





# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ РАЗРАБОТАНЫ:



Алымова Ольга Владимировна, старший преподаватель кафедры Моделирования и проектирования энергетических установок

**Чахеев Евгений Яковлевич**, старший преподаватель кафедры Моделирования и проектирования энергетических установок

Кондрат Андрей Андреевич, ассистент кафедры Вычислительных машин, систем и сетей

Никитин Иван Алексеевич, ведущий инженер научно-исследовательской лаборатории «Паровых и газовых турбин»



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Условие демонстрационного варианта 1	5
Пример решения демонстрационного варианта 1	
Задание №1	9
Задание №2	30
Задание №3	32
Условие демонстрационного варианта 2	44
Пример решения демонстрационного варианта 2	
Задание №1	47
Задание №2	69
Задание №3	71
Условие демонстрационного варианта 3	74
Пример решения демонстрационного варианта 3	
Задание №1	77
Задание №2	94
Задание №3	96
Часто встречающиеся ошибки и рекомендации	101

#### введение

Методические рекомендации по использованию демонстрационных материалов и проведению практического этапа Московского конкурса межпредметных знаний «Интеллектуальный навыков И мегаполис. Потенциал» (далее – Конкурс) предназначены для участников Конкурса и учителей, ведущих профильную подготовку учащихся предпрофессиональных (инженерных) классов, с целью разъяснения хода решения заданий трёх демонстрационных вариантов кейса №2 по элективному курсу «Технологии современного производства», возможных трудностей при подготовке к Конкурсу, типичных ошибок, методики оценки.

Каждый вариант кейса состоит из трёх заданий. Для успешного выполнения задания №1 необходимо иметь представление о расположении видов на чертеже, что поможет правильно понять форму детали по двум представленным видам.

Основные виды – это виды, которые получаются при проецировании вдоль координатных осей на перпендикулярные к ним плоскости проекций.



Рис. 1

На рис. 1а показан пространственный объект и плоскости проекций с видами, а на рис. 16 – расположение видов на плоскости чертежа в соответствии с ГОСТ 2.305–2008.

Основные плоскости проекций – фронтальная (1), горизонтальная (2), профильная (3) и три им параллельные (грани куба).

ГОСТ 2.305–2008 устанавливает следующие названия видов: 1) вид спереди; 2) вид сверху; 3) вид слева; 4) вид справа; 5) вид снизу; 6) вид сзади.

Во время выполнения заданий кейса №2 разрешается использовать системы автоматизированного проектирования (САПР) КОМПАС-3D и T-FLEX CAD (любые версии), слайсер Ultimaker Cura (любые версии).

В данных методических рекомендациях разбирается решение заданий кейса, включая основные приемы трёхмерного моделирования деталей и сборочных единиц, в системе КОМПАС-3D. По <u>ссылке</u> можно скачать детальное руководство пользователя по работе в данной САПР.

Для выполнения работы в системе автоматизированного проектирования T-FLEX CAD можно воспользоваться учебным пособием.

Обобщённый план конкурсных материалов ДЛЯ проведения практического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» в номинации «Инженерный класс» направлений для «Инженерно-техническое» И «Курчатовские классы» представлен в Таблице 1. Максимальный балл за правильное выполнение работы – 60 баллов.

№ задания	Уровень сложности	Кодификатор	Контролируемые требования к проверяемым умениям	Балл за правильное выполнение
1.	Углубленный	3D-моделирование	Создание трёхмерной модели детали в программе для трёхмерного проектирования (САПР) по чертежу	35
2.	Базовый	3D-моделирование	Назначение материала и определение площади и объёма созданной модели детали средствами САПР	15
3.	Базовый	3D-моделирование, 3D-печать	Создание трёхмерной сборки из отдельных деталей Импортирование созданной модели детали в формат, подходящий для 3D-печати. Задание параметров печати на 3D-принтере Проведение статического расчёта прочности детали средствами САПР	10

Таблица 1. Обобщённый план конкурсных материалов

#### УСЛОВИЕ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ВАРИАНТА 1

1. Постройте 3D-модель по заданному чертежу (рис. 2). Сохраните полученную модель детали в формате выбранной САПР: \*.m3d для КОМПАС-3D или \*.grs, \*.grb для T-FLEX CAD.

2. Назначьте из библиотеки материалов для построенной модели детали материал *Сталь 10 ГОСТ 1050-2013* и определите площадь и объём созданной модели детали при помощи команд используемой САПР. Необходимо предоставить снимок экрана (скриншот) с требуемыми параметрами.

3. Создайте трёхмерную сборку по чертежу (рис. 3) и спецификации (рис. 4). Все требуемые для сборки детали, кроме *корпуса*, готовы и предоставляются участнику в формате \*step.

Критерий	Количество снижаемых баллов
Ошибка в размере трёхмерной модели детали	-3 балла за каждую
или отсутствие какого-либо элемента	ошибку
(ребро жёсткости, отверстие и т.д.)	
Неверно назначен материал, указанный в	-5 баллов
задании	
Наличие пересечений в сборке	-2 балла за каждый
	случай пересечения
Несоответствие трёхмерной сборки	-2 балла
сборочному чертежу	
(положение гаек и болтов)	
Предоставление на проверку файлов в иных	-10 баллов
форматах, не указанных в задании	

#### Критерии снижения оценки за выполнение заданий



Рис. 2. Чертёж для создания 3D-модели



Рис. 3. Сборочный чертёж

	φαρνιαπ.	Зана. Поз.	Обозначен	ние Наименование	Кол	Приме чание
å. npumen.				<u>Документация</u>		
(Tep.	A3	0		Сборочный чертеж		
	╢			Детали		
N <sup>n</sup>	A3	1		Основание Корпцс	1	
(npab.)				Стандартные изделия	,	
		3		Болт M8x55 ГОСТ 15591-7 Гайка М8x1 6H ГОСТ 5015 7	704	
		5		Шайба С.8 ГОСТ 11371-7	0 4 78 4	
i dama		0				
llodn. L						
D. Nº dyon.		5	×			
10. N° MHI	╂	_				
BJAM. UN	H	0				
, u dama						
Nodn	Изм	Лист	№ докум. Подп. Дат	Демо-вариант	1	
HÖ. N <sup>u</sup> nodn.	Разј Прој Н.ко	паб. в. нтр.		Спецификация Ни	Лист ИЧ "	<u>Листо</u> 1 М <b>ЭИ</b> "

Рис. 4. Спецификация

## ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЯ №1



1. В САПР КОМПАС-3D создаём документ «Деталь» (рис. 5).

