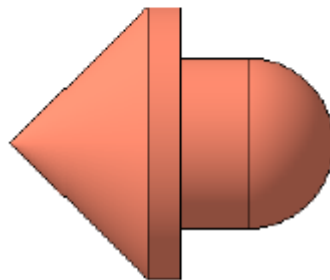
Сделайте текущим исполнение **АБВГ.152.04-02 Контакт**. Вызовите команду **Отменить связь** из контекстного меню Эскиза 3.



Постройте в Эскизе 3 вместо дуги два отрезка. Переменной **Н** задайте расстояние от начала координат до вершины наклонного отрезка.



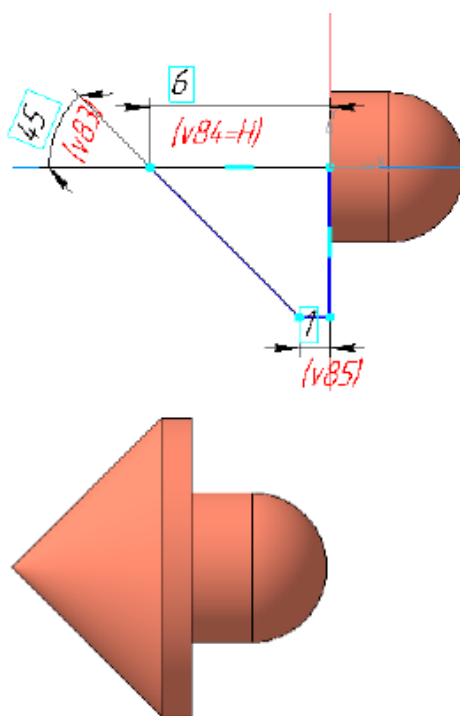
Имя	Выражение	Значение	Параметр
▼ АБВГ.152.04-02 Контакт (Тел-1)			
	H	D:\КОМРА...	5
► Начало координат			
► Эскиз:1			
► Операция вращения:1			
▼ Эскиз:3			
	v62		0 Исключить из расчета
	v83	45	45 Угловой размер
	v84	H	5 Линейный размер
	v85	1	1 Линейный размер
► Элемент вращения:1			



Значения переменных главного раздела Панели переменных можно редактировать, не обращая внимания на тип исполнения (зависимое или независимое) или наличие (отсутствие) связи с объектом модели. Измените значение переменной **H**, задав 6. Перестройте модель.

Имя	Выражение	Значение	Параметр
▼ АБВГ.152.04-02 Контакт (Тел-1)			
i	H	6	6
► Начало координат			
► Эскиз:1			
► Операция вращения:1			
▼ Эскиз:3			
	v62		0 Исключить из расчета
	v83	45	45 Угловой размер
	v84	H	6 Линейный размер
	v85	1	1 Линейный размер
► Элемент вращения:1			

Обратите внимание на то, что модель перестроилась в соответствии с новым значением переменной.



Сохраните изменения в модели.

Содержание работы

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Пр.р.№», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.

2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.

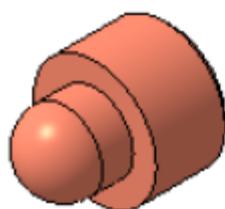
3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.

4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Задание 1.

1. Изучить строение модели.

2. Внести изменения в конструкцию модели, как представлено в справочном материале. Сохранить как новую модель.



Шар 1

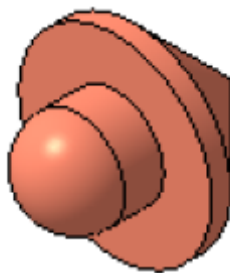


Шар 2

Рисунок 34 – Пример измененной модели по шагам

Задание 2.

1. Внести изменения в конструкцию, как представлено в справочном материале.



Шаг 3

Рисунок 35 – Пример измененной модели по шагам.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

Тема: Создание сборочных трёхмерных моделей.

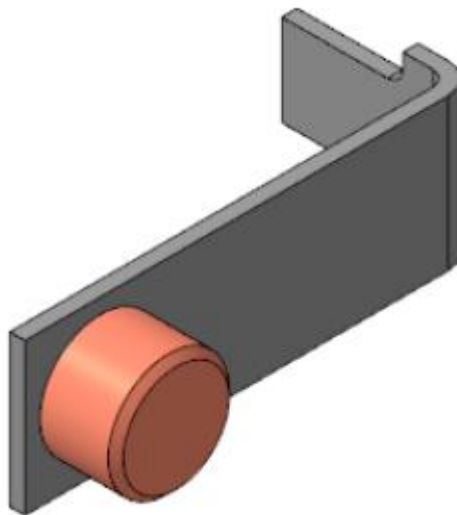
Цель: Изучить создание сборочных трехмерных моделей.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ОП.09 «Основы мехатроники»

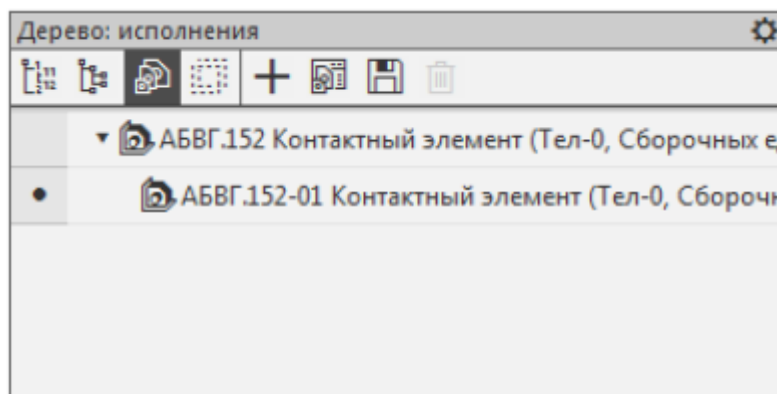
Справочный материал

Откройте файл сборки **Контактный_элемент.а3d**

Далее следуют пошаговые рисунки выполнения практической работы без нумерации.



