ПРИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Автоматизация информационных и технологических процессов»

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Автоматизированные системы конструкторско- технологической подготовки производства

Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Направленность (профиль) подготовки
Компьютерное проектирование и автоматизированное производство

Уровень подготовки
Бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная, заочная

Рязань 2025

1 Методические указания по работе над конспектом лекций во время и после проведения лекции

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия: вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

2 Методические указания к лабораторным работам

При подготовке к лабораторным работам обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к лабораторным работам необходимо освоить основные понятия, ответить на контрольные вопросы.

В течение лабораторной работы студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента.

3 Методические указания к практическим занятиям работам

При подготовке к практическим занятиям обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

4 Методические указания по подготовке к сдаче экзамена

Экзамен – форма промежуточной проверки знаний, умений, владений, степени освоения дисциплины.

Главная задача экзамена состоит в том, чтобы у студента из отдельных сведений и деталей составилось представление об общем содержании соответствующей дисциплины. Готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, на практических занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью.

Экзамен дает возможность также выявить, умеют ли студенты использовать теоретические знания при решении задач.

На экзамене оцениваются:

- понимание и степень усвоения теории;
- методическая подготовка;
- знание фактического материала;
- знакомство с основной и дополнительно литературой, а также с современными публикациями по данному курсу;

- умение приложить теорию к практике, решать задачи, тесты, правильно проводить расчеты и т. д.;
- логика, структура и стиль ответа, умение защищать выдвигаемые положения.

Но значение экзамена не ограничивается проверкой знаний. Являясь естественным завершением работы студента, он способствует обобщению и закреплению знаний и умений, приведению их в строгую систему, а также устранению возникших в процессе занятий пробелов.

Студенту важно понять, что самостоятельность предполагает напряженную умственную работу. Невозможно предложить алгоритм, с помощью которого преподаватель сможет научить любого студента успешно осваивать дисциплину. Нужно, чтобы студент ставил перед собой вопросы по поводу изучаемого материала, которые можно разбить на две группы:

- вопросы, необходимые для осмысления материала в целом;
- текущие вопросы, которые возникают при детальном разборе материала.

Студент должен их ставить перед собой при подготовке к экзамену, и тогда на подобные вопросы со стороны преподавателя ему несложно будет ответить.

Подготовка к экзамену не должна ограничиваться беглым чтением конспекта лекций, даже, если они выполнены подробно и аккуратно. Механического заучивания также следует избегать. Более надежный и целесообразный путь – это тщательная систематизация материала при вдумчивом повторении, запоминании формулировок, увязке различных тем и разделов, закреплении путем решения задач, тестов.

Перед экзаменом назначается консультация, цель которой – дать ответы на вопросы, возникшие в ходе самостоятельной подготовки. Здесь студент имеет полную возможность получить ответ на все неясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации весь курс. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет повторением и закреплением знаний для всех студентов. Лектор на консультации, как правило, обращает внимание на те разделы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных разделах курса.

На непосредственную подготовку к экзамену обычно дается не менее трех дней. Этого времени достаточно только для углубления, расширения и систематизации знаний, на устранение пробелов в знании отдельных вопросов, для определения объема ответов на каждый из вопросов программы.

Планируйте подготовку с точностью до часа, учитывая сразу несколько факторов:

- неоднородность материала и этапов его проработки (например, на первоначальное изучение уходит больше времени, чем на повторение),
- свои индивидуальные способности,
- ритмы деятельности;
- привычки организма.

Чрезмерная физическая нагрузка наряду с общим утомлением приведет к снижению интеллектуальной деятельности. Рекомендуется делать перерывы в занятиях через каждые 50-60 минут на 10 минут. После 3-4 часов умственного труда следует сделать часовой перерыв. Для сокращения времени на включение в работу целесообразно рабочие периоды делать более длительными, разделяя весь день примерно на три части – с утра до обеда, с обеда до ужина и с ужина до сна.

Подготовку к экзамену следует начинать с общего планирования своей деятельности в сессию, с определения объема материала, подлежащего проработке. Необходимо внимательно сверить свои конспекты лекций с программой, чтобы убедиться в том, все ли разделы отражены в лекциях. Отсутствующие темы законспектировать по учебнику и учебному пособию. Более подробное планирование на ближайшие дни будет первым этапом подготовки к очередному экзамену. Второй этап предусматривает системное изучение материала по данному предмету с обязательной записью всех выкладок, выводов, терминов. На третьем этапе - этапе закрепления – полезно чередовать углубленное повторение особенно сложных вопросов с беглым повторением всего материала.

5 Методические указания по выполнению курсовой работы (проекта)

Главной целью написания курсовой работы (проекта) является проверка

- усвоения обучающимися знаний по профилю изучаемой дисциплины,
- умения применять теоретические знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий в решении поставленных задач.

Успешное выполнение курсовой работы (проекта) в значительной мере зависит от того, насколько полно обучающиеся владеют пониманием содержания основных категорий изучаемой дисциплины.

Курсовая работа (проект) при её оформлении и компоновке должна включать:

- титульный лист;
- содержание;
- основной блок;
- приложения.

Обучающийся выполняет работу в соответствии с индивидуальным вариантом исходных данных. Актуальное задание на курсовую работу (проект) разрабатывается преподавателем.

При выполнении задания следует кратко описать методику расчётов, по итогам которых следует сформулировать выводы о полноте достигнутых целей и выполнении поставленных задач.

Защита курсовой работы (проекта) назначается по итогам проверки предоставленной пояснительной записки, оформленной в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данным работам, и осуществляется в форме ответов на вопросы преподавателя.

Требования к оформлению курсовой работы (проекта) должны

соответствовать ГОСТ Р 2.105-2019 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам» и рекомендациям кафедры.

Темы курсовой работы (проекта)

Основная тема курсовой работы (проекта) – «Разработка 3D-модели детали в системе T-Flex CAD 3D и управляющей программы ее обработки в системе PEPS Milling».

Разработка 3D- модели осуществляется на основе чертежа, выданного преподавателем.

Для предложенной детали необходимо разработать технологический процесс ее обработки в виде последовательности технологических операций. Каждая операция состоит в последовательности технологических переходов по обработке тех или иных поверхностей детали. Необходимо определить инструмент для реализации перехода и режимы резания.

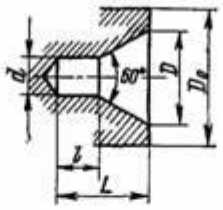
Затем осуществляется импорт 3D-модели детали в формате Parasolid в систему PEPS Milling и разработка управляющей программы.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторной работы №1
СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ ДЕТАЛИ «ТЕЛО ВРАЩЕНИЯ»

Общие указания

1. Методика формирования модели изложена в разделе «Как делать 3D-модель»
2. Все недостающие размеры определяются произвольно.
3. Дно всех пазов независимо от указаний на чертеже скругляется радиусом 0,35мм.
4. На торцах деталей, центровые отверстия на которых не указаны, выполнить центровые отверстия по ГОСТ 14034-74, форма В. Основной диаметр d определяется по диаметру заготовки (наибольший диаметр детали + припуск на черновое точение):

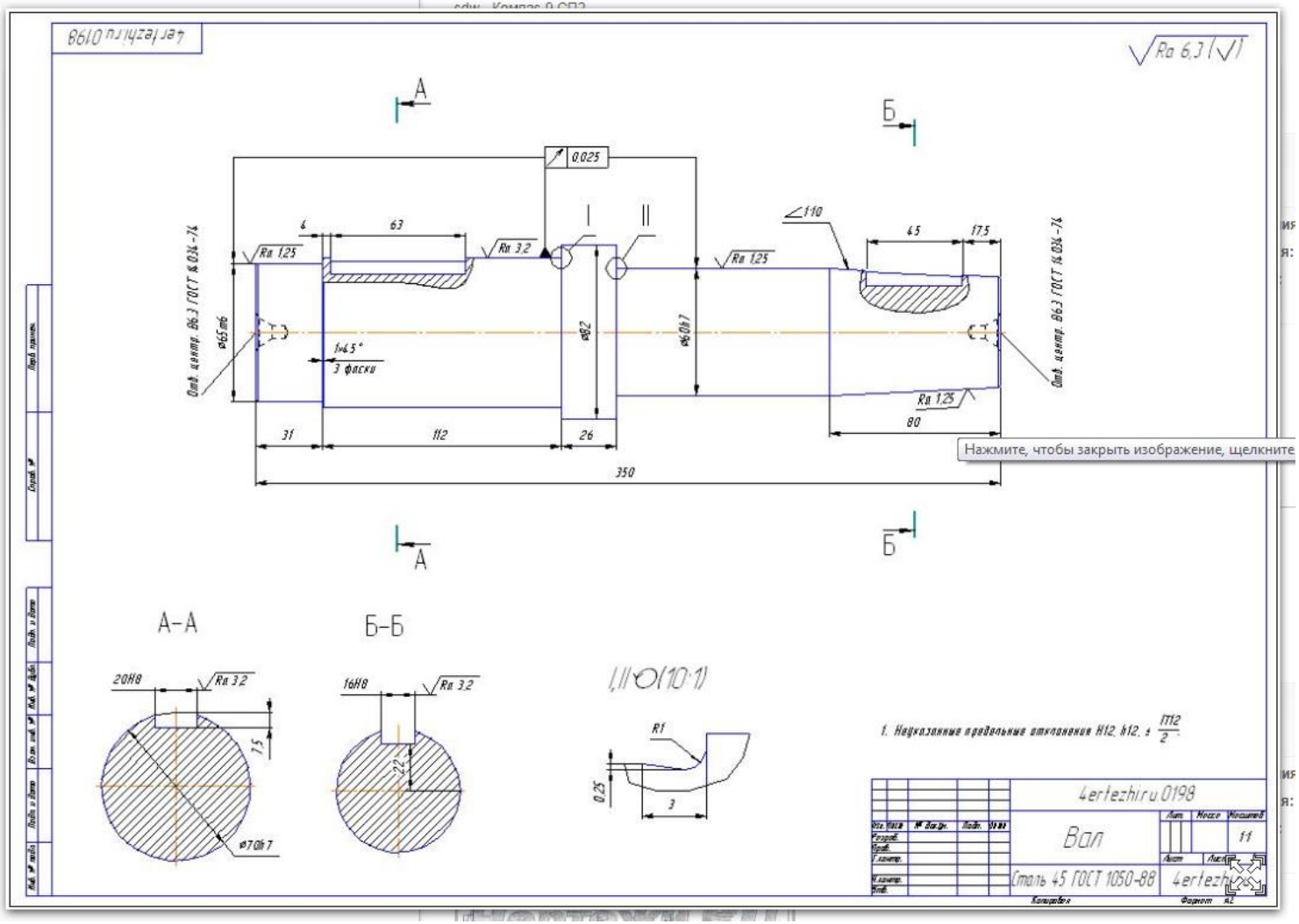
Размеры центровых отверстий



Размеры в мм

Диаметр заготовки	Размеры отверстия				Наименьший диаметр концевой шейки D_0
	D	d	L	l	
Свыше 5 до 8	2,5	1,0	3,5	1,2	5,0
» 8 » 12	4,0	1,5	4,0	1,8	6,5
» 12 » 20	5,0	2,0	5,0	2,4	8,0
» 20 » 30	6,0	2,5	6,0	3,0	10,0
» 30 » 50	7,5	3,0	7,5	3,6	12,0
» 50 » 80	10,0	4,0	10,0	4,8	15,0
» 80 » 120	12,5	5,0	12,5	6,0	20,0

КАК ДЕЛАТЬ 3D-МОДЕЛЬ



Чертеж вала для построения 3D-модели

Рассмотрим на примере процесс формирования 3D-модели вала.

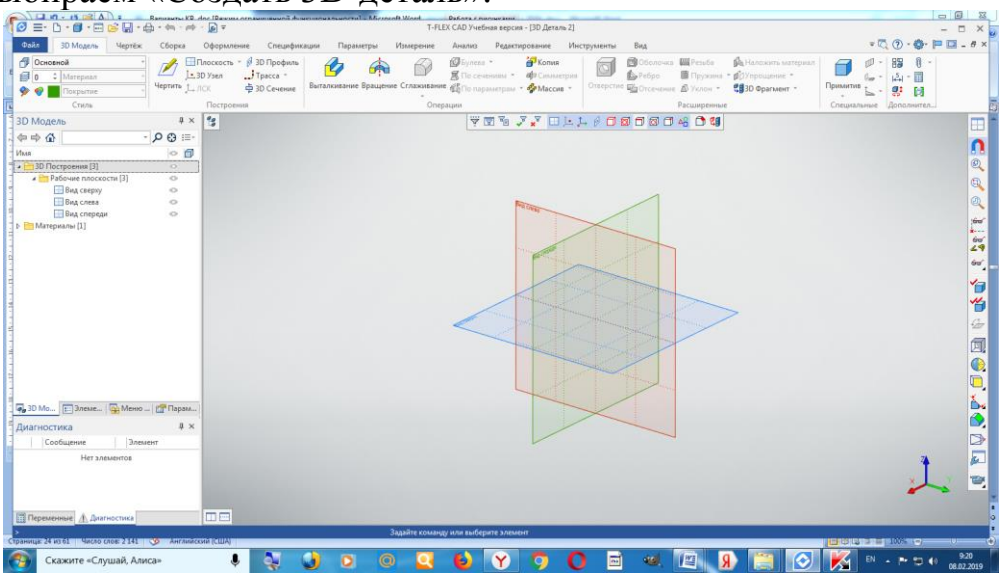
1. Определяем все необходимые размеры. В данном примере неизвестен диаметр на конце конуса, но известна конусность 1:10. Значит, высота полного конуса будет в 10 раз больше основания, т.е. – 60x10=600.