Рис. 5

При создании трёхмерной модели детали придерживаемся следующего принципа: сначала добавляем материал, затем удаляем (выполняем различные отверстия).

2. Выбираем плоскость ХҮ, создаём эскиз (рис. 6).



Рис. 6

3. Создаём эскиз основания детали при помощи команды «Прямоугольник по центру и вершине». Начало координат находится в точке пересечения диагоналей (рис. 7).



Рис. 7

4. Проставляем размеры основания и при помощи команды «Фаска» отсекаем углы прямоугольника (рис. 8).



Рис. 8

5. Создаём окружность диаметром 10 мм при помощи команды «Окружность». При помощи команды «Отрезок» добавляем две осевые линии, идущие из начала координат (рис. 9).



Рис. 9

6. Симметрично отображаем окружности относительно осевых линий при помощи команды «Зеркально отразить». Для этого нажимаем пиктограмму «Зеркально отразить», затем нажатием левой клавиши мыши выбираем окружность, подтверждаем выбор зелёной галочкой и щёлкаем на ось, относительно которой выполняем отражение (рис. 10).



Рис. 10

7. Повторяем те же действия уже для двух окружностей.

8. Далее при помощи команды «Авторазмер» проставляем размеры между центрами окружностей (рис. 11).



Рис. 11

9. Завершаем построение эскиза нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 12).



Рис. 12

10. Выдавливаем контур основания на высоту 20 мм при помощи команды «Элемент выдавливания». Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку (рис. 13).



Рис. 13

### 11. На верхней плоскости основания создаём ещё один эскиз (рис. 14).



Рис. 14

12. Из начала координат строим окружность диаметром 80 мм при помощи команды «Окружность» (рис. 15).



Рис. 15

13. Завершаем построение эскиза нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 16).



Рис. 16

14. При помощи команды «Элемент выдавливания» выдавливаем эскиз с окружностью на высоту 90 мм. Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку (рис. 17).

🔯 Файл Правка В	ыделить Вид	Эскиз Мод	елирование	Оформление	Диагностика	Управление Настройк	а Приложения	Окно	Справка	
🛅 🗾 💽 Методичка	a sap1.m3d 🗙						45,000			
■ Твердотельное моделирование Каркас и поверхности Ц. Инструменты эскиза		Автолиния Окружност Прямоугол	ыник ССК	немент идавливания идавливанием кругление	Придать толщину Отверстие простое Полное скругление	<ul> <li>Ребро жесткости</li> <li>Сечение</li> <li>Уклон</li> </ul>	<ul> <li>Добавить деталь-заг</li> <li>Оболочка</li> <li>Булева операция</li> </ul>	готов	Точка по координатам Контур Спираль цилиндрическ	Массив по сетке Копировать объекты Коллекция геометрии
нараметры	Системная и	Эскиз	4		эле	ементы тела		• •	Элементы каркаса	Массив, копирование
Элемент выдавливани           ƒx           ■           •	а нат. ние Эскиз:2		2 ≝ ✓× ⊑ ⊑			40				
Направлени Обр Сна постоян Ресстояние : Угол Симметриин Второе направлени Тонкостенин злеме	ИД Эслия.2 Ф 9 9 9 0 10: 0 10: 0 10: 0 10: 0 10: 0 10: 0 10: 0 10: 0 10: 0 10: 0 10: 0 10: 10:	× ф			0					

Рис. 17

15. В плоскости ZX создаём новый эскиз (рис. 18).



Рис. 18

16. При помощи команды «Отрезок» строим контур для ребра жёсткости. Задаём угол наклона относительно горизонта, равный 55 градусов (рис. 19).



Рис. 19

17. Завершаем построение эскиза нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 20).



Рис. 20

18. При помощи команды «Ребро жёсткости» выполняем построение ребра жёсткости толщиной 20 мм. Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку (рис. 21).



Рис. 21

19. При помощи команды «Зеркальный массив» отражаем ребро жёсткости относительно плоскости ZY. Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку (рис. 22).



Рис. 22



20. В верхней части цилиндра создаём новый эскиз (рис. 23).

Рис. 23

21. Из начала координат строим окружность при помощи команды «Окружность». С помощью команды «Диаметр» задаём диаметр, равный 25 мм (рис. 24).



Рис. 24

22. Завершаем построение эскиза нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 25).





23. При помощи команды «Вырезать выдавливанием» выполняем сквозное цилиндрическое отверстие (рис. 26).



Рис. 26

24. При помощи команды «Смещенная плоскость» добавляем плоскость на 20 мм ниже верхнего основания детали (рис. 27).

R	Файл Правка	Выделить	Вид Эскиз Моделир	ование Оформление	диагностика Упр	равление Настройка	Приложения Окно	Справка			
n	🔹 🖸 Методич	чка вар1.m3с	d ×								
● ◆ Ľ	Твердотельное моделирование Каркас и поверхности Инструменты З эскиза		<ul> <li>Завтолиния</li> <li>Окружность</li> <li>Прямоугольник</li> </ul>	<ul> <li>Элемент выдавливания</li> <li>Вырезать выдавливанием</li> <li>Скругление</li> </ul>	Придать толщину Отверстие простое Полное скругление	Ребро жесткости Сечение Уклон Уклон	<ul> <li>Добавить деталь-заготов</li> <li>Оболочка</li> <li>Булева операция</li> </ul>	Точка по координатам Контур Спираль цилиндрическ	Массив по сетке Копировать объекты Коллекция коллекция	Локальная Смещенная плоскость И аточки	Аобави компон Контрол точка
1-1	Параметры	Системная	а Эскиз 💌	0	Злемент	ы тела	• •	Злементы каркаса •	Массив, копирование =	Benomora	гельные объекты
	Параметры Сиециная поссос Вазовая поссос Расстояние Коллиеств	сть					X				

Рис. 27

25. В новой плоскости создаём эскиз (рис. 28).



Рис. 28



26. Из начала координат строим окружность диаметром 60 мм (рис. 29).



27. При помощи команды «Вырезать выдавливанием» вырезаем цилиндрическое отверстие на расстояние 50 мм вниз (рис. 30).



Рис. 30

28. Для того, чтобы увидеть внутреннее строение детали, используем пиктограмму «Отображать сечение модели» (рис. 31).



Рис. 31

29. При повторном нажатии данной пиктограммы сечение исчезает (рис. 32).