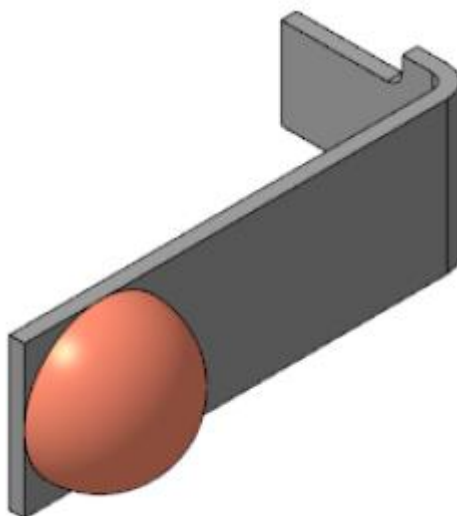
Создайте зависимое исполнение **АБВГ.152-01 Контактный элемент**



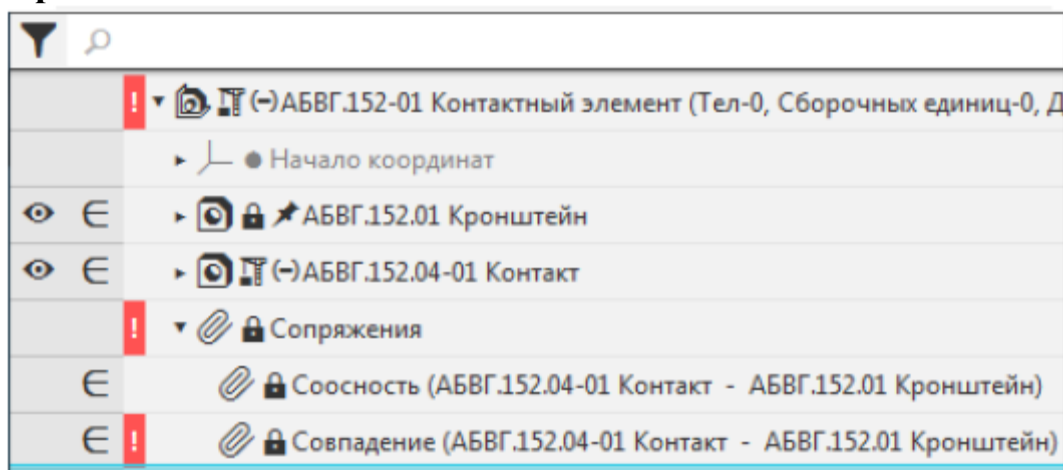
В сборке можно изменять текущие исполнения, входящих вне ее компонентов.

Вызовите команду **Отменить связь** из контекстного меню компонента **Контакт АБВГ.152.04** исполнения **АБВГ.152-01 Контактный элемент**. Затем из контекстного меню этого же компонента вызовите команду **Текущее исполнение**.

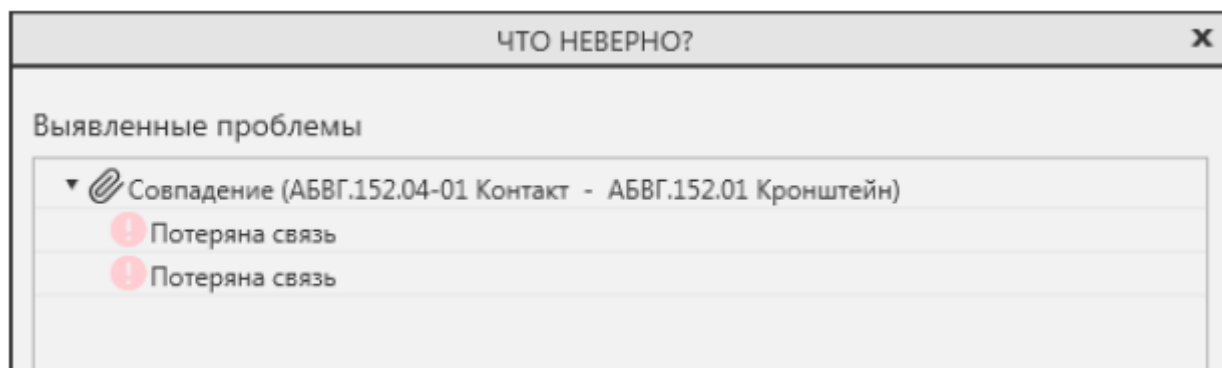
Выберите из списка исполнение **Контакт АБВГ.152.04-01**.
В сборке исходное исполнение компонента заменится на указанное.



Обратите внимание на то, что при замене исполнения в Дереве построения появляется ошибка в сопряжении **Совпадение** компонентов сборки **Контакт–Кронштейн**.



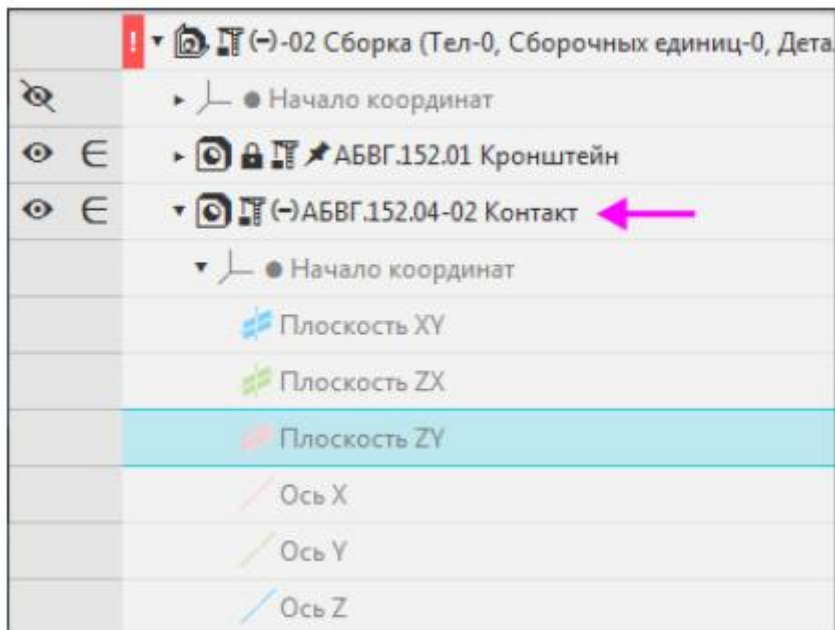
Откройте диалог с описанием ошибок.