2. Скачиваем учебную версию T-Flex CAD 3D с сайта http://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/

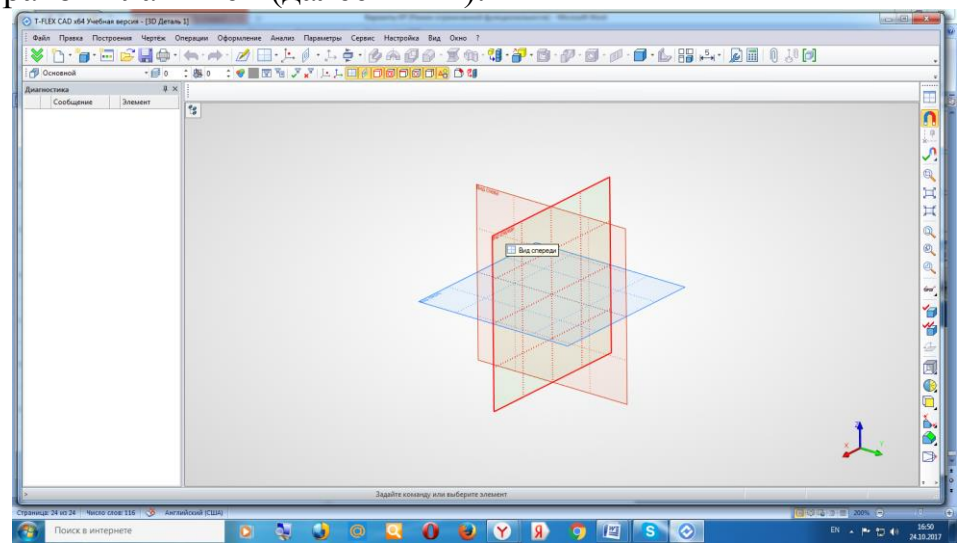
3. Устанавливаем в зависимости от компьютера – 32-разрядную или 64-разрядную версию.

4. Запускаем T-Flex CAD 3D.

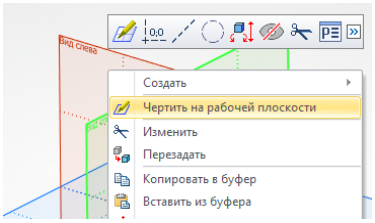
5. Выбираем «Создать 3D-деталь»:



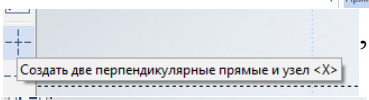
Наводим мышь на «Вид спереди», пока он не подсветится красным, кликаем правой клавишей (далее ПКМ):

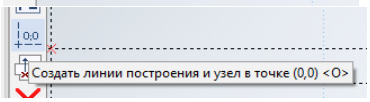


6. Наводим на «Чертить на рабочей плоскости» и кликаем левой клавишей мыши (далее ЛКМ):



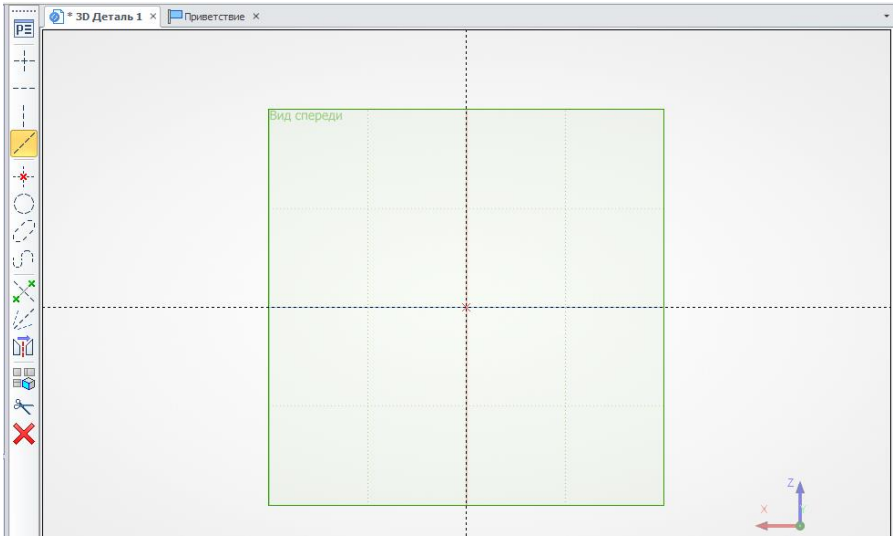
7. В результате имеем окно, в котором последовательно выбираем с помощью ЛКМ «Прямая»

, затем «Создать две перпендикулярные прямые и узел» 

, затем «Создать линии построения и узел в точке (0,0)» 

(см. рис. ниже):

8. В результате имеем оси координат на виде спереди:

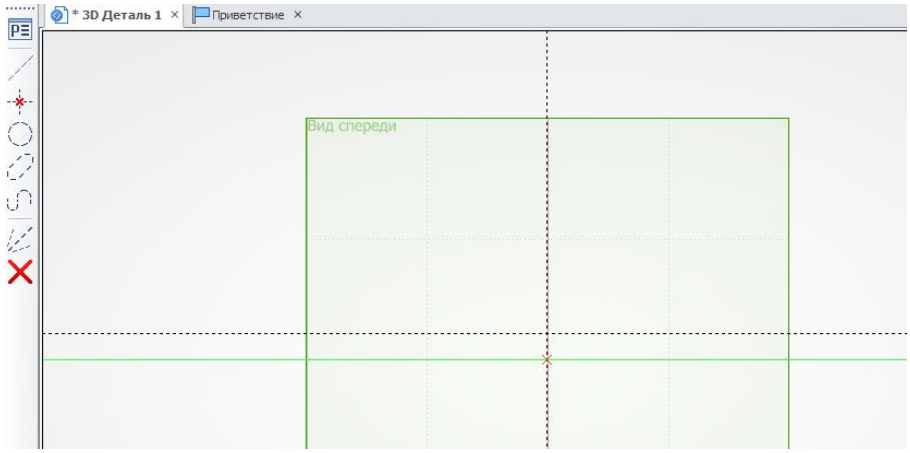


9. Строим все необходимые пунктирные линии построения, для чего сначала выделяем ЛКМ линию, относительно которой будем строить прямую, потом отводим мышь в ту сторону, где должна быть параллельная линия, затем с клавиатуры вводим расстояние и нажимаем Enter.

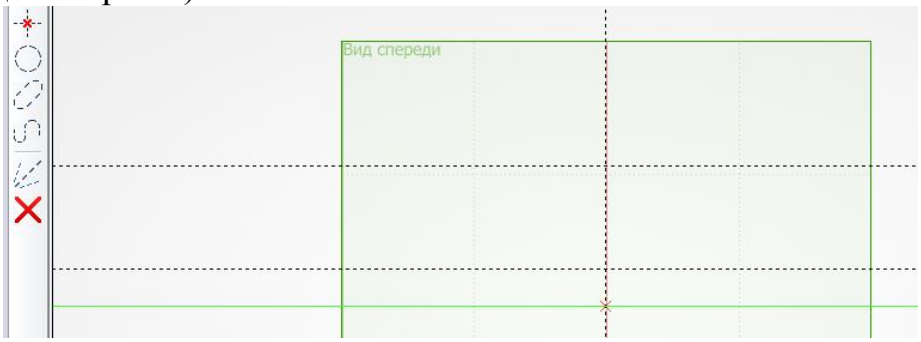
Например, у нашей детали диаметры 60, 65, 70 и 82. Значит, нужно относительно горизонтальной линии построить вверх параллельные линии на расстояниях 30, 32,5, 35 и 41.

Покажем процесс построения одной линии.

Кликаем ЛКМ по горизонтальной опорной прямой (она становится зеленой) и отводим мышь вверх, пунктирной линией отображается будущая прямая:

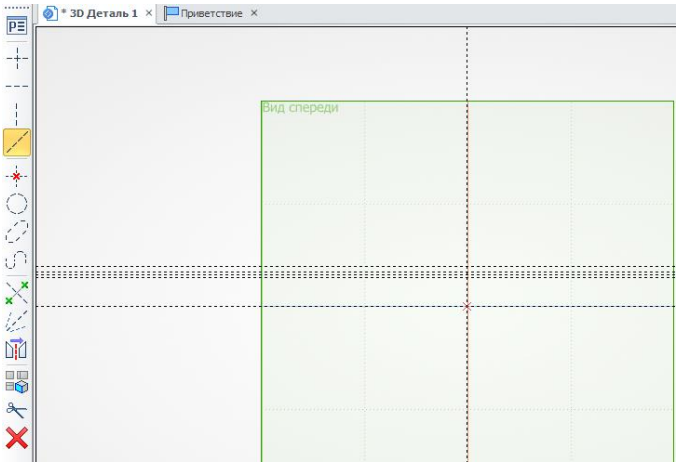


10. Вводим с клавиатуры 30 – расстояние от опорной прямой (половина диаметра 60) и нажимаем Enter:



Система ввела одну линию и готова ввести следующую, тоже параллельную горизонтальной. Вводим 32,5 – Enter, 35 – Enter и 41 – Enter (диаметральные размеры, деленные на 2). В результате имеем 4 линии, параллельные горизонтальной:

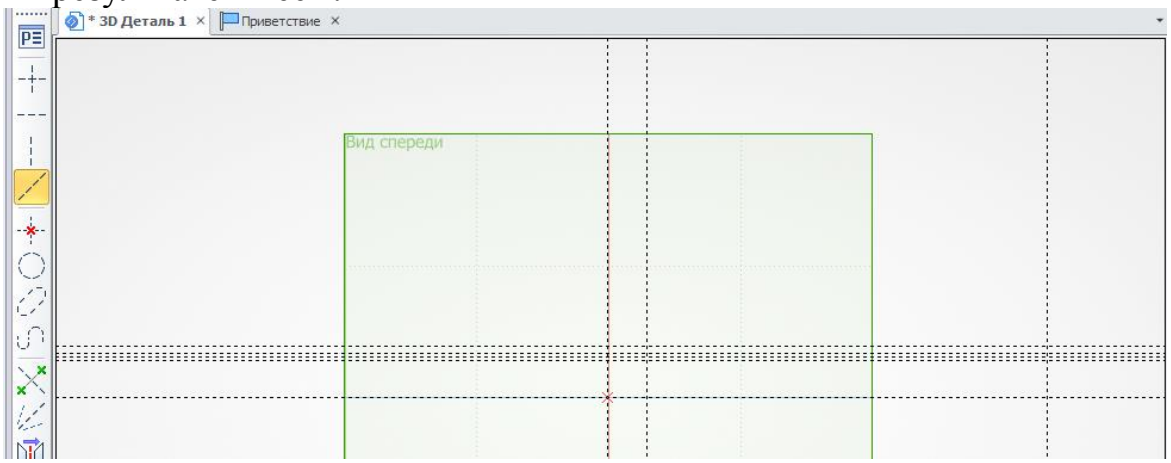
Т.к. больше линий, параллельных горизонтальной, не нужно, нажимаем ПКМ и возвращаемся к меню построения прямых:



11. Большинство размеров идет от левого торца вала, его берем за базу. Пусть вертикальная торцовая линия совпадает с осью Y. Тогда все остальные вертикальные линии построения пойдут правее оси Н. Построим эти линии.

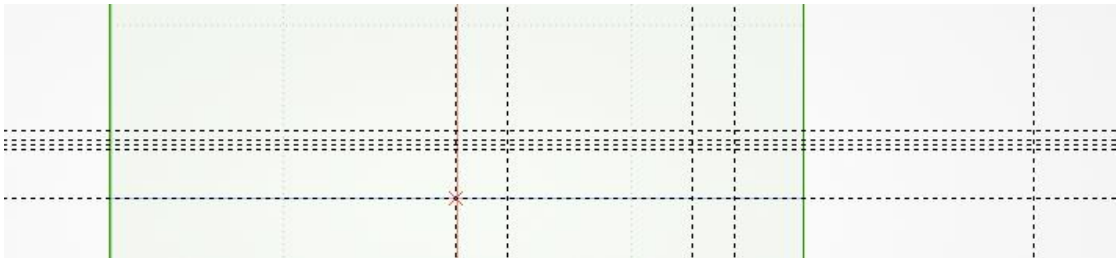
12. Кликаем по Верикальной оси и отводим мышь правее. Далее по очереди вводим размеры, измеряемые относительно левого торца: 31 – Enter, 350 – Enter. Т.к. больше линий построить нельзя, нажимаем ПКМ.

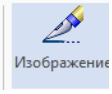
В результате имеем:



То, что одна линия вышла за пределы зеленого квадрата, не обращаем внимания.