Рис. 32

30. Создаём новый эскиз в плоскости ZX (рис. 33).



Рис. 33

31. При помощи команды «Отрезок» из начала координат проводим вертикальную осевую линию и строим контур треугольника, привязанного к очерку цилиндра (рис. 34).



Рис. 34

32. При помощи команды «Зеркально отразить» отражаем треугольник относительно осевой линии (рис. 35).



Рис. 35

33. При помощи команды «Авторазмер» проставляем заданные размеры (рис. 36).



Рис. 36

34. Завершаем построение эскиза нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 37).



Рис. 37

35. При помощи команды «Вырезать выдавливанием» (способ «Через все») отсекаем боковые части цилиндра (рис. 38).



Рис. 38

36. Создаём новый эскиз в плоскости ZX (рис. 39).

¢	🔰 Фай	ăл Пр	равка	Выделить	Вид	Эскиз	Моделир	ование	Оформление	Диагностика	Управление	Настройка	Приложения	Окно	Справка	
ſ	1 -	🔊 м	етодич	ка вар1.т	3d ×											
	Твер моде	дотель елиров	ьное зание	h 🖿	<b>F</b> 1	🔀 Автол	иния	<b>ј</b> Эл	іемент Ідавливания	Придать толщину	🚚 Реб жес	ро ткости	Добавити деталь-за	ГОТОВ	Точка по ⊿координатам	
4	Карк пове	аси	ти	🛋 🖨		🗟 Окрух	кность	Вы	арезать Адавливанием	Отверстие	🎵 Сеч	ение	🗾 Оболочк	a	🔁 Контур	٦
Ľ	Инст	грумен ва	ты		l	🖞 Прям	оугольник	30	сругление	Полное скругление	Укл	он	🏉 Булева операци:	1	Спираль	<u>}</u>
		*		Системная	. 8	Эски	3 🕶 🗄			Эл	ементы тела			•	Элементы каркаса 🔻 🗄 М	Maco
È	Дер	ebo Po	<u> </u>					¢							- EQ.	•
011		Lts I	90 iii					_								
f	× 🔽	рп	оиск (	Ctrl+/)				_								
			• 💽	Деталь (Те	л-1)											
Ē	•		لر 🔹	– 🗕 Начал	то кос	рдинат										
	•			≠ Плоск	ость Х	Y					_					
	0	- F		븓 Плоск	ость Z	х										
	•			≠ Плоск	ость Z	Y							7.50	1		
	•			Ось Х									1			
	0			Ось У							$\sim$	~ ~		-		
	•			/ Ось Z												
	8	E	П		:1						17					
	0	€	6		выда	вливания	e1									
	ø	E	П	- - (+)Эскиз	:2											
	l o	E	5	Элемент	выда	вливания	:2	- 11								
	ø	∈	П		:3					1		<b>P</b>	5	F	5	
	-	€	, L	 ЈРебро ж	естко	ти:1				X						
		E	F 0	•Зеркаль	ный м	ассив:1					<			_		
	0	E	, П	¬ (+)Эскиз	:4							E.	મિલ્મ			
		E		Элемент	выда	вливания	a:4					Li Li	DI 🔐	¢		
	0	€		Смещен	ная пл	оскосты	:1					Cos	адать эскиз			
	ø	E	Ľ	_ <b>(+)</b> Эскиз	:5											
/		E		Элемент	выда	вливания	a:5									

Рис. 39

37. Из начала координат проводим вертикальную осевую линию (рис. 40).



Рис. 40



38. Далее проводим горизонтальную вспомогательную линию (рис. 41).

Рис. 41

39. При помощи команды «Многоугольник» создаём квадрат с углом поворота 45 градусов (рис. 42).



Рис. 42

40. Через команду «Авторазмер» устанавливаем длину стороны квадрата, равной 25 мм. Задаём расстояние от верхней части цилиндра до точки пересечения диагоналей квадрата, равное 50 мм (рис. 43).



Рис. 43

41. Завершаем построение эскиза нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 44).



Рис. 44

42. При помощи команды «Вырезать выдавливанием» выполняем из полученного эскиза сквозное призматическое отверстие (рис. 45).



Рис. 45

#### ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЯ №2

1. Для задания материала нажимаем правой кнопкой мыши в дереве построений на позицию «Деталь» и заходим в свойства модели (рис. 46).



Рис. 46

2. Из библиотеки материалов выбираем необходимый материал (рис. 47).



Рис. 47

3. Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку (рис. 47).

4. Площадь и объём модели детали получаем при использовании команды «МЦХ модели» (рис. 48).



Рис. 48

5. Сохраняем файл с полученной моделью детали *Корпус* в формате \*.m3d.

#### ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЯ №3



1. В САПР КОМПАС-3D создаём документ «Сборка» (рис. 49).

Рис. 49

2. Выбираем команду «Добавить компонент из файла» (рис. 50).



Рис. 50

3. Добавление элементов сборки начинаем с основания. Для этого в типе файлов выбираем формат STEP и выбираем файл *Основание* (рис. 51).

Папка:	📙 Готовые детали	~	G 🤌 📂 🛄 🗸			
Сеть	Имя ⊘ Болт Сайка Основание Основание Основание Дата изи	^ йл "STP" 30,1 КБ менения: 20.04.2025 21:58	Дата изменения 20.04.2025 22:02 20.04.2025 22:02 20.04.2025 22:03	Тип Файл "STP" Файл "STP" Файл "STP" Файл "STP"	Размер 53 КБ 84 КБ 31 КБ 10 КБ	Основание.stp Выключить проснотр
	Имя файла: О Тип файлов: S	існование ТЕР АР203 АР214 АР242 (* s	to *step)	~	<u>О</u> ткрыть  ▼ Отмена	

Рис. 51

4. Размещаем основание в начале координат. Подтверждаем команду нажатием на зелёную галочку (рис. 52).



Рис. 52

5. Далее добавляем следующий компонент *Корпус*, созданный ранее по итогам выполнения задания №2. Располагаем его произвольно. Подтверждаем команду нажатием на зелёную галочку (рис. 53).



Рис. 53

### 6. Далее накладываем ограничение «Совпадение» (рис. 54).



Рис. 54

7. Совпадать должна верхняя грань основания и нижняя грань корпуса (рис. 55).



Рис. 55

8. Далее выбираем ограничение «Соосность». Выбираем стержень в основании и цилиндрическое отверстие в корпусе. Подтверждаем команду нажатием на зелёную галочку (рис. 56).