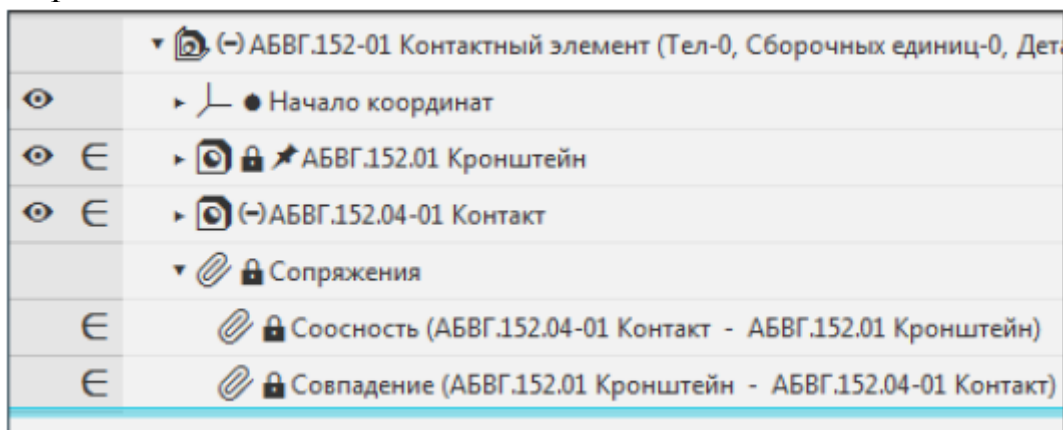
Причиной возникновения ошибки является построение Эскиза 3 в исполнении **Контакт АБВГ.152.04-01** (см. выше).

Чтобы исправить ошибку, грань Контакта задайте **Плоскостью ZY**. Для

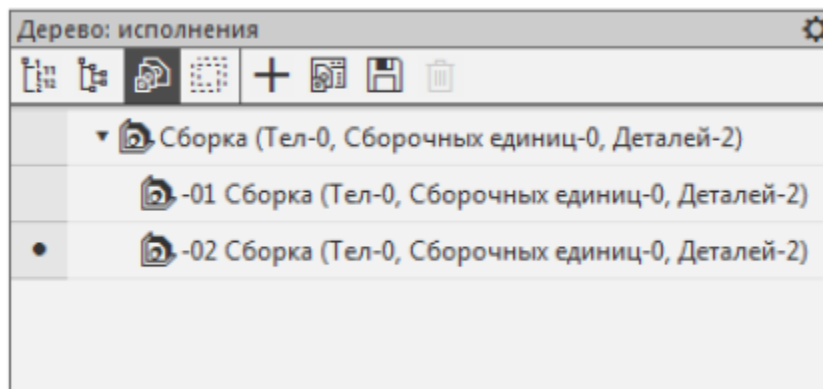
этого отредактируйте сопряжение **Совпадение** следующим образом: вызовите для него команду **Отменить связь**, затем команду **Редактировать**, в качестве второго объекта сопряжения в Дереве построения укажите **Плоскость ZY** модели **Контакт**.



Перестройте модель. Ошибка исчезнет.



Для исполнения **АБВГ.152 Контактный элемент** создайте еще одно зависимое исполнение — **АБВГ.152-02 Контактный элемент**.

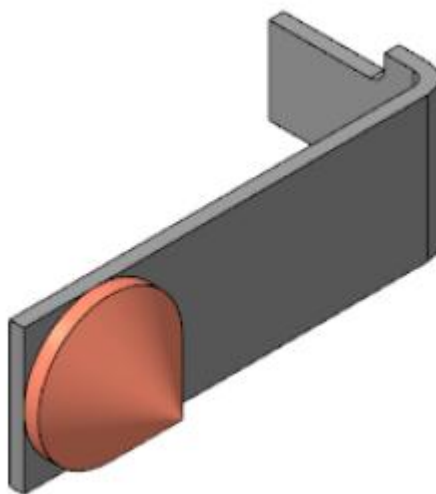


Отмените связь с исходным исполнением для компонента **Контакт**

АБВГ.152.04 и назначьте текущим исполнение **Контакт АБВГ.152.04-02**.

В сборке исходное исполнение компонента заменится на указанное.

Исправьте ошибку в сопряжении **Контакт – Кронштейн**.



Сохраните изменения в модели.

Содержание работы

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Пр.р.№», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.

2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.

3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.

4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Задание 1.

1. Изучить построение сборки

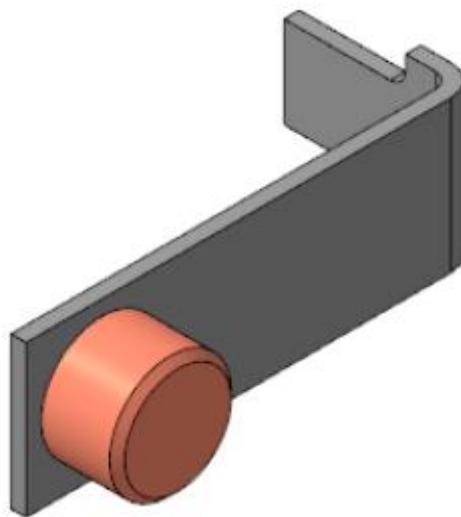


Рисунок 36 – Пример построения сборки

Задание 2.

1. Создать построение сборки с двумя другими моделями «контактными деталями».

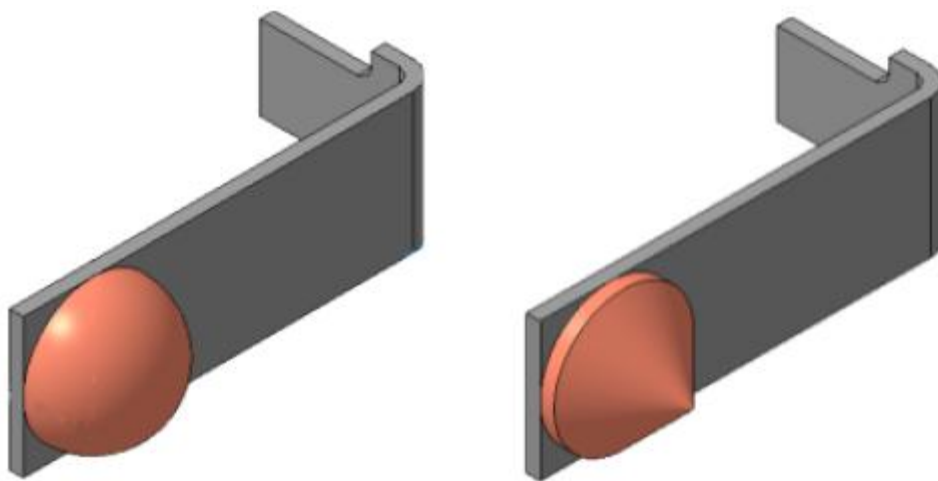


Рисунок 37 – Пример построения сборки с моделями «контактная деталь».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

Тема: Создание технологических моделей на основе трёхмерных моделей.