13. Далее построим вертикальные линии, размеры которых указаны относительно друг друга. Сначала строим размер 112, затем – 26. В результате имеем:

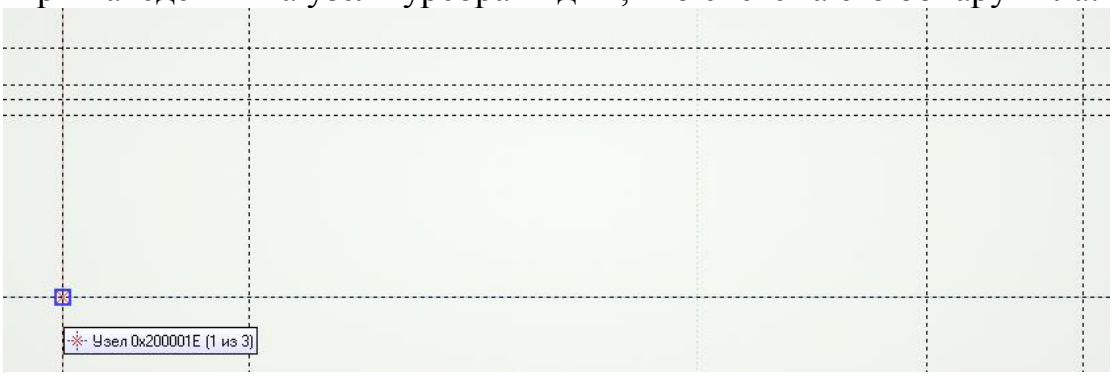


14. Выполним обводку части контура с помощью команды «Создать линию изображения» 

Выполняем обводку, начиная с торца, при этом нет необходимости прочерчивать все видимые, как на чертеже линии, достаточно обвести только

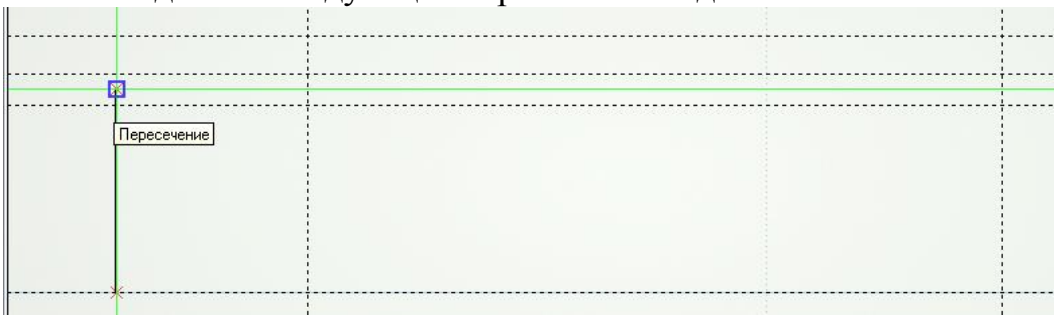
контур. Чтобы лучше было видно мелкие детали, можно колесом мыши увеличить изображение. При обводке нужно кликать по узлу на месте пересечения горизонтальной и вертикальной линий, он подсвечивается, как только курсор будет его указывать. В этот момент и нужно кликнуть.

При наведении на узел курсора видим, что система его обнаружила:

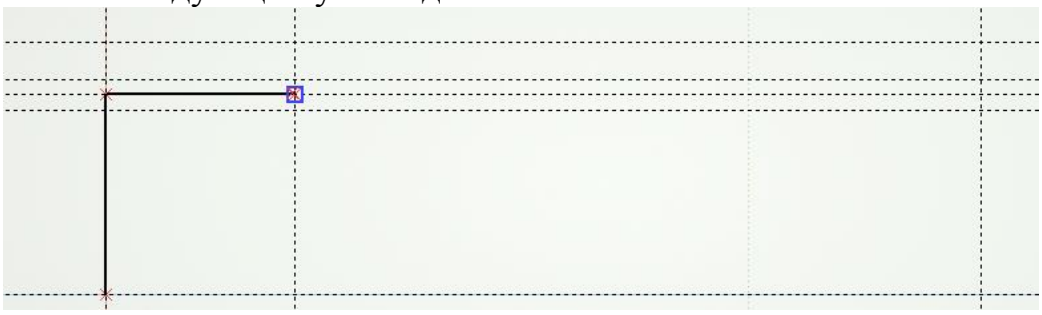


После клика ЛКМ по узлу выделяются линии, его образующие:

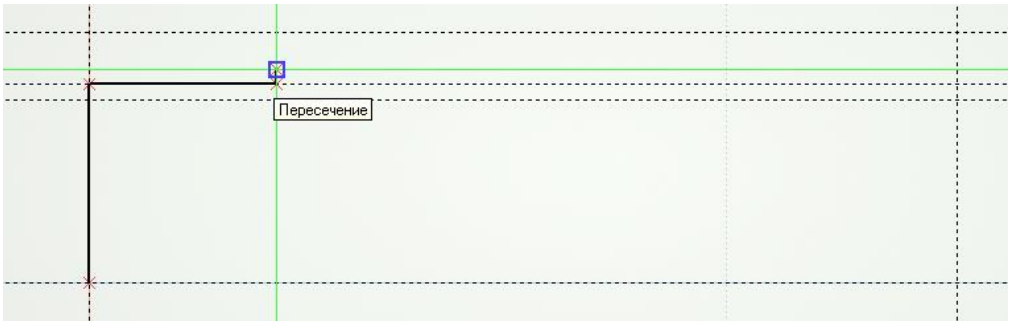
Затем наводим на следующее пересечение и делаем клик ЛКМ:



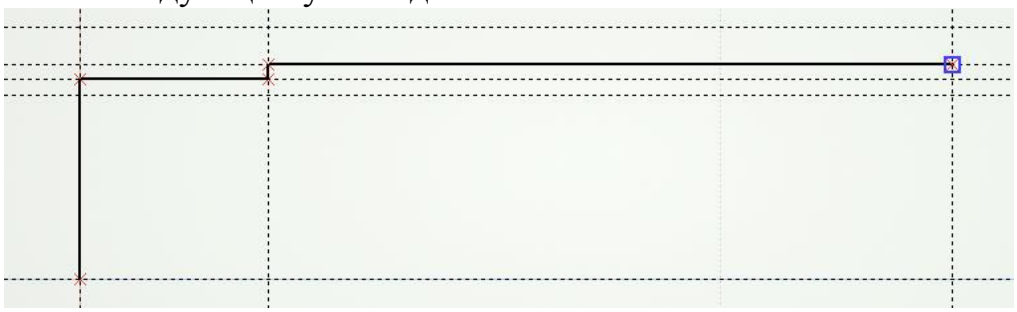
Затем на следующий узел и делаем клик ЛКМ:



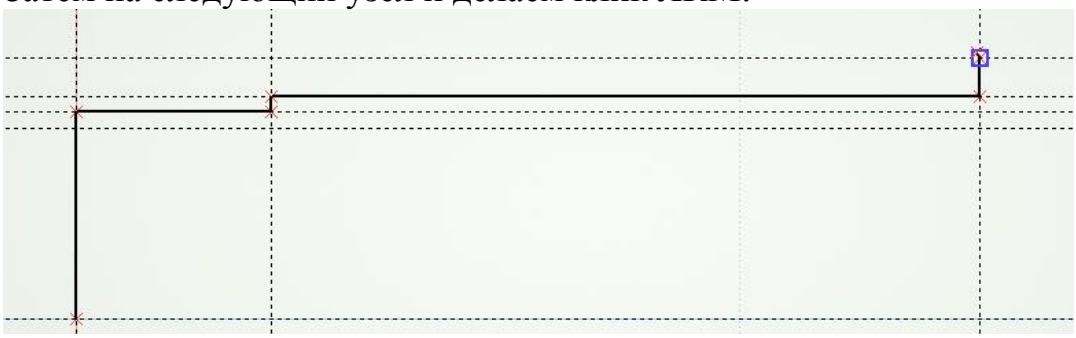
Затем на следующий узел и делаем клик ЛКМ:



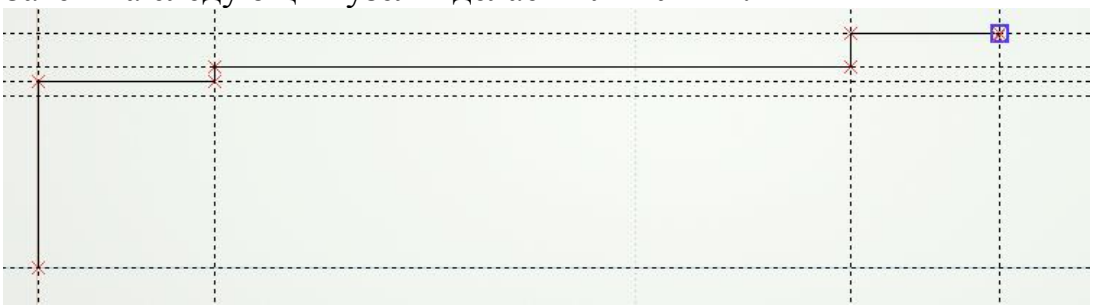
Затем на следующий узел и делаем клик ЛКМ:



Затем на следующий узел и делаем клик ЛКМ:

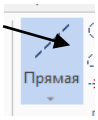


Затем на следующий узел и делаем клик ЛКМ:

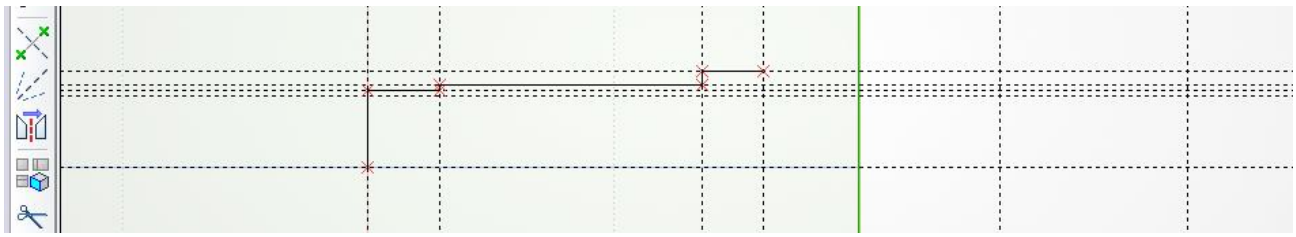


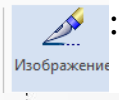
Нажимаем ПКМ, чтобы закончить обводку.

15. На расстоянии 80 от правого торца построим вертикальную линию. Поскольку мы были в команде черчения, нужно снова войти в команду построения прямых.

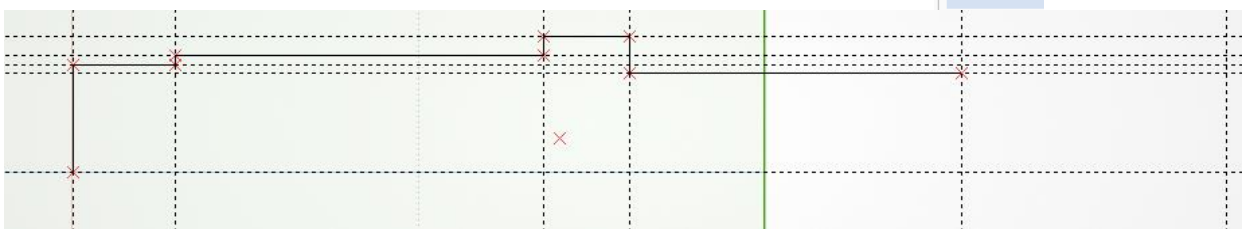
Кликаем ЛКМ, чтобы вернуться к меню построения прямых: 

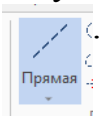
По умолчанию система предлагает выбрать линию, относительно которой будут выполнены построения. Кликаем по линии правого торца, затем отводим мышь влево и вводим расстояние 80. Нажимаем Enter, линия появляется, после чего нажимаем ПКМ, чтобы закончить построение относительно правого торца:



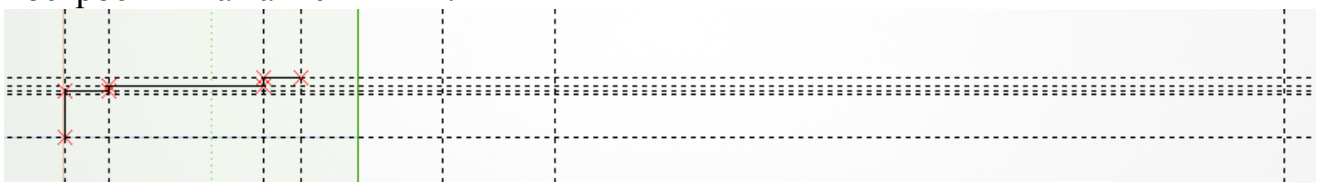
16. Закончим обводку контура вплоть до непостроенной еще конусной линии с помощью команды «Создать линию изображения» 

:

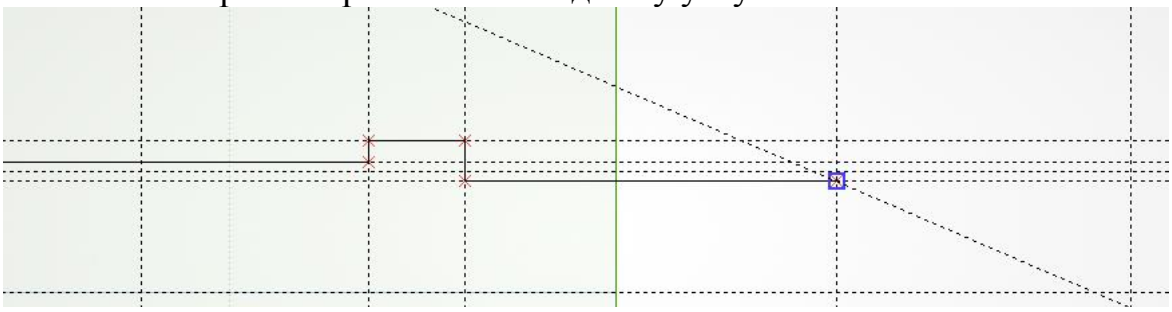


17. Теперь, чтобы построить конус 1:10, нужно построить линию параллельно основанию конуса на расстоянии, в 10 раз большем, чем диаметр основания конуса. Т.к. основание конуса – диаметр 60, то высота – 600. Войдем в команду построения прямых: 