Рис. 56
9. Чтобы полностью зафиксировать корпус, выбираем ограничение «Параллельность» и щёлкаем на соответствующие грани корпуса и основания (рис. 57).



Рис. 57

10. Далее добавляем следующий компонент Болт (рис. 58).

	Выберите фаил-	Сточник компон	ента	@ # 😁 🖽 <del>-</del>			
	4	Имя	^	Дата изменения	Тип	Размер	
	Быстрый доступ	<ul> <li>⊘ Болт</li> <li>⊘ Гай Тип: Фаі</li> <li>Осн Размер:</li> <li>⊘ Шаї Дата изг</li> </ul>	Болт Гай Тип: Файл "STP" Ост Размер: 52,0 КБ Шац Дата изменения: 20.04.2025 22:02	20.04.2025 22:02 20.04.2025 22:02 20.04.2025 21:58 20.04.2025 22:03	Файл "STP" Файл "STP" Файл "STP" Файл "STP"	53 K5 84 K5 31 K5 10 K5	
	Рабочий стол						Болт.stp
	Этот компьютер						 Выключить просмотр
	Сеть						

Рис. 58

11. Располагаем его в произвольном месте. Подтверждаем команду нажатием на зелёную галочку (рис. 59).



Рис. 59

12. Выбираем ограничение «Совпадение» для нижней грани основания и нижней грани головки болта. Подтверждаем команду нажатием на зелёную галочку (рис. 60).



Рис. 60

13. Далее выбираем ограничение «Соосность» для цилиндрического отверстия в основании и стержня болта. Подтверждаем команду нажатием на зелёную галочку (рис. 61).



Рис. 61

14. Выбираем ограничение «Параллельность» для грани основания и одной из граней головки болта (рис. 62).



Рис. 62

15. Следующим этапом добавляем компонент Шайба. Располагаем её в произвольном месте. Подтверждаем команду нажатием на зелёную галочку (рис. 63).



Рис. 63

16. Для шайбы потребуется ограничение «Совпадение» верхней грани основания корпуса и нижней грани шайбы. Подтверждаем команду нажатием на зелёную галочку (рис. 64).



Рис. 64

17. Далее создаём ограничение «Соосность» для стержня болта и отверстия в шайбе. Подтверждаем команду нажатием на зелёную галочку (рис. 65).



Рис. 65

18. Добавляем следующий компонент *Гайка*. Располагаем её в произвольном месте. Подтверждаем команду нажатием на зелёную галочку (рис. 66).



Рис. 66

19. Добавляем ограничение «Совпадение» для верхней грани шайбы и нижней грани гайки. Подтверждаем команду нажатием на зелёную галочку (рис. 67).



Рис. 67

20. Далее используем ограничение «Соосность» для стержня болта и отверстия гайки (рис. 68).



Рис. 68

21. После этого накладываем ограничение «Параллельность» для боковой грани основания и грани гайки (рис. 69).



Рис. 69

22. Для добавления ещё трёх крепёжных элементов используем команду «Массив по сетке». Указываем элементы массива (болт, шайба, гайка), количество элементов по двум направлениям, расстояние между элементами. Подтверждаем команду нажатием на зелёную галочку (рис. 70).



Рис. 70

23. Сохраняем итоговый файл сборки (рис. 71) в требуемом согласно заданию формате.



Рис. 71

### УСЛОВИЕ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ВАРИАНТА 2

1. Постройте 3D-модель по заданному чертежу (рис. 72). Сохраните полученную модель детали в формате выбранной САПР: \*.m3d для КОМПАС-3D или \*.grs, \*.grb для T-FLEX CAD.

2. Назначьте из библиотеки материалов для построенной модели детали материал *Сплав АЛ2 ГОСТ 1583-93* и определите площадь и объём созданной модели детали при помощи команд используемой САПР. Необходимо предоставить снимок экрана (скриншот) с требуемыми параметрами.

3. Импортируйте файл с 3D-моделью детали из САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD) в слайсер Ultimaker Cura.

В слайсере Ultimaker Cura задайте параметры для 3D-печати, указанные в Таблице 2. Параметры, не указанные в Таблице 2, остаются по умолчанию. Разместите 3D-модель таким образом, чтобы создалось наименьшее количество поддержек (определяется по времени печати). Проделанную работу необходимо сохранить в формате \*gcode, а также предоставить снимки (скриншоты) экрана с параметрами настроек.

Параметр	Значение		
Профиль	Fine		
Диаметр сопла	0,4 мм		
Высота первого слоя	0,2 мм		
Высота слоя	0,2 мм		
Ширина линии внутренней стенки	0,4 мм		
Толщина стенки	1,2 мм		
Плотность заполнения	70 %		
Шаблон заполнения	Треугольник		
Температура для объёма печати	50 °C		
Температура сопла	210 °C		
Температура стола	60 °C		
Скорость печати	70 мм/с		
Скорость вентилятора	70 %		
Плотность поддержки	15 %		
Шаблон поддержек	Зигзаг		

Таблица 2. Параметры для 3D-печати



Рис. 72. Чертёж для создания 3D-модели

Критерий	Количество снижаемых баллов
Ошибка в размере трёхмерной модели детали	-3 балла за каждую
или отсутствие какого-либо элемента	ошибку
(ребро жёсткости, отверстие и т.д.)	
Неверно назначен материал, указанный в	-5 баллов
задании	
Модель размещена на рабочем столе 3D-	-10 баллов
принтера таким образом, что количество	
поддержек не минимально	
Неверно задан любой из параметров	-1 балл за каждый
трёхмерной печати	параметр
Предоставление на проверку файлов в иных	-10 баллов
форматах, не указанных в задании	

# Критерии снижения оценки за выполнение заданий

## ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЯ №1



1. В САПР КОМПАС-3D создаём документ «Деталь» (рис. 73).

Рис. 73

2. Выбираем плоскость ХҮ, создаём эскиз (рис. 74).



Рис. 74

3. Создаём эскиз основания детали при помощи команды «Прямоугольник по центру и вершине». Начало координат находится в точке

пересечения диагоналей (рис. 75).



Рис. 75

4. Проставляем размеры основания и при помощи команды «Фаска» отсекаем углы прямоугольника (рис. 76).



Рис. 76

5. Завершаем построение эскиза нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 77).





6. Выдавливаем контур основания на высоту 20 мм при помощи команды «Элемент выдавливания». Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку (рис. 78).