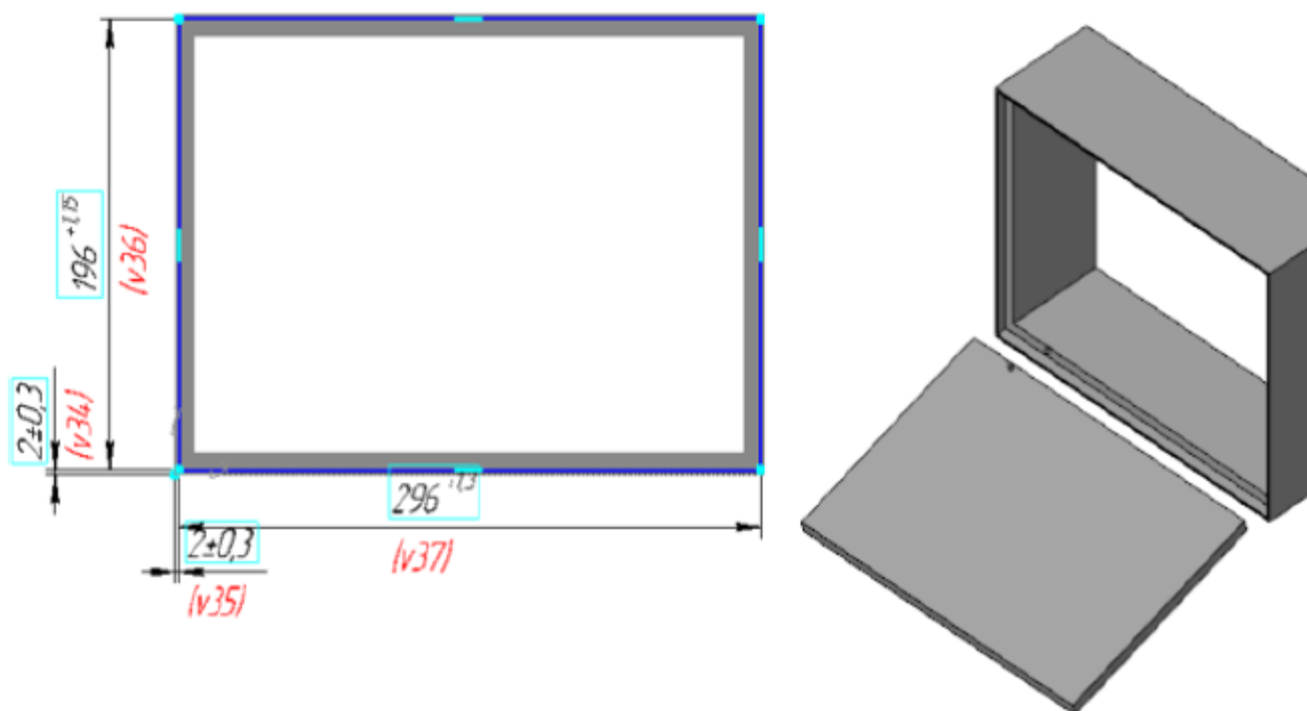
Цель: Изучить создание технологических моделей на основе трехмерных моделей.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ОП.09 «Основы мехатроники»

Справочный материал

В детали Корпус имеется отверстие, а в детали Крышка — стержень. Отверстие и стержень представляют собой «ключ», обеспечивающий правильное совмещение Крышки с Корпусом.

В КОМПАС-3D возможны три системных пересчета размеров: в середину поля допуска, по верхнему пределу и по нижнему пределу, а также для произвольных сочетаний состояний размеров (пользовательские допуски). Это применяется при оценке собираемости изделий, подготовке или создании технологической оснастки и т.д.



Задача выполняется на основе двух моделей: **Корпус.m3d** и **Крышка.m3d**.

Задача. Создать сборку **Корпус с крышкой** и обеспечить в ней собираемость деталей.

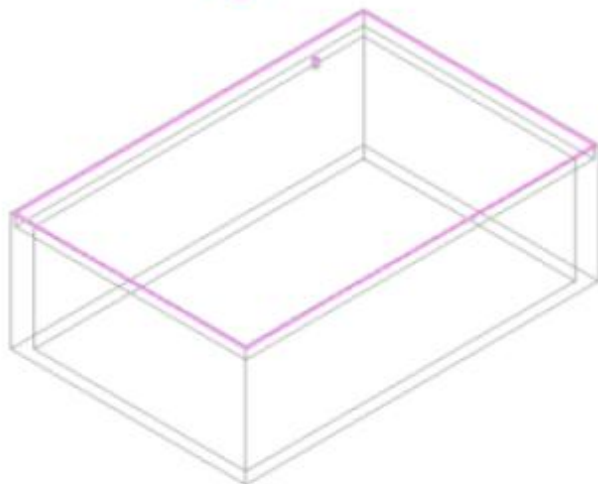
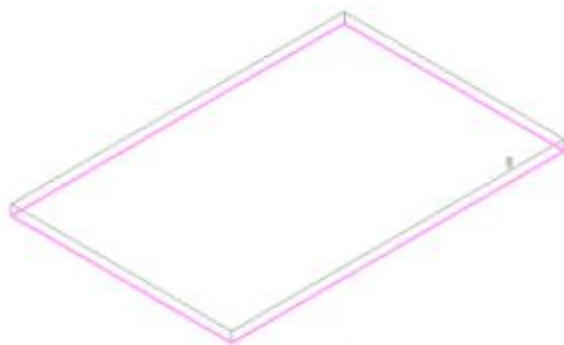
1. В деталях **Корпус** и **Крышка** у размеров эскизов настраиваются требуемые значения допусков.