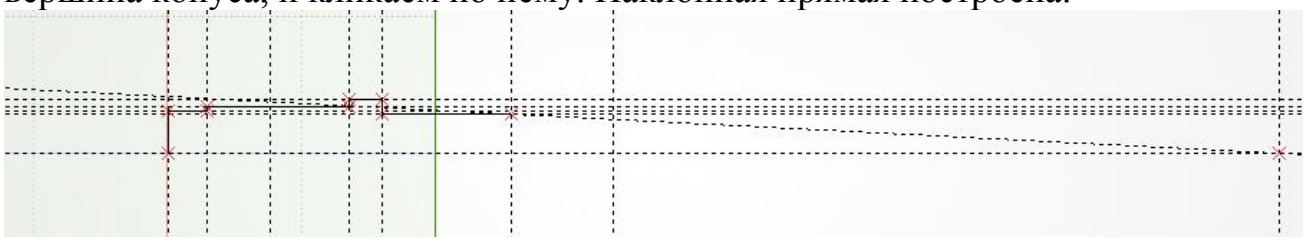
. Кликаем ЛКМ по линии основания конуса, отводим мышь вправо, вводим 600, нажимаем Enter, заканчиваем построения нажатием ПКМ:



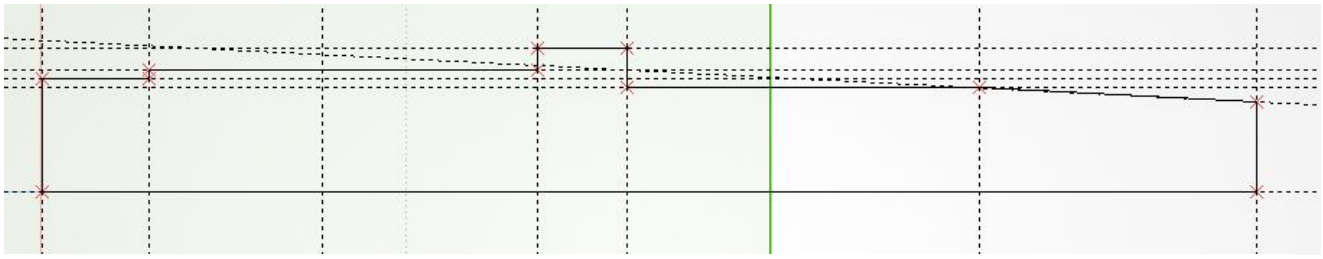
18. Строим конусную наклонную линию по узлам. Так как мы вышли из команды построения параллельных линий, система вернулась в исходное меню построения прямых. Наведем сначала на один узел конусной линии. При этом система показывает, что выбирает только что построенный при обводке узел. Кликаем ЛКМ. Прямая привязалась к одному узлу:



Теперь колесом мыши уменьшаем изображение, пока не появится узел – вершина конуса, и кликаем по нему. Наклонная прямая построена:

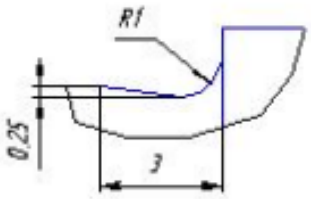


19. Завершаем обводку контура вала, с помощью команды после чего нажимаем ПКМ.



20. Теперь, когда общий контур сформирован, можно выполнить прорисовку деталей, а именно – углубление по выход шлифовального круга и галтель у наибольшего диаметра. В принципе, можно это было сделать и заранее, до обводки всего контура. Но так будет слишком много пунктирных линий построения, в которых легко запутаться. Теперь четко видно, в каком месте нужно отредактировать контур.

Необходимо выполнить построения для формирования ниже показанного фрагмента

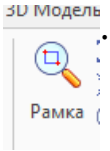


Построение состоит из прямой, проходящей ниже основной контурной на 0,25мм, окружности радиусом 1 мм, сопрягающей две перпендикулярные линии и наклонной линии, которую легко построить по 2 точкам – одна находится на основной горизонтальной контурной линии на3мм левее вертикальной, другая – точка касания окружности.

21. Увеличим фрагмент чертежа. Клик ЛКМ по «вид»

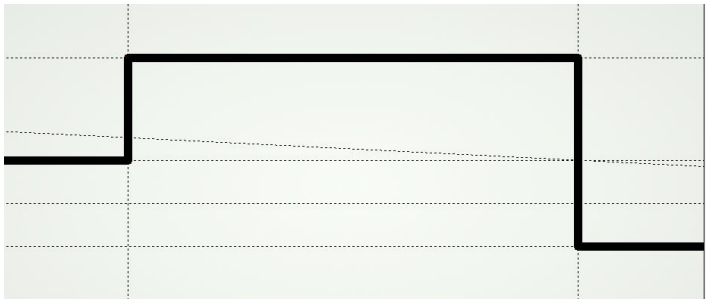
,

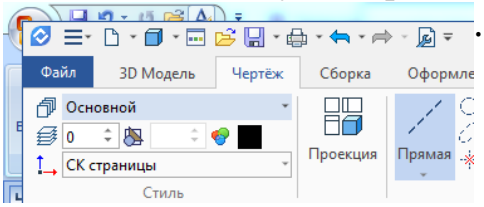
при этом откроется окно:

«Масштаб», в котором курсором выбираем команду «Рамка» 

.

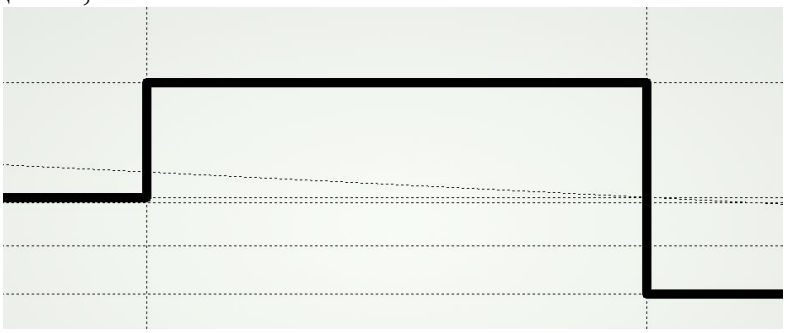
Делаем клик ЛКМ по «Рамка». Нажатой ЛКМ выделяем нужный фрагмент чертежа: в верхнем левом углу фрагмента ЛКМ нажимаем, затем, не отпуская ЛКМ, тащим курсор в правый нижний угол фрагмента и отпускаем ЛКМ. В результате имеем:



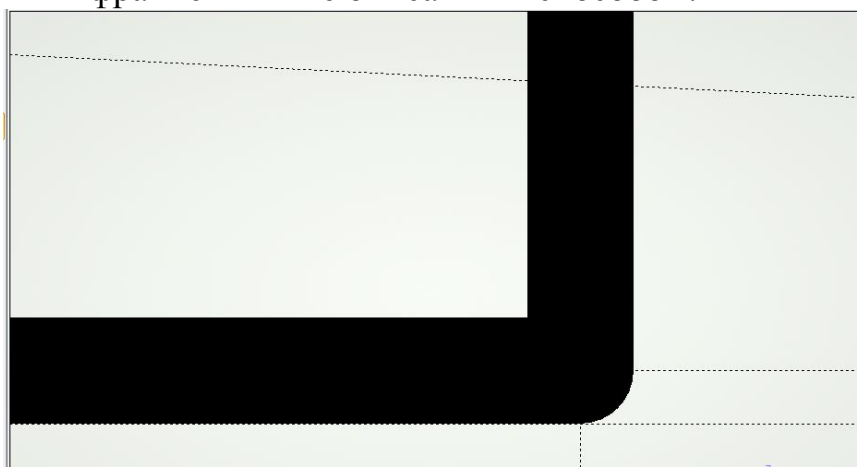
22. Войдите в команду построения прямых: закладка «чертеж» - кнопка «прямая» 

.

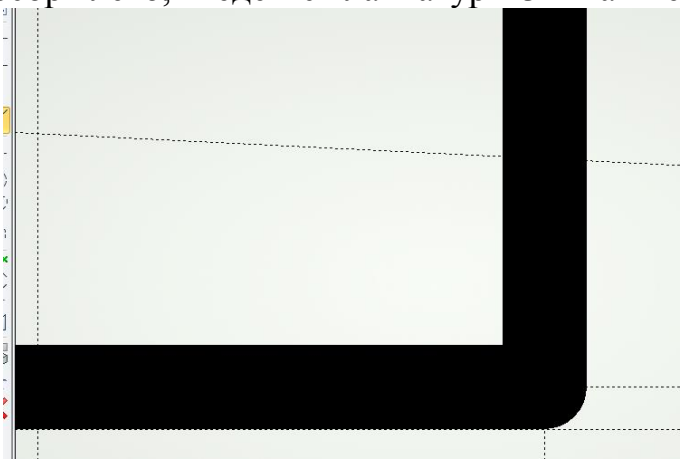
23. ЛКМ кликаем по горизонтальной линии, опускаем курсор вниз и на клавиатуре вводим 0,25 и нажимаем Enter.



24. Так как масштаб все равно остается слишком маленьким, еще раз увеличим нужный фрагмент выше описанным способом.



25. Возвращаемся в режим черчения. Кликнем ЛКМ по вертикальной линии, отведем курсор влево, введем с клавиатуры 3 и нажмем Enter:

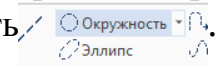


Если линия оказалась за пределами окна, колесом мыши уменьшите масштаб.

26. Уберем неправильные элементы чертежа – вертикальную и горизонтальную линии, для чего нажатием ЛКМ войдите в команду «Чертеж».

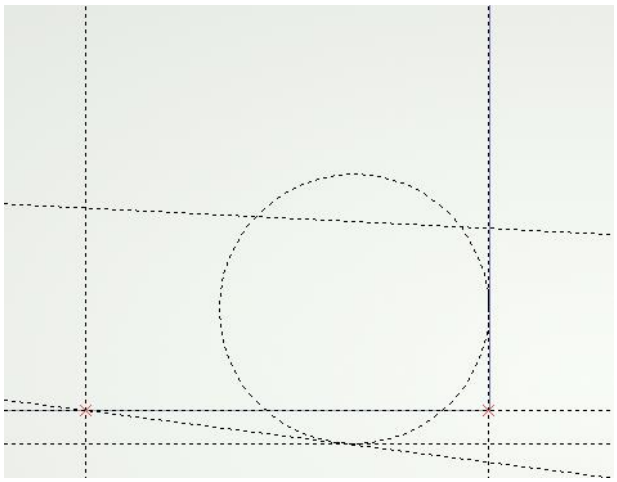
Теперь наведите курсор на жирную вертикальную линию, кликните ЛКМ (она подсветится) и нажмите Delete, затем точно также удалите жирную горизонтальную линию.

В результате имеем:

27. Постройте сопрягающую окружность радиусом 1 мм: клик по команде Окружность 

. Затем ЛКМ кликните сначала по одной линии, например, вертикальной, затем по другой – горизонтальной в том месте, где должна быть окружность, введите с клавиатуры 1 (радиус 1 мм) и нажмите Enter.

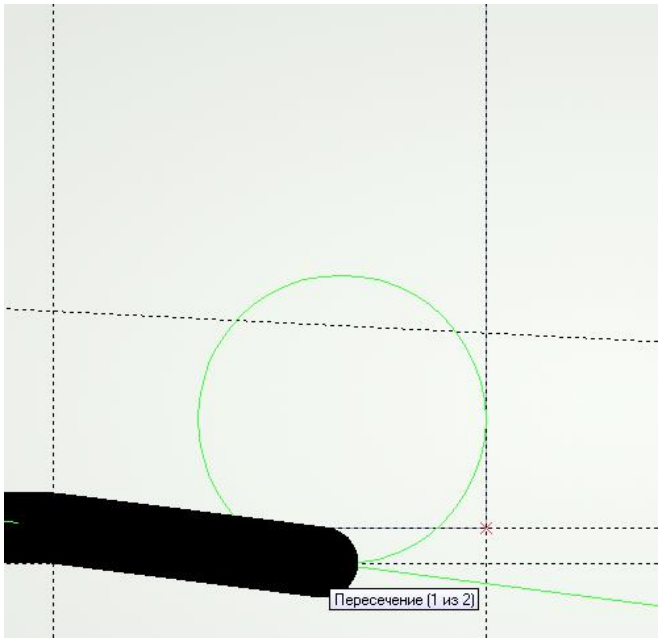
28. Постройте наклонную линию. Войдите в команду построения прямых, кликните ЛКМ по узлу – пересечению горизонтальной и вертикальной пунктирных линий (при наведении на него курсора он выделится), затем кликните по низу окружности (она тоже при этом подсветится). В результате имеем:



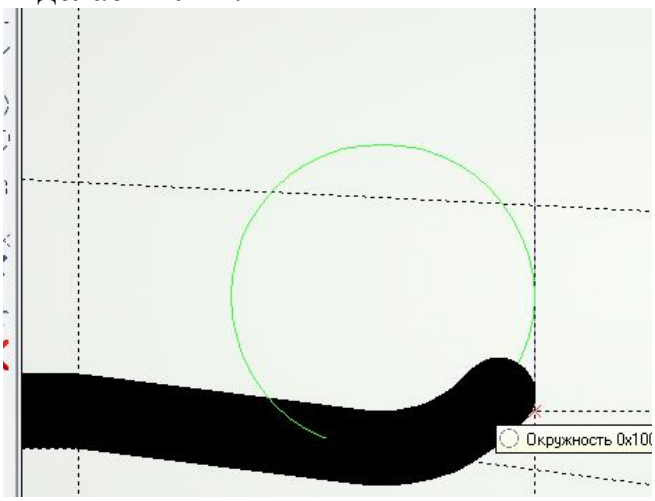
29. Точно также постройте сопряжение с правой стороны – см. чертеж детали. Увеличение и уменьшение масштаба делайте с помощью колеса мыши.