Рис. 78

7. На верхней плоскости основания создаём ещё один эскиз (рис. 79).



Рис. 79

8. Из начала координат строим окружность диаметром 70 мм при помощи команды «Окружность» (рис. 80).



Рис. 80

9. Завершаем построение эскиза, нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 81).



Рис. 81

10. При помощи команды «Элемент выдавливания» выдавливаем эскиз с окружностью на высоту 80 мм. Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку (рис. 82).



Рис. 82

11. В плоскости ZX создаём новый эскиз (рис. 83).



Рис. 83

12. При помощи команды «Отрезок» строим контур для ребра жёсткости (рис. 84).



Рис. 84

13. При помощи команды «Скругление» сопрягаем два отрезка окружностью радиусом 15 мм (рис. 85).



Рис. 85

14. Завершаем построение эскиза нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 86).



Рис. 86

15. При помощи команды «Ребро жёсткости» выполняем построение ребра жёсткости толщиной 20 мм. Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку (рис. 87).



Рис. 87

16. При помощи команды «Зеркальный массив» отражаем ребро жёсткости относительно плоскости ZY. Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку (рис. 88).



Рис. 88

17. В нижней части основания создаём новый эскиз (рис. 89).



Рис. 89

18. При помощи команды «Многоугольник» создаём шестиугольник с диаметром описанной окружности, равным 45 мм (рис. 90).



Рис. 90

19. Завершаем построение эскиза нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 91).



Рис. 91

20. При помощи команды «Вырезать выдавливанием» вырезаем отверстие высотой 25 мм. Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку (рис. 92).



Рис. 92

21. В указанной грани создаём ещё один эскиз (рис. 93).



Рис. 93

22. При помощи команды «Окружность» создаём окружность диаметром 45 мм с центром в начале координат (рис. 94).



Рис. 94

23. При помощи команды «Вырезать выдавливанием» выполняем сквозное цилиндрическое отверстие (рис. 95).



Рис. 95

24. Для того, чтобы увидеть внутреннее строение детали используем пиктограмму «Отображать сечение модели» (рис. 96).



Рис. 96

25. При повторном нажатии данной пиктограммы сечение исчезает (рис. 97).





26. При помощи команды «Скругление» добавим скругление радиусом 5 мм для верхней кромки цилиндра (рис. 98).



Рис. 98

27. Создадим эскиз на одной из граней ребра жёсткости (рис. 99).



Рис. 99

28. Проведём вертикальную осевую линию из начала координат и два вспомогательных отрезка, обозначающих центр будущего призматического отверстия (рис. 100).



Рис. 100

29. При помощи команды «Многоугольник» создадим квадрат со стороной 10 мм (рис. 101).



Рис. 101

30. Далее вызовем команду «Зеркально отразить» и выделим контур квадрата. Подтвердим выбор нажатием зелёной галочки (рис. 102).



Рис. 102

31. Выделим ось отражения и создадим симметричный квадрат (рис. 103).



Рис. 103

32. Установим необходимые размеры при помощи команды «Авторазмер» (рис. 104).



Рис. 104

33. При помощи команды «Вырезать выдавливанием» вырезаем два сквозных призматических отверстия (рис. 105).



Рис. 105

34. На верхней грани основания создаём ещё один эскиз (рис. 106).



Рис. 106

# 35. Выбираем команду «Точка» (рис. 107).



Рис. 107

36. Ставим точку и при помощи команды «Авторазмер» задаём необходимые размеры (рис. 108).



Рис. 108

37. Завершаем построение эскиза нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 109).



Рис. 109

38. Далее используем команду «Отверстие с зенковкой». Задаём параметры резьбового отверстия и привязываем его к точке (рис. 110).



Рис. 110

39. При помощи команды «Зеркальный массив» отображаем отверстие относительно плоскости ZY (рис. 111).



Рис. 111

40. Повторно используем команду «Зеркальный массив» для уже существующего массива и отображаем элементы относительно плоскости ZX (рис. 112).



Рис. 112

41. Создаём новый эскиз в плоскости ZX (рис. 113).



Рис. 113

42. При помощи команды «Окружность» строим окружность на уровне начала координат. Задаём необходимые размеры (рис. 114).



Рис. 114

43. Завершаем построение эскиза нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 115).



Рис. 115

44. При помощи команды «Вырезать выдавливанием» выполняем из полученного эскиза сквозное цилиндрическое отверстие (рис. 116).



Рис. 116

## ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЯ №2

1. Для задания материала нажимаем правой кнопкой мыши в дереве построений на позицию «Деталь» и заходим в свойства модели (рис. 117).



Рис. 117

2. Из библиотеки материалов выбираем необходимый материал (рис. 118).



Рис. 118

3. Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку.

4. Площадь и объём модели детали получаем при использовании команды «МЦХ модели» (рис. 119).



Рис. 119

## 5. Делаем скриншот данных параметров.

6. Сохраняем файл сначала в формате \*.m3d, а далее – в формате \*.stl (рис. 120).



Рис. 120

## ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЯ №3

1. Запускаем слайсер Ultimaker Cura (рис. 121).





2. Открываем файл с нашей моделью (рис. 122) в формате \*.stl.



Рис. 122
3. Открываем меню видимости параметров печати (рис. 123).

Параметры печати				×
Профиль Fine - 0.1mm				* ~
			2	
Лараметры поиска				Ξ
📕 Качество				\$ ~
Высота слоя	Õ	5	0.2	mm
Высота первого слоя		Õ	0.2	mm
Ширина линии стенки			0.4	mm
Ширина линии внутренней стенк	и		0.4	mm
Ширина линии первого слоя			100.0	96
🖽 Стенки				~
Толщина стенки	5	$f_{\star}$	1.2	mm
Количество линий стенки			3	
Оптимизация порядка печати стенок			•	
Горизонтальное расширение			-0.02	mm
🧮 Дно / крышка				~
Толщина дна/крышки			1.0	mm

Рис. 123

4. Отмечаем галочками параметры, которые будем настраивать (рис. 124).