2. Создается сборка **Корпус_с_крышкой.a3d**. Корпус и Крышка последовательно вставляются в сборку. Корпус вставляется в начало координат сборки и автоматически фиксируется. Крышка через сопряжения позиционируется относительно Корпуса.

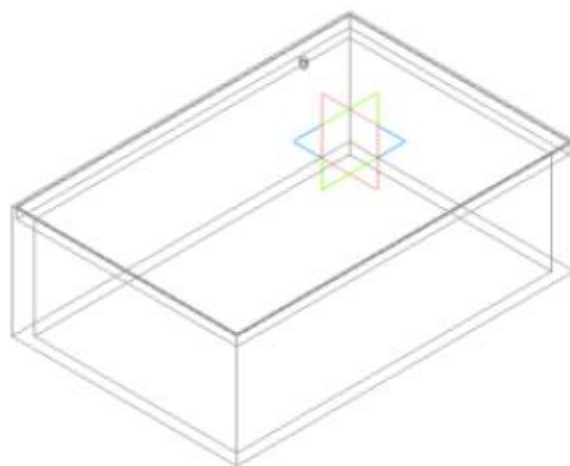
3. Сборка проверяется на собираемость для системных пересчетов размеров: **по верхнему пределу и по нижнему пределу** и для пользовательских пересчетов **Корпус по нижнему пределу - Крышка по верхнему пределу**;

Корпус по верхнему пределу - Крышка по нижнему пределу. Подтверждается, что в сборке присутствуют коллизии.

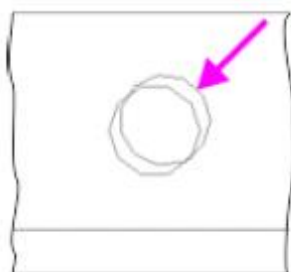
4. В Эскизе 3 детали **Корпус** значение диаметра окружности увеличивается до **5**. Сборка Корпус с крышкой повторно проверяется на предмет коллизий. Определяется, что коллизии устранены.



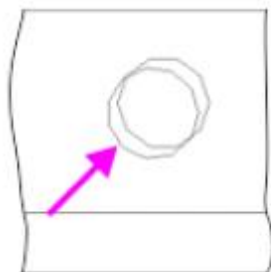
Шаг 1



Шаг 2



Пользовательский 1



Пользовательский 2

Шаг 3



Пользовательский 1



Пользовательский 2

Шаг 4

Исходные файлы и результат построения находятся в папке
 \Tutorials\Приемы работы в КОМПАС-3D\5 Корпус с крышкой.

Содержание работы

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Пр.р.№», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.

2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.

3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.

4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Задание 1.

1) Создать 3D модель по указанным размерам.

2) Получить 3D модель, используя метод выдавливания, вырезать выдавливанием.

3) Проставить основные размеры.

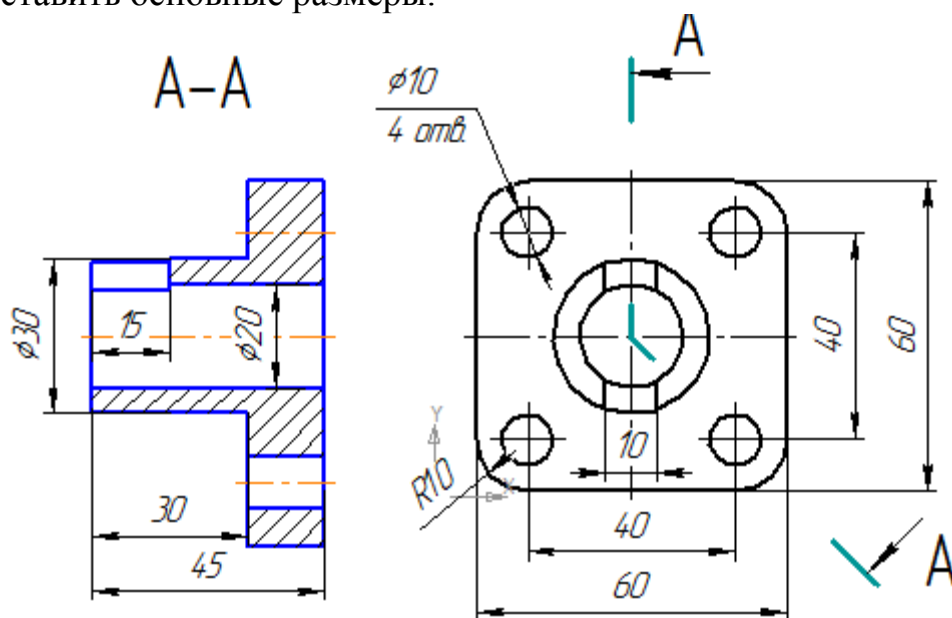


Рисунок 38 – 2D Деталь с размерами «Фланец»

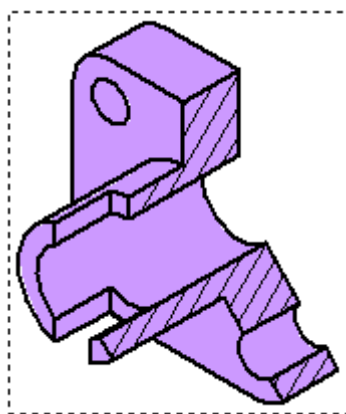


Рисунок 39 – Деталь «Фланец» в разрезе.

Задание 2.

- 1) Создать 3D модель по указанным размерам.
- 2) Получить 3D модель, используя метод выдавливания, вырезать выдавливанием.
- 3) Проставить основные размеры.