30. Выполним обводку чертежа. В процессе обводки увеличивайте и уменьшайте масштаб колесом мыши. Прямые соединяйте кликами по узлам. Чтобы перейти от прямой к скруглению, необходимо поймать точку пересечения прямой с окружностью скругления. В точке пересечения T-Flex подсветит зеленым цветом оба элемента – прямую и окружность. Для этого выполните действия:

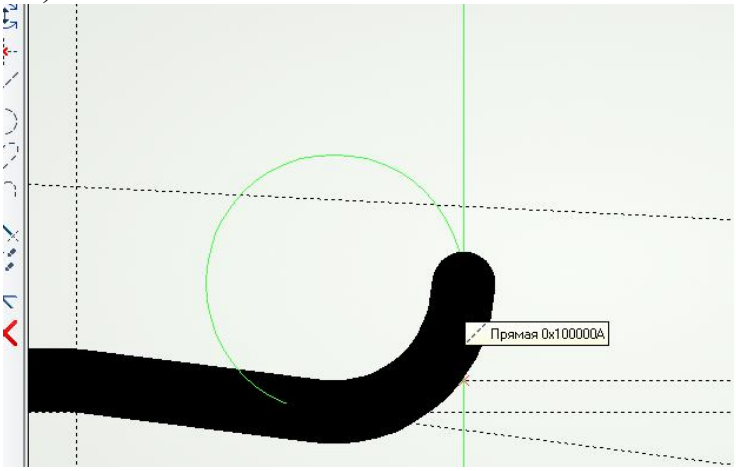
- кликните по узлу, затем тащите курсор по наклонной прямой, пока не подсветится окружность, как только она подсветилась, делаем клик:



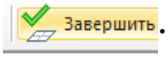
В этот момент система зацепилась за пересечение наклонной и окружности, что нам и нужно. Теперь перетаскиваем курсор на окружность (она подсвечивается) и делаем клик:



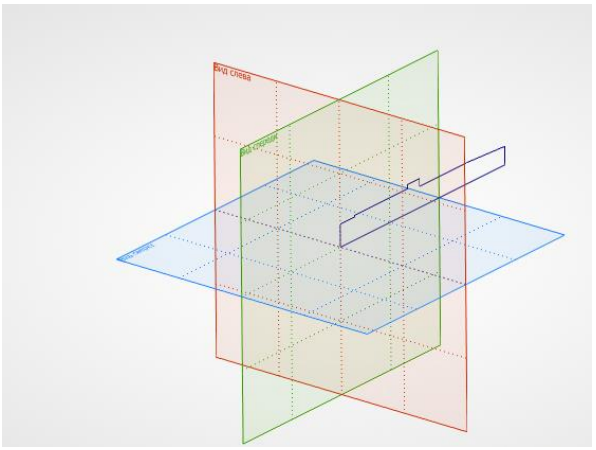
Теперь система зацепилась за окружность и нужно указать точку пересечения окружности с вертикальной прямой. Как только курсор захватит вертикальную прямую, она подсветится (опять высвечиваются оба элемента – окружность и прямая):



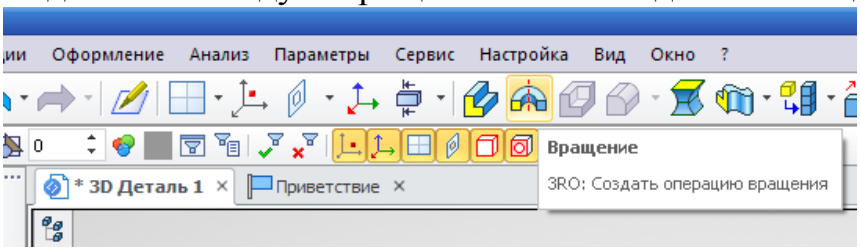
В этот момент делаем клик и далее система уже будет выполнять обводку контура по вертикальной прямой.

31. Как только весь контур будет обведен, завершаем построения на рабочей плоскости, нажимая ЛКМ и выбирая зеленую галочку «Завершить» 

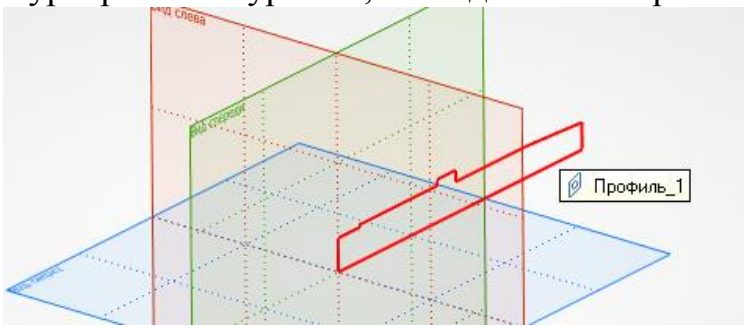
. В результате имеем контур, который путем вращения вокруг оси сформирует вал:



32. Войдем в команду «Вращение» в закладке «3D модель» кликом по команде:



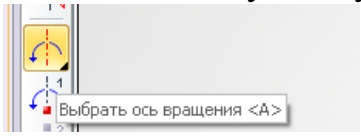
33. Наведем курсор на контур вала, он подсветится красным:



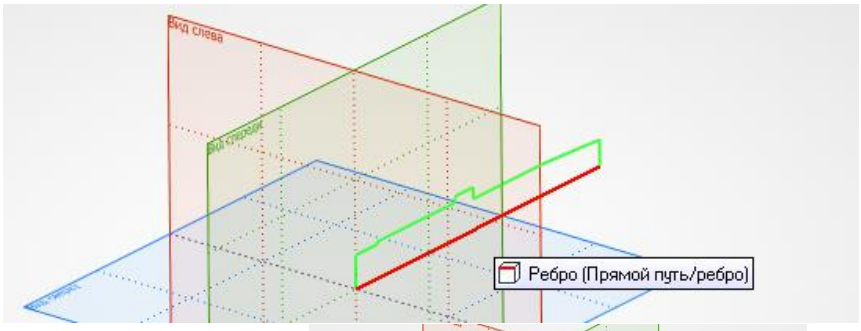
Делаем клик ЛКМ.

34. Контур выбран, теперь нужно задать ось вращения. В качестве оси вращения выберем нижнюю горизонтальную линию контура, совпадающую с осью. Ее можно задать либо двумя узлами, либо самой линией. По умолчанию система предлагает выбрать первый узел оси:

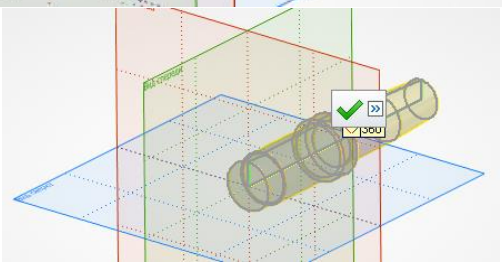
.

Так как линия оси у нас уже есть, выберем ЛКМ команду выбора оси вращения 

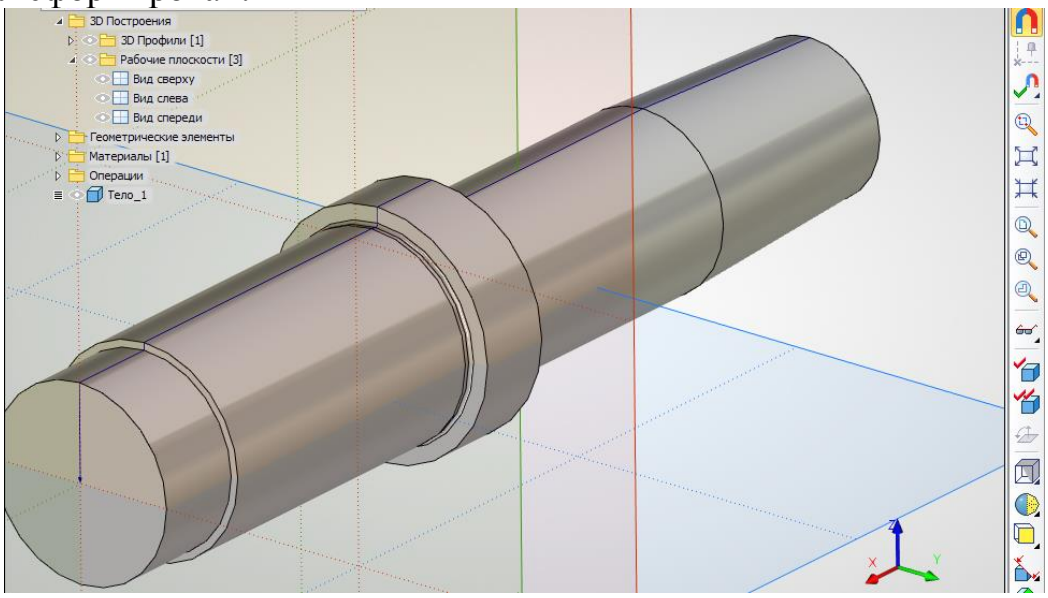
Наведем курсор на ребро контура – ось вращения и кликнем ЛКМ:



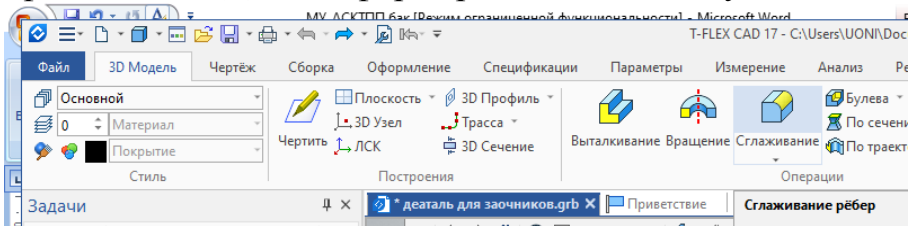
Кликнем на зеленую галочку



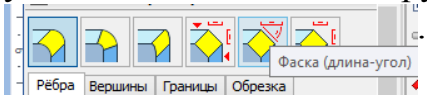
Вал сформирован:



35. У вала есть 3 фаски 1х45. Для их формирования используем команду «Сглаживание ребер»

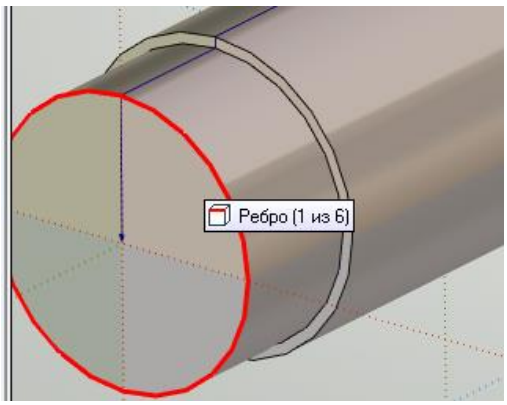


Делаем клик по команде. Далее в основных параметрах операции, где по умолчанию стоит «Скругление ребра» выбираем «Фаска (длина-угол)»:

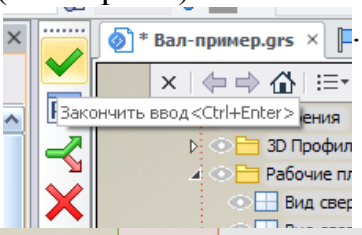


. Делаем клик ЛКМ по этой команде и задаем параметры фаски – длина 1 мм, угол - 45.

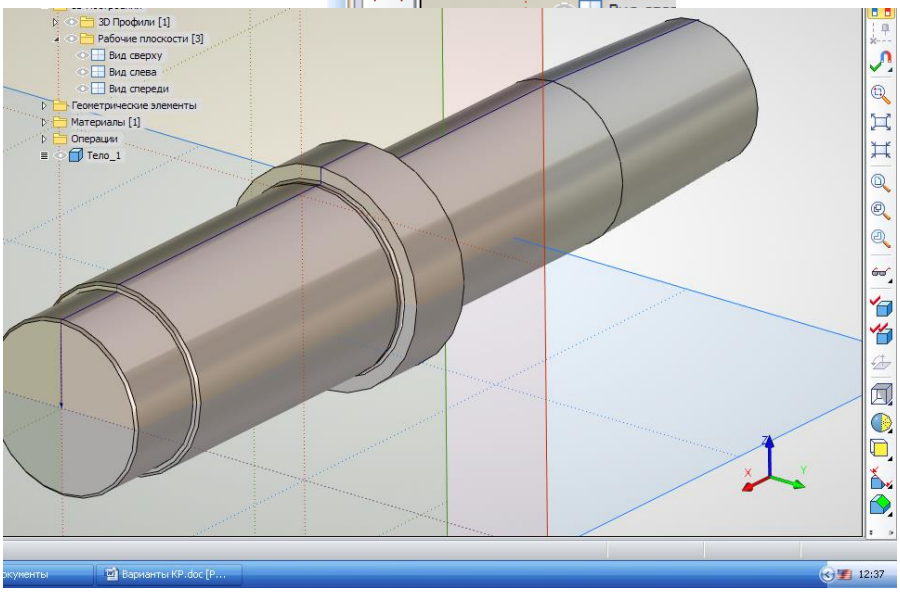
Наводим курсор на ребро левого торца, оно при этом подсвечивается:



Делаем клик ЛКМ. Точно также наводим курсор и кликаем на ребра правого торца и второго левого (см. чертеж).