				_	~			
Настроики			-		~			
Общее								
Оощее	Видимость параметров		Стан	ie				
Параметры								
Принтеры	Выбрать все Фильтр	Custom selection		$\sim$				
Материалы	•							
Профили	📕 Качество		$\sim$					
	🖌 Высота слоя							
	🖌 Высота первого слоя							
	Ширина линии							
	<ul> <li>Ширина линии стенки</li> </ul>							
	Ширина линии внешней стенки							
	💌 Ширина линии внутренней стенки							
	Ширина линии дна/крышки							
	Ширина линии заполнения							
	Ширина линии юбки/каймы							
	Ширина линии поддержки							
	Ширина линии поддерживающей крыши							
	Ширина линии крыши поддержки							
	Ширина линии дна поддержки							
	Ширина линии черновой башни							
	Ширина линии первого слоя							
	🖽 Стенки		$\sim$					

Рис. 124

5. Если деталь располагается таким образом, что количество поддержек будет не минимально (основанием вверх), то переворачиваем её. В нашем случае этого не требуется.

6. Устанавливаем необходимые значения всех параметров и делаем скриншот экрана (рис. 125).



Рис. 125

7. Далее выполняем нарезку на слои и сохраняем файл на диск в формате \*.gcode (рис. 126).

Имя файла:	UMS5_Методичка вар 2				~
Тип файла:	Пакет формата Ultimaker (*.ufp)				~
<ul> <li>Скрыть папки</li> </ul>	ЗМF файл (*.3mf) Wavefront OBJ File (*.obj) Пакет формата Ultimaker (* ufn)				
	Файл G-code (*.gcode)				
	Файл STL (ASCII) (".sti) Файл STL (бинарный) (*.stl)				
		🙆 Материал			~
		Температура для объема печати	e 5	50.0	°C
		Температура сопла	<b>5</b> f <sub>×</sub>	210.0	°C
		< Рекомендован			
		G	22 часа 51 ми	инута	0
		© ٦	363g · 45.91m редва	Сохранит	гь на диск

Рис. 126

#### УСЛОВИЕ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ВАРИАНТА 3

1. Постройте 3D-модель детали по заданному чертежу (рис. 127). Сохраните полученную модель в формате выбранной САПР: \*.m3d для КОМПАС-3D или \*.grs, \*.grb для T-FLEX CAD.

2. Назначьте из библиотеки материалов для построенной модели детали материал *Сталь 10 ГОСТ 1050-2013* и определите площадь и объём созданной модели детали при помощи команд используемой САПР. Необходимо предоставить снимок экрана (скриншот) с требуемыми параметрами.

3. При помощи средств выбранной САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD) выполните статический расчёт с условием, что нижняя грань основания *корпуса* закреплена, а на верхнюю грань *корпуса* приложена распределённая нагрузка, равная *100 кН* (рис. 128). Необходимо предоставить снимок экрана (скриншот) с цветной картой распределения напряжений и снимок экрана (скриншот) с деревом построений прочностного анализа.

Шкала напряжений для построения эпюры используется по умолчанию. Материал для статического расчета используется по умолчанию (сталь).



Рис. 127. Чертёж для создания 3D-модели



Рис. 128. Направление приложения нагрузки для выполнения статического

расчёта

Критерий	Количество снижаемых
	баллов
Ошибка в размере трёхмерной модели детали	-3 балла за каждую
или отсутствие какого-либо элемента	ошибку
(ребро жёсткости, отверстие и т.д.)	
Неверно назначен материал, указанный в	-5 баллов
задании	
Отсутствие закрепления нижней грани	-3 балла
основания при статическом расчёте прочности	
Ошибка в указании направления действия	-2 балла
приложенной нагрузки	
Ошибка в числовом значении приложенной	-2 балла
нагрузки	
Предоставление на проверку файлов в иных	-10 баллов
форматах, не указанных в задании	

# Критерии снижения оценки за выполнение заданий

## ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЯ №1



#### 1. В САПР КОМПАС-3D создаём документ «Деталь» (рис. 129).

Рис. 129

2. Выбираем плоскость ХҮ, создаём эскиз (рис. 130).



Рис. 130

3. Создаём эскиз основания детали при помощи команды «Прямоугольник по центру и вершине» (рис. 131).



Рис. 131

4. Проставляем размеры основания при помощи команды «Авторазмер» (рис. 132).



Рис. 132

5. При помощи команды «Скругление» создаём скругления на углах прямоугольника радиусом 15 мм (рис. 133).



Рис. 133

6. Из начала координат проводим две осевые линии (вертикальную и горизонтальную), а также строим окружность диаметром 12 мм (рис. 134).

🔯 Файл Правка Выд	целить Вид Вставка	Черчение Огра	ничения Моделирование Ди	агностика Настройка	Приложения Окно	Справка			
🎁 🔻 💽 Методичка ва	ap 3.m3d 🗙								
Твердотельное моделирование № Каркас и поверхности Инструменты эскиза Каркас и Сис	<ul> <li>Элемент</li> <li>Элементы</li> <li>Элементы</li> <li>Элементы</li> </ul>	вания 👯 Авто ванием 🖓 Пря ги	олиния O Окружность моугольник O Дуга езок Вспомогатель Геометрия	Фаска Скругление Спроецировать объект	<ul> <li>Автоосевая</li> <li>Условное пересечение</li> <li>Надпись</li> <li>Обозначения</li> </ul>	Усечь кривую Переместить по координатам Копия указанием	Удлинить до ближайшего о Повернуть Масштабиров Изменение геометрии	Разбить кривую Зеркально отразить Деформация перемещением	
Нараметры		¢			13/7		▼ 1/1 & C #	• <b>_ Q Q</b>	• 🏦 🍌 • 🕥 🖲
<b>a</b>		ØE	-		( 0)				
<b>f</b> <sub>X</sub> Отрезки - 1		•			(1791				
-	Параметры				φ				
Слой объекта	Системный слой (0)	•	10-11		· - *	6 D		18	
Начальная точка	0 0		8.	12/2		) <u>ta</u>	— Основная	19	T T
Конечная точка	0 49			1,351		-	— Тонкая		
Длина отрезка	49		180	× 14.			— Штриховая	299	
Угол наклона отрезка	90				- T		Утолщенная		
Стиль	Основн	ая 🔻					— Пунктир 2		
Гиперссылха						Х	— Осевая осн. — Штриховая осн. — Вспомогательная — Для линии обрыва	\$* I	90 10171
						Q*-	hr		

Рис. 134

7. Отображаем окружность относительно первой осевой линии при помощи команды «Зеркально отобразить». Затем отражаем две окружности относительно второй осевой линии (рис. 135).



Рис. 135

8. При помощи команды «Авторазмер» проставляем расстояния между центрами окружностей (рис. 136).



Рис. 136

9. Завершаем построение эскиза нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 137).



Рис. 137

10. При помощи команды «Элемент выдавливания» выдавливаем контур основания на толщину 20 мм (рис. 138).