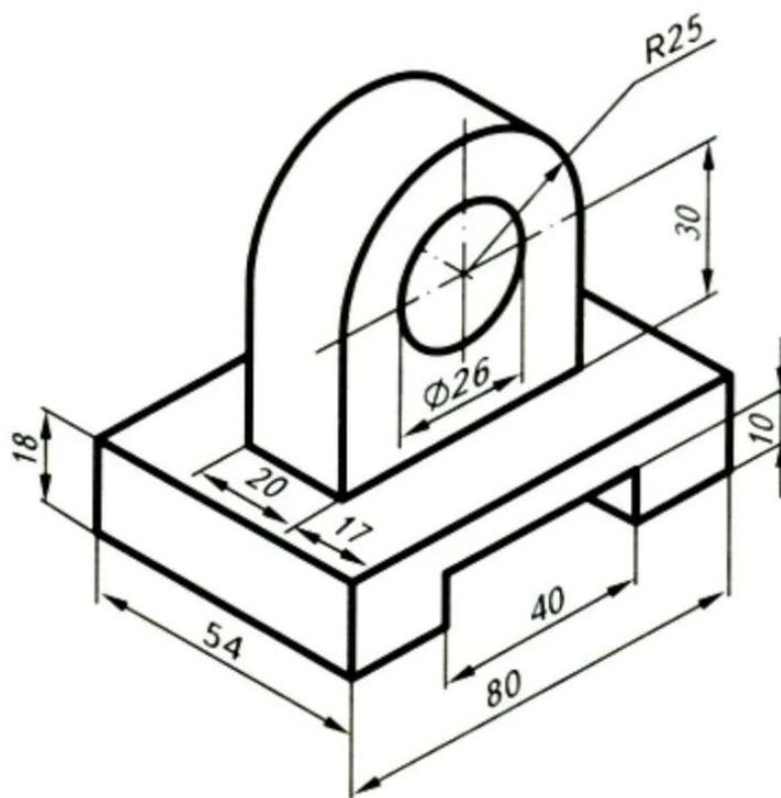


Рисунок 40 – Деталь «Опора»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12

Тема: Проверка модели на ошибки методом имитации

Цель: Изучить и проверить модели на ошибки методом имитации.

Оборудование: В соответствии с рабочей программой ОП.09 «Основы мехатроники»

Справочный материал

При выполнении ответственных инженерных расчетов численными методами для обоснования корректности расчетных моделей рекомендуется применять процедуру **верификации** и **валидации** модели, разработанную и предложенную ведущими мировыми организациями в области инженерных расчетов - NAFEMS (International Association for the Engineering Modelling, Analysis and Simulation Community) и ASME (American Society of Mechanical Engineers).

Исследователь-расчетчик последовательно создает **расчетную схему** и два вида моделей – математическую и численную. **Математическая модель** — математическое представление реального объекта или системы. **Численная модель** - программный код, реализующий представление объекта или системы в форме, приближенной к алгоритмическому описанию, включающей набор данных, характеризующих свойства системы и динамику их изменения со временем.

Применительно к данным видам моделей для проверки их адекватности используются подход **верификации** и **валидации**. Верификация проводится в области математики, а валидация – в области физики.

Верификация

Верификация – процесс установления соответствия между численной моделью и математической моделью.

Как следует из данного определения, процесс верификации позволяет достичь уверенности в корректности численной модели. Процесс верификации модели состоит из двух шагов:

- **Верификация программного кода** для подтверждения того, что математические модели и алгоритмы численного решения систем уравнений работают корректно;
- **Верификация вычислений** для подтверждения того, что дискретизация расчетной области выполнена корректно, и дискретное решение с необходимой степенью точности соответствует математической модели.

Верификация программного кода

Проведение **верификации программного кода** относится к области ответственности разработчика программного обеспечения, который должен

использовать современные методики и системы управления качеством, а также проводить тщательное тестирование каждого релиза программного кода.

Пользователи программного обеспечения также должны осознать, что несут часть ответственности за верификацию программного кода, даже в случаях, когда у них нет доступа к исходному коду. Одним из распространенных способов верификации программного кода является сравнение результатов расчета с аналитическим решением. Подобное сравнение является основным способом пользовательского тестирования. К сожалению, сложность большинства доступных аналитических решений задач физики затрудняет их использование даже для относительно стандартных возможностей большинства современных коммерческих программных продуктов. Сравнение численного и аналитического решений возможно только для простых - модельных и тестовых задач.

Верификация вычислений

Второй составляющей процесса верификации является **верификация вычислений** – определение точности численного решения для заданной дискретизации расчетной области. Численное и аналитическое решения *a priori* отличаются, поскольку дискретное решение является лишь аппроксимацией аналитического. Поэтому целью верификации вычислений является установление количественного значения погрешности для заданной дискретной модели.

Погрешности, связанные с дискретизацией, наиболее часто определяются путем сравнения полученного численного решения с другими численными решениями на двух дополнительных дискретных моделях (вычислительных сетках) с уменьшенным размером ячейки (элемента). Целью сравнений решений на различных сетках является определение **практической сходимости решения** в интересующей исследователя области. Основная ответственность за верификацию вычислений лежит на исследователе – пользователе программного продукта. При том, что разработчик программного кода, несомненно, должен отвечать за корректность разработанных алгоритмов, он не может нести ответственность за то, что созданная пользователем расчетная сетка (дискретная модель) будет достаточно качественной для достижения алгоритмической точности. Таким образом, за ошибки в расчетах вследствие грубой или некорректно созданной расчетной сетки, полностью отвечает пользователь программного продукта. Недостаточные исследования чувствительности численного решения к размеру элемента расчетной сетки являются наиболее часто встречающимся упущением исследователей при проведении расчетов численными методами, при том, что данная техника верификации достаточно проста для реализации.

Валидация

Валидация – процесс определения степени соответствия расчетной модели реальному физическому объекту в рамках области планируемого

использования данной модели.

Ни один из этапов верификации не позволяет определить, насколько выбранные модели адекватны объекту исследования. Оценка соответствия численной модели реальному миру относится к задачам валидации, которая позволяет определить, насколько физические явления и законы, включенные исследователем в расчетную модель, соответствуют постановке исходной задачи и достаточны для получения требуемых решений.