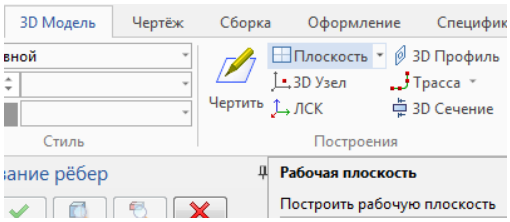
Нажимаем «Закончить ввод» 

. Вал с фасками готов:

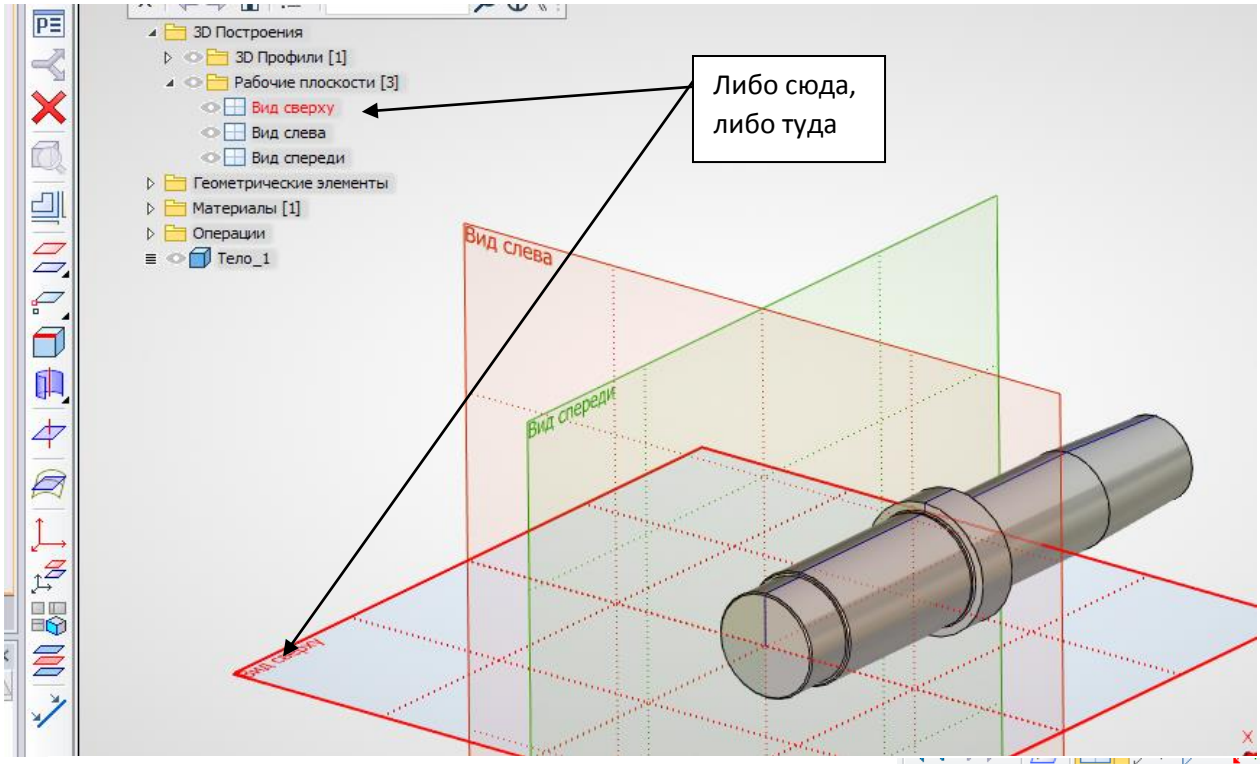


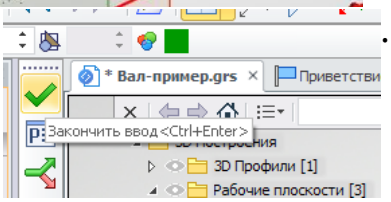
36. Чтобы сделать шпоночные пазы, необходимо нарисовать их контура. Контур нужно выполнить на рабочей плоскости этого паза. Постоим рабочую плоскость для левого паза. Она находится на 15 мм ниже верхнего контура ступени вала (см. разрез А-А). Т.к. диаметр ступени – 70мм, то радиус – 35 и плоскость будет смещена на 20мм от оси вала.

37. Войдем в команду построения рабочей плоскости:

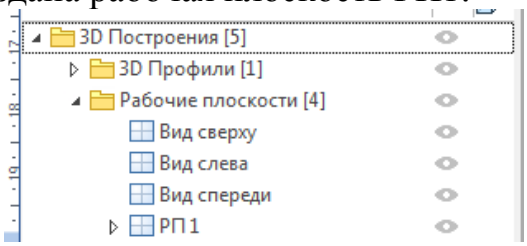


38. Выберем способ построения «смещенная» и кликнем ЛКМ по «Вид сверху»:

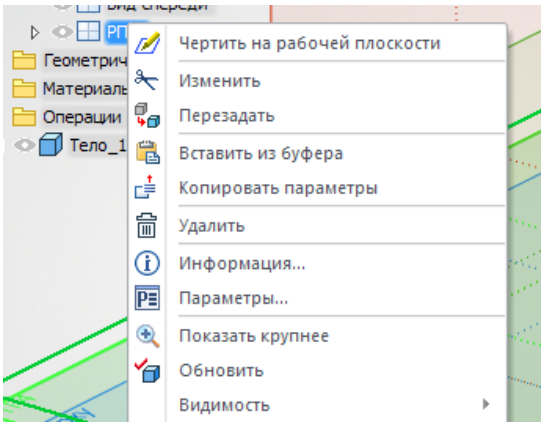


Введем с клавиатуры смещение 20 и закончим ввод: 

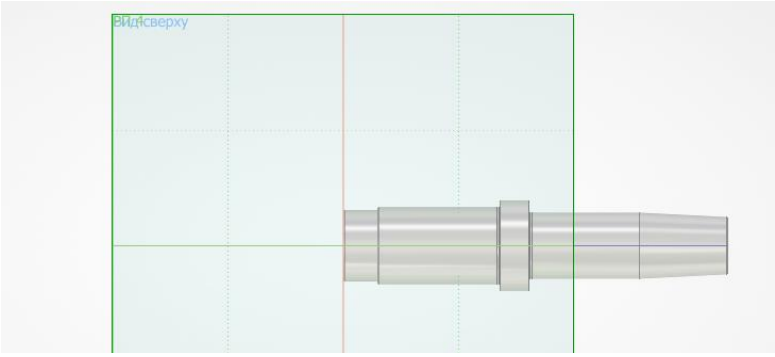
В результате будет создана рабочая плоскость РП1:



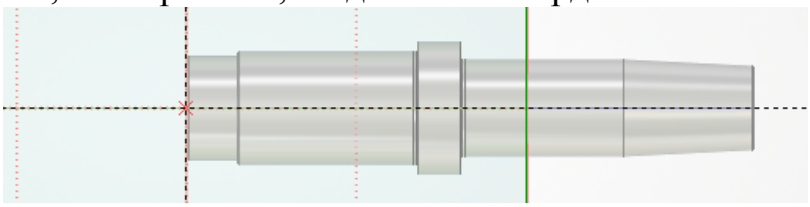
Наводим курсор на РП1 и делаем клик ПКМ (правой, а не левой), выпадает меню:



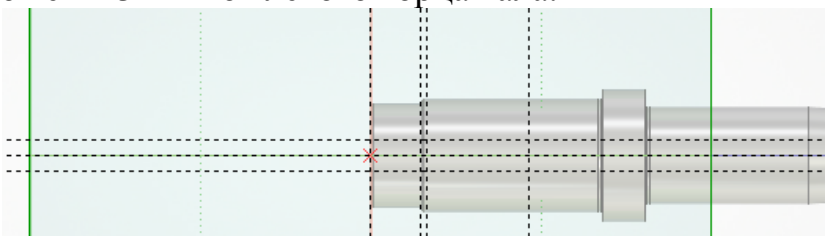
ЛКМ (теперь левой!!!) по «Чертить на рабочей плоскости». Если с первого раза не получилось, повторите. В результате имеем:

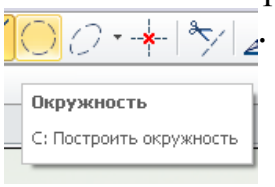


Точно так же, как и раньше, создаем оси координат:

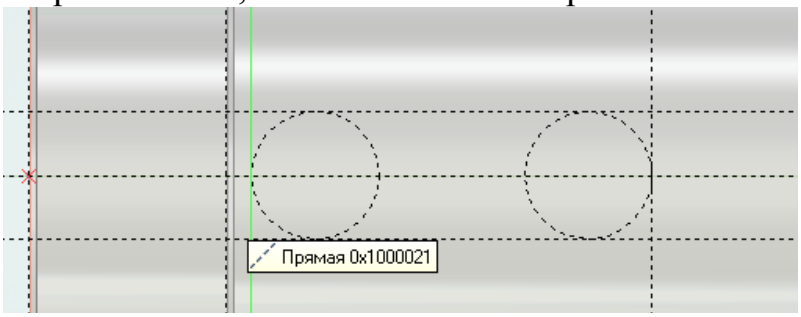


Чертим в тонких линиях контур паза (пока без скруглений). Размер паза – 20х63, расположен в 4 мм от левого торца ступени вала, который, в свою очередь, расположен в 31 мм от левого торца вала:

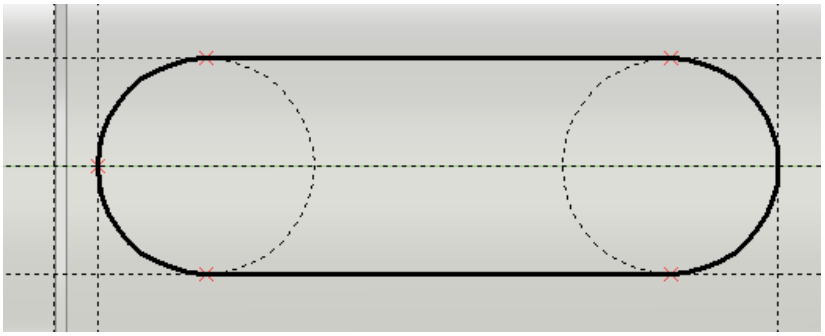


Выполним скругления с помощью команды построения окружностей 

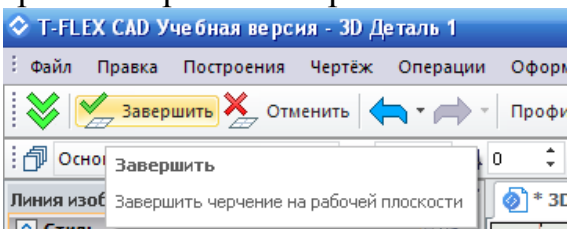
Каждую окружность делаем в три клика – по верхней горизонтальной, затем по боковой вертикальной, затем по нижней горизонтальной:



Выполним обводку. Начните с верхней точки касания окружности и прямой. Когда обводите полуокружность, сначала наведите курсор на нее, чтобы она подсветилась, и делайте клик, чтобы зацепиться за окружность. После того, как убедитесь, что курсор теперь скользит по окружности, можете уже кликать по пересечению окружности с прямой. Чтобы закончить обводку, кликните ПКМ.

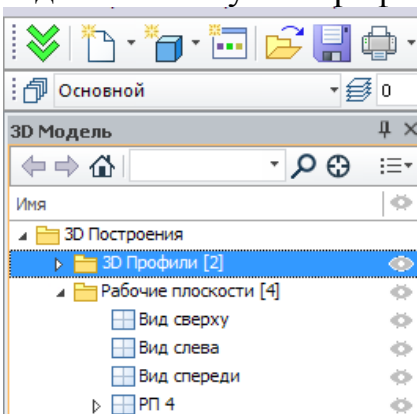


Кликните по «Завершить черчение на рабочей плоскости»

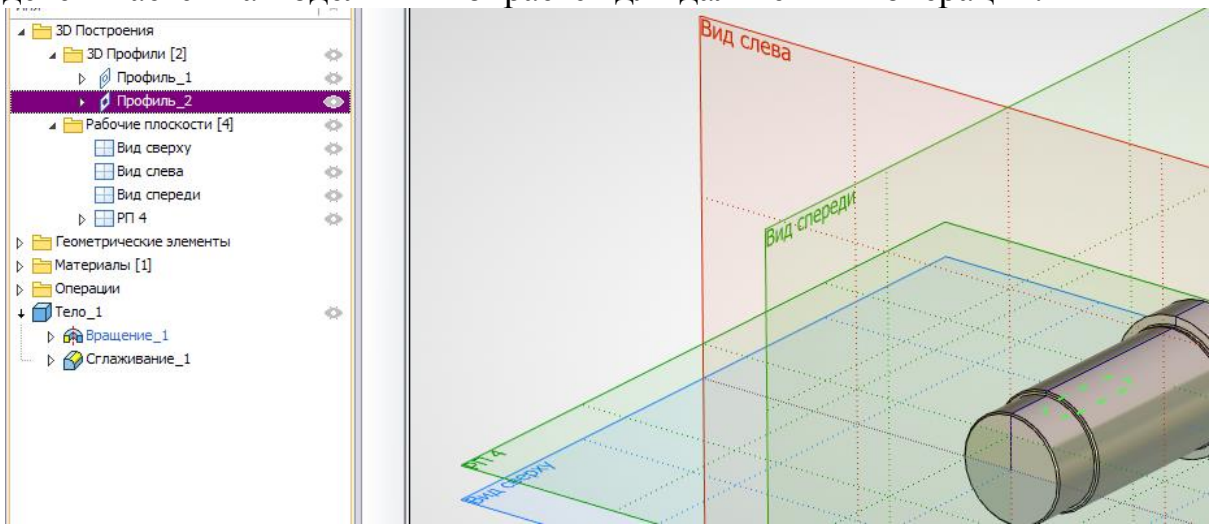


39. Выполним паз с помощью операций Выталкивание и Булевой – Вычитание.