Рис. 138

11. На верхней грани основания создаём новый эскиз (рис. 139).



Рис. 139

12. Из начала координат строим окружность диаметром 70 мм при помощи команды «Окружность» (рис. 140).

чения І	Моделирование Диагн	юстика Настройка Прил	южения Окно	Справка			
іния угольни	Окружность к (•• Дуга	уФаска <u>5</u> Скругление	Автоосевая Условное	Усечь кривую Переместить по	Удлинить до ближайшего о Повернуть	Разбить кривую Зеркально	
ĸ	Вспомогатель	Спроецировать Т	пересечение Надпись	чкоординатам Ф Копия	Масштабиров	отразить Деформация	$  - \wedge \rangle / = \wedge @$
	Геометрия	~иооъект и с	Обозначения 🗄	≤чуказанием	Изменение геометрии	иперемещением	Раз • ПОграничения •
	Геометрия Геометрия		обозначения				Раз • Пограничения •

Рис. 140

13. Завершаем построение эскиза нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 141).



Рис. 141

14. При помощи команды «Элемент выдавливания» выдавливаем эскиз с окружностью на высоту 80 мм. Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку (рис. 142).

$\otimes$	Файл	п Правка	Выделі	ить Вид	д Эскиз	Модели	рование	Оформление	Диагностика	Управление	Настройка	Приложения	Окно	Справка	
n	- [	🕥 Методи	чка вар 3	3.m3d ×	6		_								
■ 令 氏	Тверд модел Карка повер Инстр эскиза	отельное пирование с и хности ументы а			💱 Автол (Од Окруз Прям	иния жность оугольни	аларана к а	лемент ыдавливания ырезатв ыдавливанием кругление	Придать толщину Отверстие простое Полное скругление	🗐 Реб жес 🎵 Сеч 🥕 Укл	ро ткости ение он	<ul> <li>Добавить деталь-зая</li> <li>Оболочка</li> <li>Булева операция</li> </ul>	готов	Точка по координатам Контур Спираль цилиндрическ	Массие С Копирс объект Коллек геомет
ĥ	Пара	метры	Систем	ная н	Эски	3 *	¢		2/16	ементы тела			•	элементы каркаса • :	▼ 企 品
	Элеме	нт выдавлив	ания			0	°E								
f <sub>x</sub>	Ð	Рез Объеди Се	ультат: нение чение Эо	2 🗆 I	<mark>0</mark> (9		× 7		40		40				
		Направля Сг На расст Расстоян	ющий Эбъект 10соб: ояние ие 🕶 8	скиз:2 <b>а ##  </b> 0	5° MI	× /	*								
	Вторе	Уг Симметр ре направ.	ол ▼ 0 мично: [] тение: []	0		• -	*	R	>_(		R			0	}
		Тонкост эл	^ То енный емент:	нкостен	ный элем	лент			10	×			2		ļ
			<b>~</b> 06	бласть п	рименени	ия					-				
			Ƴ C∎	ойства											
												1			

Рис. 142

15. В плоскости ZX создаём новый эскиз (рис. 143).



Рис. 143

16. При помощи команды «Отрезок» строим контур для ребра жёсткости (рис. 144).



Рис. 144



## 17. Проставляем заданные размеры (рис. 145).

Рис. 145

18. Завершаем построение эскиза нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 146).



Рис. 146

19. При помощи команды «Ребро жёсткости» выполняем построение ребра жёсткости толщиной 18 мм. Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку (рис. 147).



Рис. 147

20. При помощи команды «Зеркальный массив» отражаем ребро жёсткости относительно плоскости ZY. Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку (рис. 148).



Рис. 148

21. В верхней части цилиндра создаём новый эскиз (рис. 149).



Рис. 149

22. Из начала координат строим окружность при помощи команды «Окружность». С помощью команды «Диаметр» задаём диаметр, равный 45 мм (рис. 150).

ия М	Лоделирование	Диагностик	а Настройка	Приложения	Окно	Справка				
я ольний	⊙ Окружнос с ,	ть С гель С	аска кругление проецировать бъект	Автоосева Условное пересечен Т Надпись	ая ние	Усечь кривую Переместить по координатам Копия указанием	Удлинить до ближайшего Щ Повернуть Масштабиро	о <mark>Уу</mark> Рази Зер отр. в Деф лер	бить кривую кально азить юрмация емещением	<mark>жо</mark> ро 11 л/е 11 Б. V. =
	Геометрия		•	Обозначени	IR 🗄		Изменение геометрии			Раз 🔻 🗄 Огран
										· 22 j •

Рис. 150

23. Завершаем построение эскиза нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 151).



Рис. 151

24. При помощи команды «Вырезать выдавливанием» выполняем цилиндрическое отверстие на глубину 65 мм. Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку (рис. 152).



Рис. 152

25. На нижней грани отверстия создаём новый эскиз (рис. 153).



Рис. 153

26. Из начала координат строим окружность и две параллельные линии (рис. 154).



Рис. 154

27. При помощи команды «Усечь кривую» отсекаем боковые части окружности и хвостики прямых, выходящие за контур окружности (рис. 155).





28. Проставляем заданные размеры (рис. 156).



Рис. 156

29. При помощи команды «Вырезать выдавливанием» вырезаем насквозь полученный контур. Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку (рис. 157).



Рис. 157

30. Создаём новый эскиз в плоскости ZX (рис. 158).



Рис. 158

31. На уровне начала координат строим окружность диаметром 30 мм. Расстояние от центра до начала координат равно 65 мм (рис. 159).

		Справка	
Окружность ыник Э Дуга Вспомогатель Прямая Геометрия	Раска Скругление Спроецировать объект ✓ Сбозначения ≣	Усечь кривую Переместить по Копия	Разбить кривую Зеркально отразить отразить перемещением неремещени не неремещением неремещением неремеще
		630 101	
		<u>b</u> d	65 (191)
		b d e X	

Рис. 159

32. Завершаем построение эскиза нажатием на пиктограмму «Создать эскиз» (рис. 160).



Рис. 160

33. При помощи команды «Вырезать выдавливанием» выполняем из полученного эскиза сквозное цилиндрическое отверстие (рис. 161).



Рис. 161

#### ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЯ №2

1. Для задания материала нажимаем правой кнопкой мыши в дереве построений на позицию «Деталь» и заходим в свойства модели (рис. 162).



Рис. 162

2. Из библиотеки материалов выбираем необходимый материал (рис. 163).