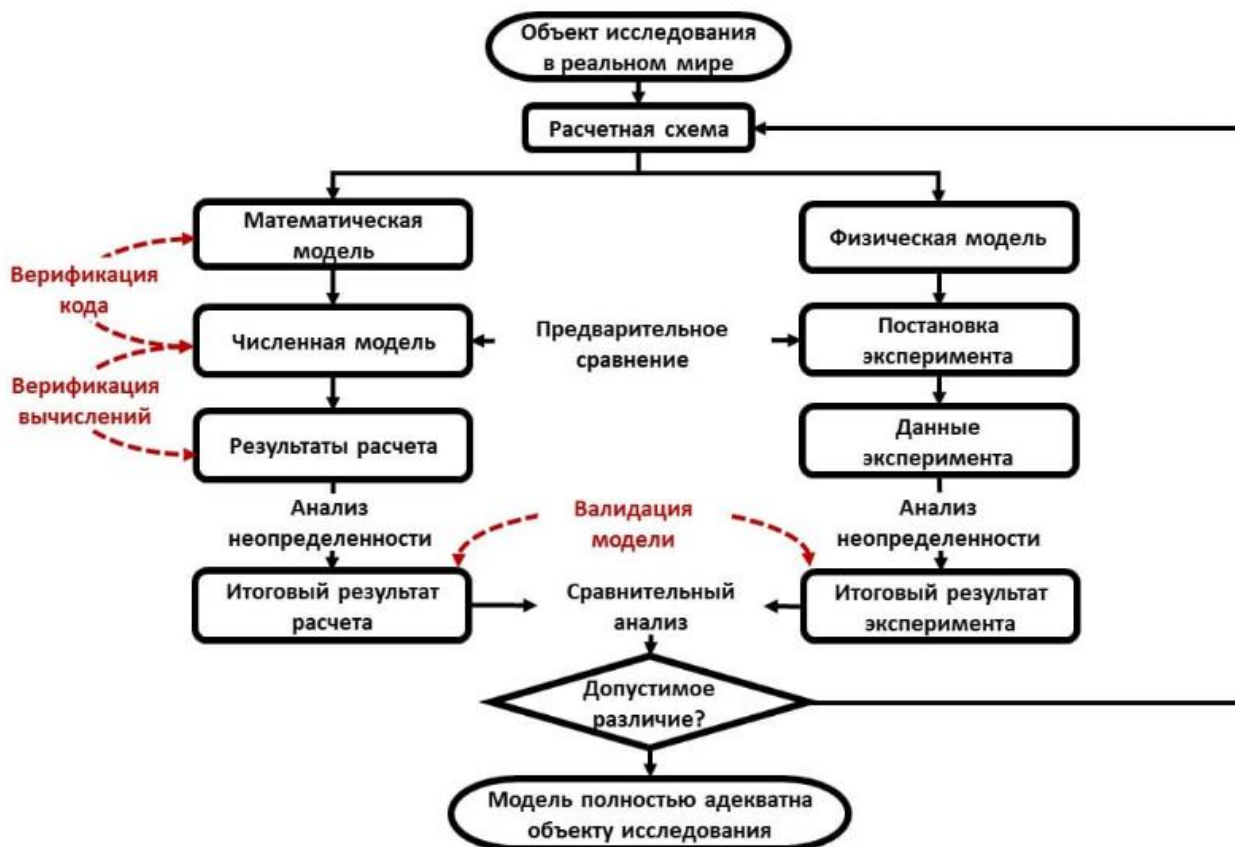


Рисунок 41 – Схема способа взаимодействия физической и математической дисциплин в процессе верификации и валидации

После выбора расчетной схемы процесс верификации и валидации расходится на две ветви. Левая ветвь относится к области математического моделирования, а правая – к области физического эксперимента. В конечном итоге лишь физические наблюдения могут подтвердить или опровергнуть адекватность выбранной расчетной схемы и математической модели для представления объекта исследования. Тесное взаимодействие инженеров-расчетчиков и экспериментаторов требуется на всех стадиях процедуры верификации и валидации, т.к. математическая и физическая модели обязательно будут отличаться. Как простой пример, рассмотрим задачу нагружения балки, заделанной на одном конце. С точки зрения математика граничное условие заделки является тривиальным, но в физической лаборатории не существует оборудования, обеспечивающего такое явление как полная заделка, вследствие конечной жесткости оборудования и трехмерного характера физической модели, в отличие от математической модели балки.

Таким образом, некоторые элементы расчетной схемы достаточно просто включить как в математическую, так и в физическую модель, а иные – гораздо сложнее. Для понимания природы этих расхождений и их возможного устранения должны проводиться предварительные расчеты, что отражено на схеме.

Также крайне важно, чтобы результаты эксперимента не были бы известны расчетчикам заранее, до получения численного решения. Основная причина этого – убедиться в "предсказательных возможностях" численной модели. Если результаты эксперимента известны расчетчику заранее, что естественным будет желание «настроить» модель на конкретный результат. Это снижает уровень доверия к численной модели.

Дополнительно важно отметить, что в моделировании и эксперименте важна роль неопределенности и, как следствие - повторяемости результатов. Ожидается, что при проведении одного и того же эксперимента результаты должны в определенной степени коррелировать между собой. Степень корреляции необходимо измерять. Точно также любая численная модель содержит ряд параметров (например, свойства материалов), которые являются в реальном мире не детерминистическими, а стохастическими величинами. Соответственно, при проведении численного моделирования необходимо проводить оценку чувствительности решения к неопределенности исходных данных.

Содержание работы

1. Откройте новый документ Word, выполните настройку документа и заполните необходимую информацию согласно методических указаний. Сохраните документ в папке «Мои документы» с именем «Фамилия, группа, Пр.р.№», не забывайте периодически сохранять документ в процессе выполнения работы.

2. Внимательно изучите краткие теоретические сведения.

3. Оформите предложенный текст в соответствии с требованиями к проекту.

4. Сделайте выводы, подготовьтесь к защите.

Задание 1.

1) Создать 3D модель по указанным размерам.

2) Получить 3D модель, используя метод выдавливания, вырезать выдавливанием.

3) Проставить основные размеры.