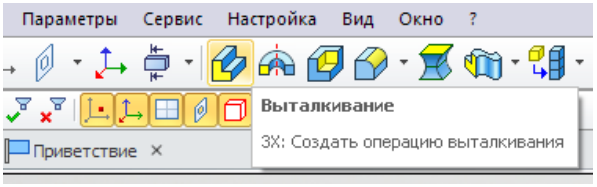
Сначала нужно активизировать только что сделанный контур паза, но, поскольку он не видим (находится внутри детали), используем дерево построений 3D-модели. Наводим на папку 3D-профили и раскрываем ее:



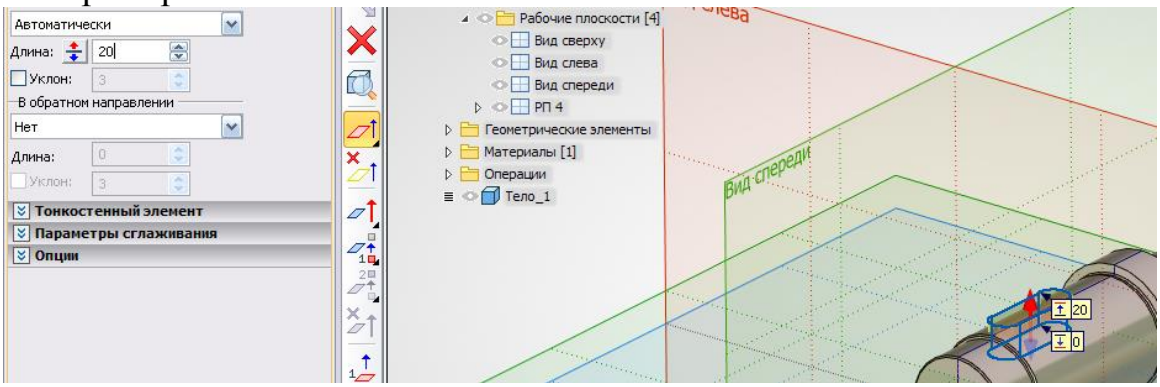
Клик ЛКМ по Профиль 2 (это и есть контур паза), при этом он подсвечивается на модели и выбирается для дальнейших операций.



Клик ЛКМ по операции «Выталкивание»:



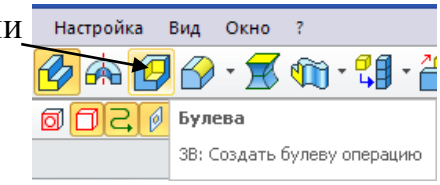
Вводим с клавиатуры любое число, заведомо большее глубины паза, для нашего примера можно 20.



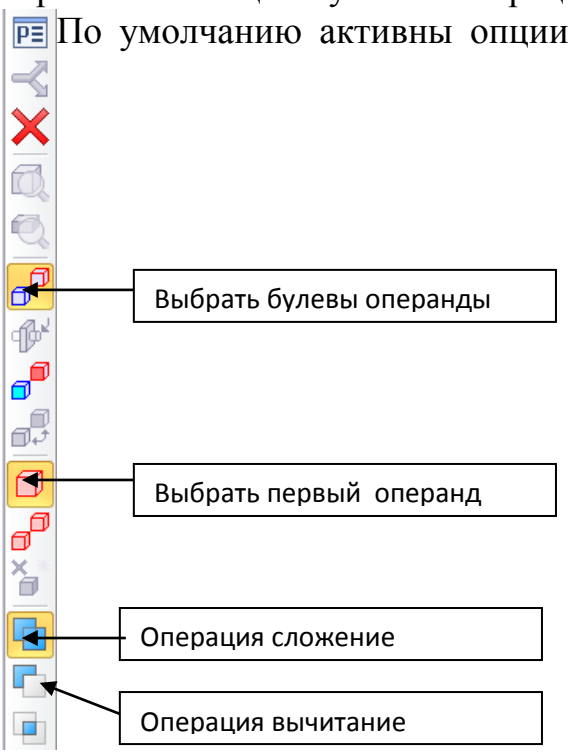
Нажимаем Enter. Тело паза сформировано.

40. Теперь нужно вычесть из тела вала тело паза с помощью Булевой операции «Вычитание».

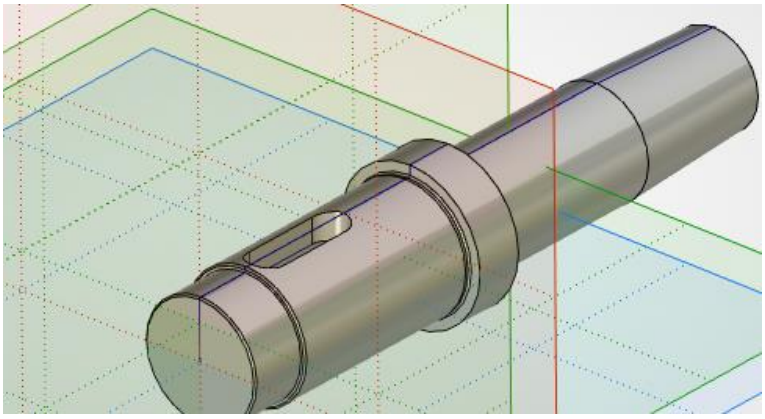
Клик ЛКМ по Булевой операции



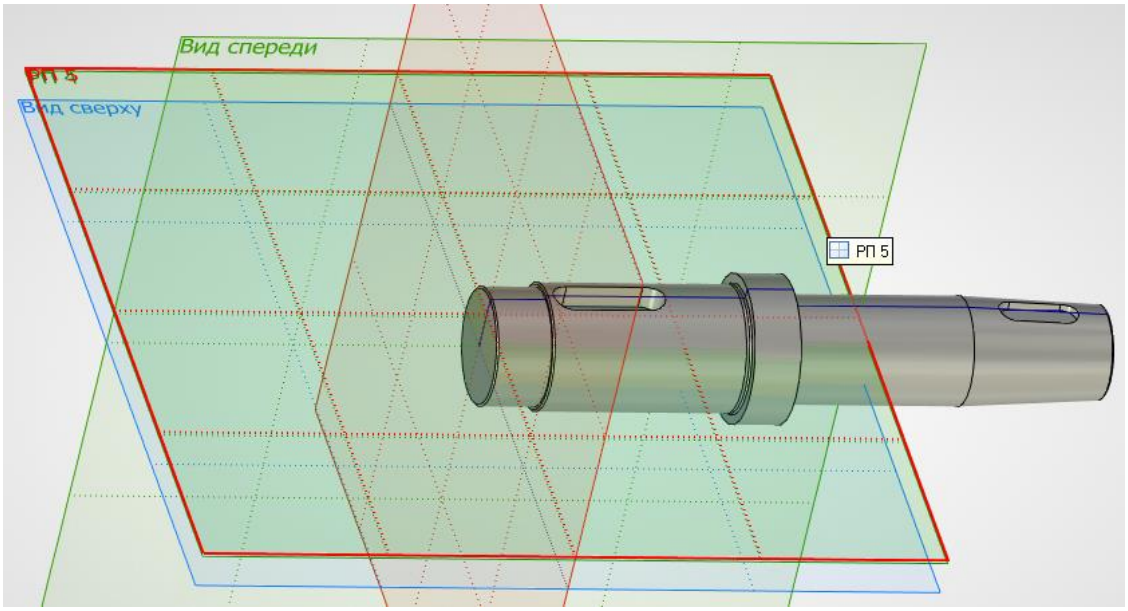
Открываются опции булевых операций:



По умолчанию активны опции выбора первого операнда и операции «Сложения». Нам нужна операция «Вычитание». Поэтому делаем клик ЛКМ по операции «Вычитание». Затем делаем клик по валу (первый операнд – уменьшаемое), а затем – по пазу (второй операнд – вычитаемое). Операция выполнена, нажимаем на зеленую галочку и получаем:

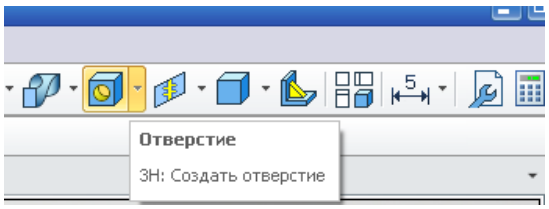


41. Точно также делаем и второй паз. Его размеры -16х45, находится на расстоянии 17,5мм от правого торца. Рабочая плоскость смещена относительно оси на 22 мм.

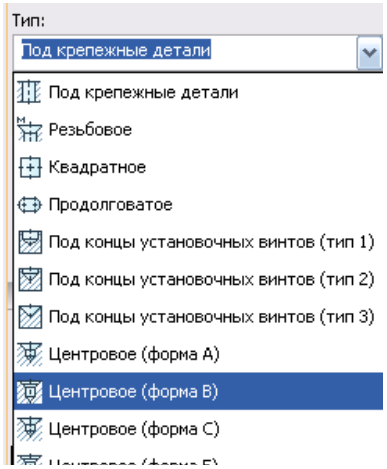


42. Остается сформировать два центровых отверстия. Они выполняются по ГОСТ 14034-74, тип отверстия – В, диаметр малого отверстия – 6,3.

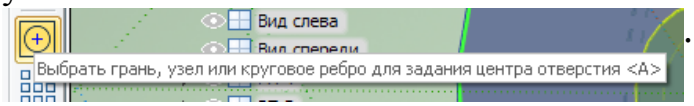
43. Кликом ЛКМ войдем в команду «Отверстие»



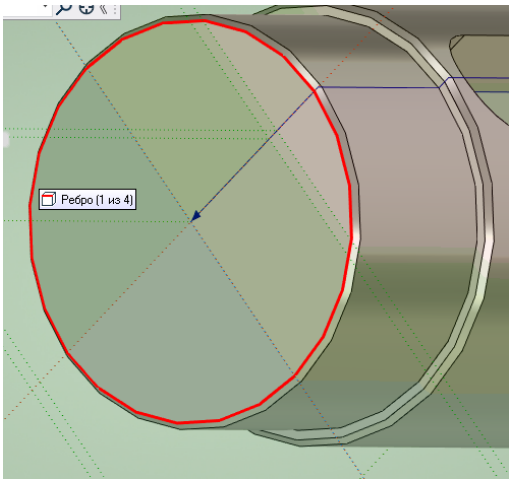
44. В окне настройки параметров отверстия выберем из выпадающего списка «Тип» тип «Центровое (форма В)»



45. В окне настройки параметров данного типа отверстия единственный настраиваемый параметр - диаметр малого отверстия. Выберем его из списка – 6,3:

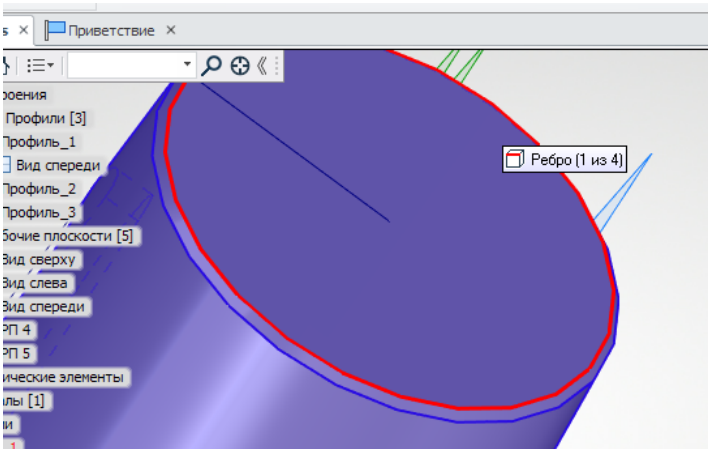
46. Теперь укажем, где это отверстие должно располагаться. По умолчанию система предлагает выбрать: 

. Нам лучше всего выбрать круговое ребро торца вала:

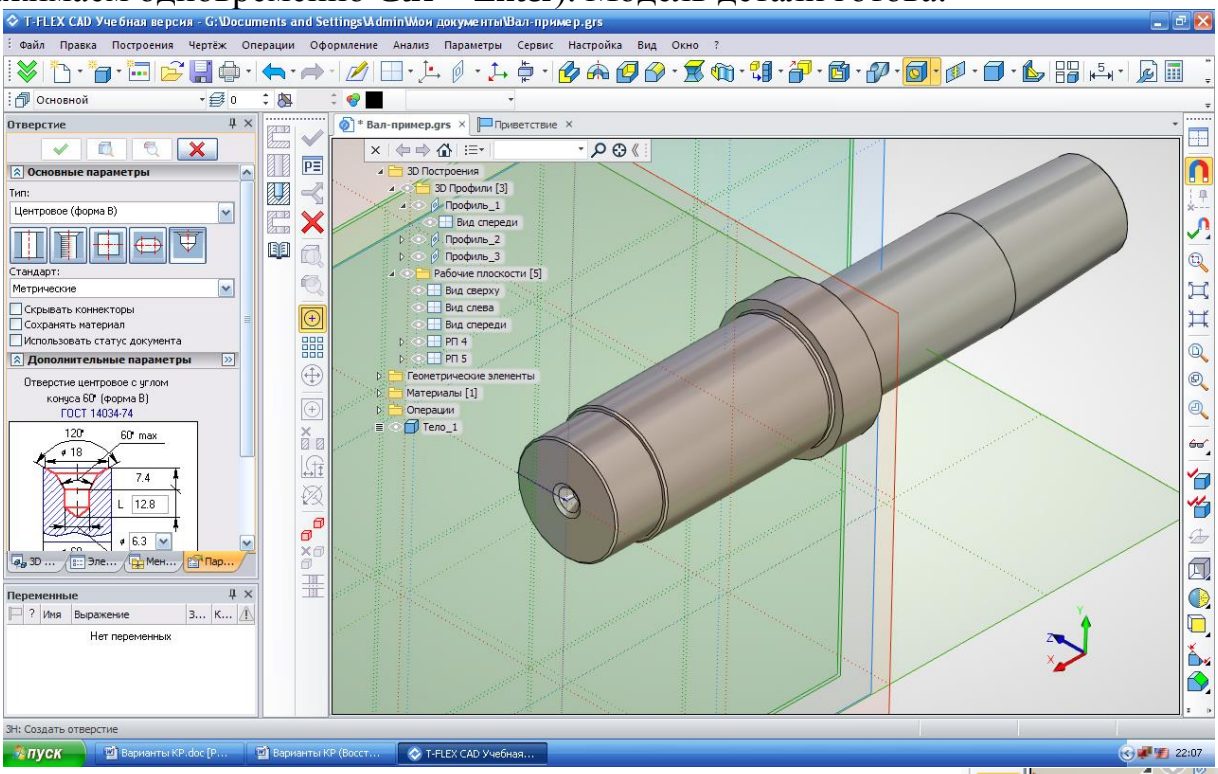


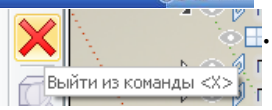
Наводим курсор на ребро и, когда оно подсветится, кликаем ЛКМ. Отверстие сформировано. Теперь такое же отверстие нужно сделать на противоположном торце.