Рис. 163

3. Завершаем выполнение команды нажатием на зелёную галочку.

4. Площадь и объём модели детали получаем при использовании команды «МЦХ модели» (рис. 164).

о Справка		Поиск по	о кома
Точка по координатам С Контур Контур Спираль цилиндрическ	<ul> <li>Докальная</li> <li>Система коорд</li> <li>Смещенная плоскость</li> <li>Ось через две чточки</li> </ul>		дать че шабло авлені занным
🗄 Элементы каркаса 🔻 🗄 Массив, копирование	Вспомогательные объекты	II Раз 🕶 II Обознач 🕶 II Диагностика II Че	ертеж
			1
		Дата 28.05.2025 Документ Деталь С:\Для ноута\Инженерная графика\ППЭ 2	
24	R	МЦХ модели Деталь Заданные параметры Материал тел Сталь 10 ГОСТ 1050-2013 Плотность материала тел Ro =0.007856 г/зы3	
	5	Расчетные параметры(теля и компоненты) Масса М = 3214.074061 р Площаль S = 66161.082452 мя2 Объем V = 409123.480309 мя	
6			

Рис. 164

5. Сохраняем файл в формате \*.m3d.

### ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЯ №3

1. Открываем раздел прочностного анализа АРМ FEM (рис. 165).



Рис. 165

2. Нажимаем клавишу F5 для перестройки модели и сохраняем наш файл. После этого появляется вкладка «Прочностной анализ».

3. При помощи команды «Закрепление» закрепляем нижнюю грань детали. Завершаем команду нажатием на зелёную галочку (рис. 166).



Рис. 166

4. Добавляем распределённую нагрузку на верхнюю грань детали при помощи команды «Сила». Указываем значение -100 000 по направлению Z и нажимаем клавишу Enter. Завершаем команду нажатием на зелёную галочку (рис. 167).



Рис. 167

5. Делаем скриншот с деревом построений, где прописана сила и закрепление (рис. 168).



Рис. 168

6. Выбираем команду «Генерация КЭ сетки» и устанавливаем значения, указанные на рис. 169.



Рис. 169

# 7. Далее выбираем команду «Расчет» (рис. 170, 171).



Рис. 170

Расчет	?	×	
Линейный статический расчет			
для загружения Загружение0	~		
Учитывать поле температур (из стационарной теплопровод	ности)		$\Rightarrow \mathbb{N}$
Учитывать поле температур (из нестационарной теплопрово	одности)		
Для момента времени 0 - 0 🗸		>	5
Расчет устойчивости			
Собственные частоты		· 💿 📩	
Нелинейный расчет		$\odot$	$\sim$
Расчет стационарной теплопроводности		•	
Расчет нестационарной теплопроводности			
		~	

Рис. 171

# 8. После этого нажимаем команду «Карта результатов» (рис. 172).

равка						Р Поиск по командам (Alt+/)	- 8			
Контакт	🗇 Материал	Вспомогатель 🚿 Генерация Сетки	КЭ 👩 Генерация КЭ сетки на часть	Карта результатов	Результаты по траектории	🍐 Реакции опор 🛛 🗠 💆	DS 🗐			
Соединение	Параметры пластин	С Траектория по Расчет	🛃 Параметры	<u><u><u></u> И Устойчи Карта р</u></u>	результатов венные	🛯 Инерционные 🔛 📐	$\mathbb{W}$			
Болт	👰 Показать Параметры пл	🙀 Параметр	ы 👼 Лог расчета	Сохранить отчет	<sup>123</sup> Выноска	🧨 Расстояние 🔲 🙀	Sn. 💿			
Соединения 🛛 🔻 🗄	Свойства 🔻 🗄	Вспомогательная гео 🗄 Раз	биение и расчет 🗄		Результаты	▼ 🗄 Тополог	• 8 • 8			
- L Q	▼ 追 声 ▼ 😚	够▼℣▼⊠▼%₫	🖏 🖆 🍸 🕆 🗐 🥢							

Рис. 172

# 9. Указываем параметры вывода результатов (рис. 173).

Параметры вывода результатов		×
Тип расчета	Статический расчет	~
Загружение	Загружение0	~
Карта результатов		
Тип результа	тов Напряжения	~
🗹 Объемные	элементы SVM	$\sim$
Положение к	арты На деформированной конструкции	$\sim$
Вид карты	Изообласти	$\sim$
Количество изоуровней 16 Нижние белым		
Усреднять значения по узлам		
Показывать шкалу в виде гистограммы		
Масштабный коэффициент auto		🗹 авто
Деформированная конструкция		
Недеформированная конструкция		
	ОК Отмена	

Рис. 173

10. Получаем цветную карту распределения напряжений и делаем её скриншот (рис. 174).



Рис. 174

#### ЧАСТО ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ ОШИБКИ

1. При построении трёхмерных моделей деталей одной из самых частых ошибок является выполнение отверстий на этапе, когда ещё не добавлены все внешние части модели. В дальнейшем это может приводить к получению некорректной формы модели детали.

2. При выполнении эскиза основания корпуса начало координат часто находится не в центре симметрии. Впоследствии это приводит к тому, что приходится выполнять построения дополнительных рабочих плоскостей для использования команды «Зеркальный массив» и др.

3. На проверку предоставляются файлы с расширениями, отличными от требуемых в тексте задания.

4. При выполнении трёхмерной сборки на проверку часто сдают только файл со сборкой (\*.a3d) без файлов компонентов.

5. Участники забывают приложить к файлам с моделями деталей необходимые скриншоты.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выполнении резьбовых отверстий стоит обращать внимание на шаг резьбы. Если в обозначении шаг не указан, то это значит, что он крупный. Соответственно, если указан, то – мелкий. Эти данные помогут выбрать нужный раздел, в котором подбирается тип резьбы в программе.

2. При присвоении материала модели детали важен номер ГОСТа, т.к. для каждого материала существует большое количество разновидностей.

3. При загрузке модели детали в слайсер Ultimaker Cura стоит следить, чтобы модель детали не выходила за контур площадки 3D-принтера.

4. При выполнении трёхмерной сборки нужно отслеживать положения гаек и головок болта. На главном виде сборочного чертежа они всегда расположены таким образом, что видно три грани. Именно такое

расположение соблюдается и в трёхмерной сборке.

5. При выполнении статического расчёта требуется внимательно следить за областью, к которой прикладывается сила. При распределённой нагрузке сила прикладывается к грани, а не к ребру.