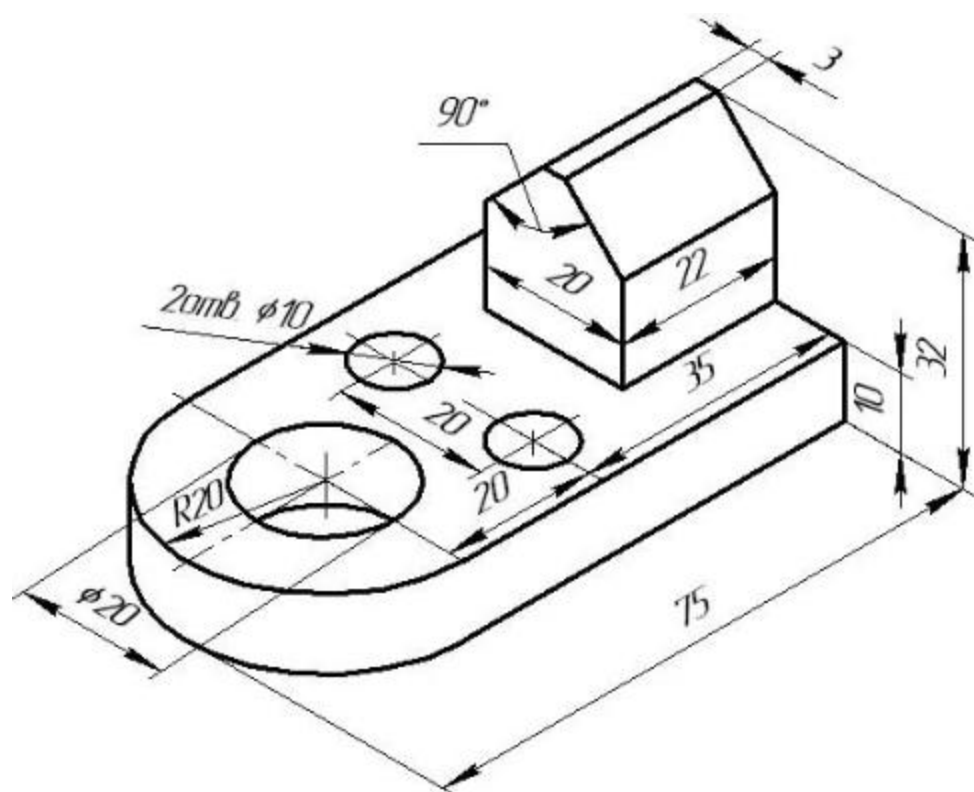


Рисунок 42 – Деталь «Опора»

Задание 2.

- 1) Создать 3D модель по указанным размерам.
- 2) Получить 3D модель, используя метод выдавливания, вырезать выдавливанием.
- 3) Проставить основные размеры.

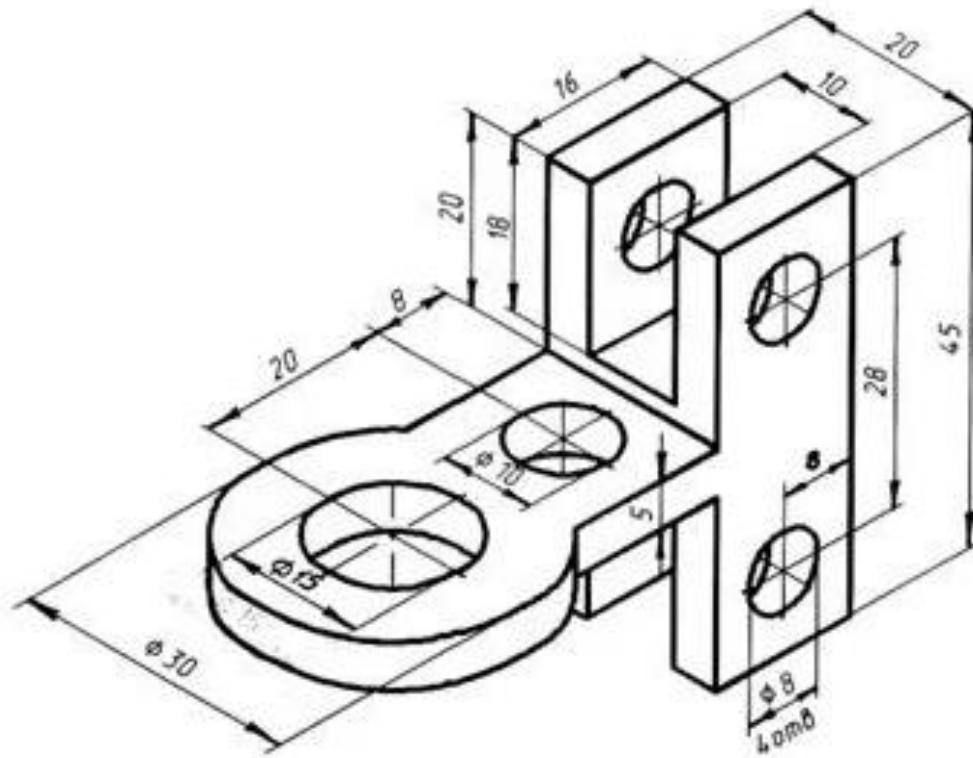


Рисунок 43 – Деталь «Кронштейн»

Информационное обеспечение обучения

Печатные издания

Основные учебные издания

1. Основы мехатроники : учебное пособие для СПО / И. В. Абрамов, А. И. Абрамов, Ю. Р. Никитин, С. А. Трефилов. — Саратов : Профобразование, 2021. — 179 с. — ISBN 978-5-4488-1299-6. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/108053>.

Дополнительные учебные издания

2. Маслов, А. Р. Технологическое оборудование автоматизированного производства : учебное пособие для СПО / А. Р. Маслов. — Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 103 с. — ISBN 978-5-4488-0977-4, 978-5-4497-0832-8. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/102248>

3. Жежера, Н. И. Микропроцессорные системы автоматизации технологических процессов : учебное пособие / Н. И. Жежера. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 240 с. — ISBN 978-5-9729-0517-1. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/98426>.

4. Головицына, М. В. Интеллектуальные САПР для разработки современных конструкций и технологических процессов : учебное пособие для СПО / М. В. Головицына. — Саратов : Профобразование, 2021. — 248 с. — ISBN 978-5-4488-0997-2. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/102190>

5. Белов, П. С. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов : учебное пособие для СПО / П. С. Белов, О. Г. Драгина. — Саратов : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 133 с. — ISBN 978-5-4488-0430-4, 978-5-4497-0379-8. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/89237>

Электронные издания (электронные ресурсы)

6. ЭБС - <https://www.iprbookshop.ru>.
7. ЭБС - <https://book.ru>.
8. ЭБС - <https://profspo.ru>.
9. ЭБС - <https://znanium.com/>