Развернем мышью деталь так, чтобы правый торец был крупно виден, наводим на ребро курсор:



Нажимаем ЛКМ. Второе отверстие готово. Нажимаем на зеленую галочку (или нажимаем одновременно Ctrl + Enter). Модель детали готова:

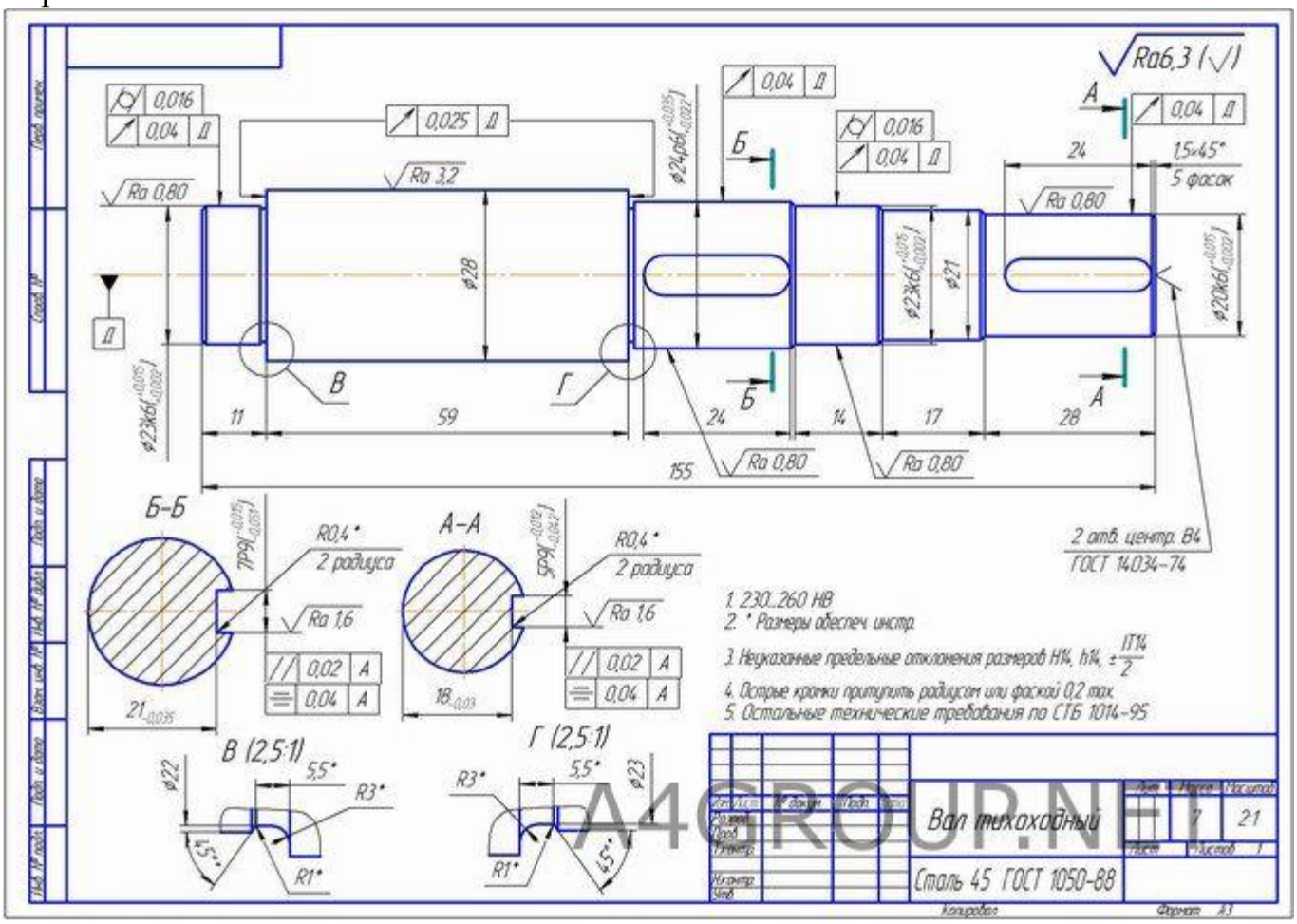


Выходим из команды – клик ЛКМ по красному крестику 
.

Сохраните модель. В названии файла введите свою фамилию и название детали.

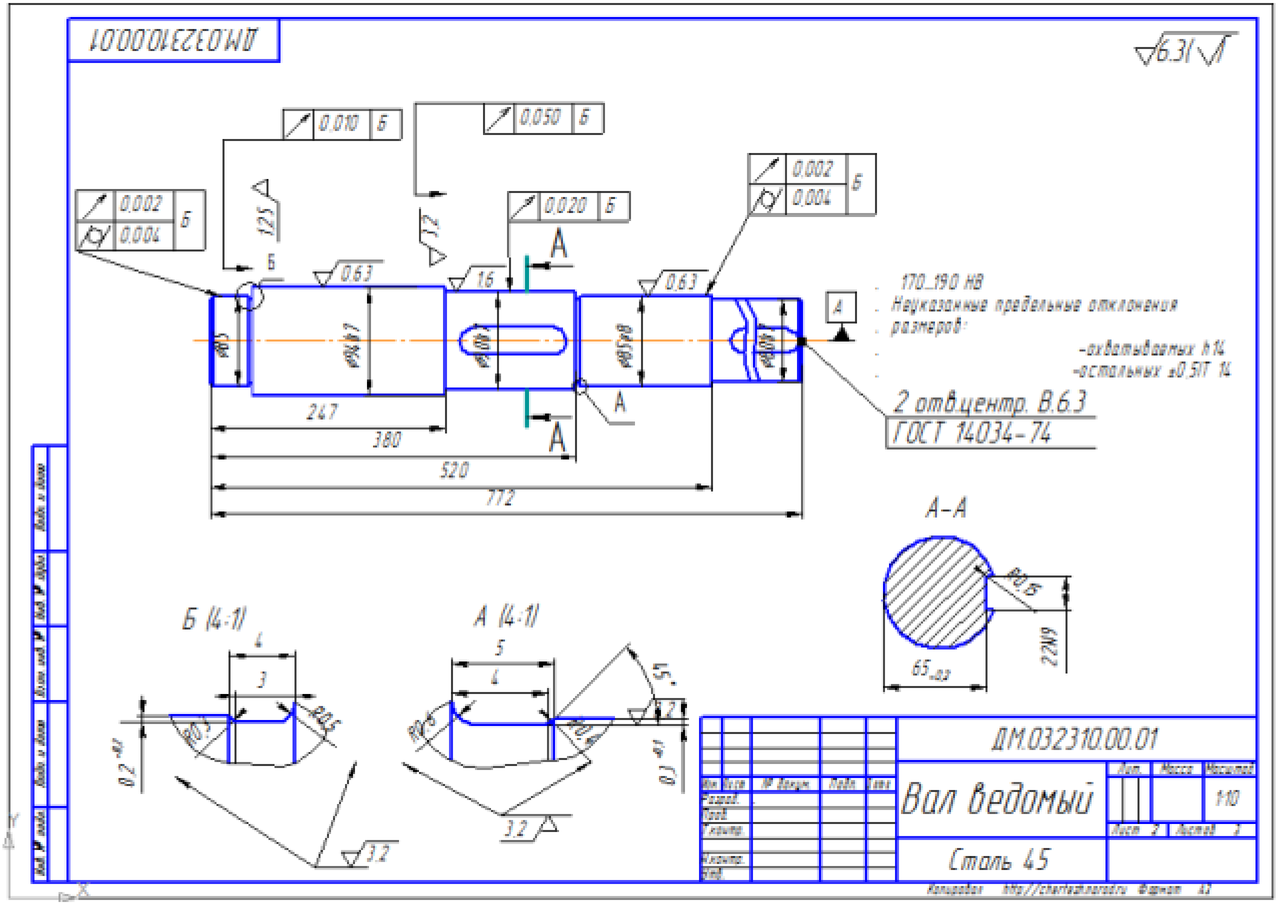
ВАРИАНТЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вариант 1

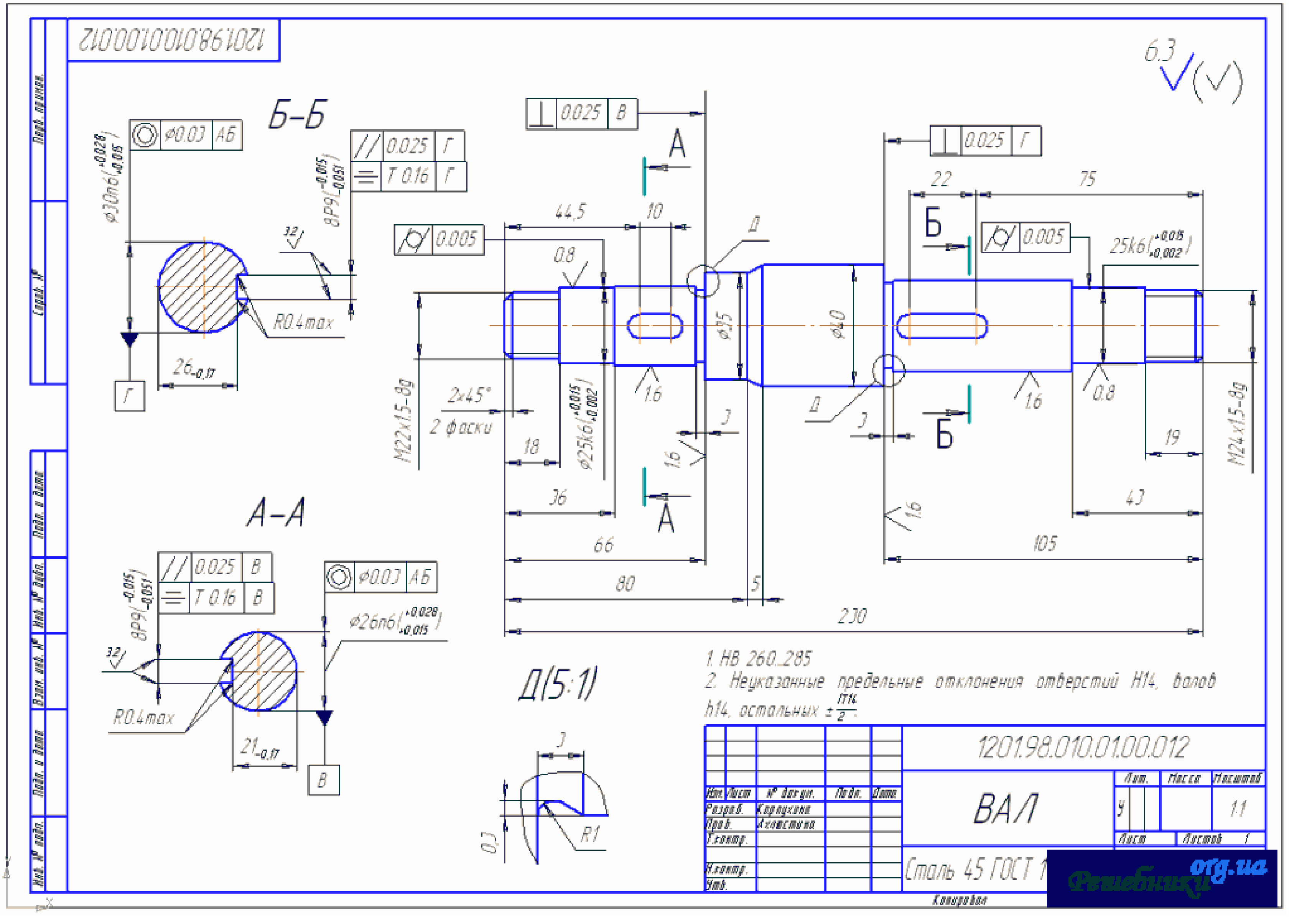


A4GROUP.NET

Вариант 2

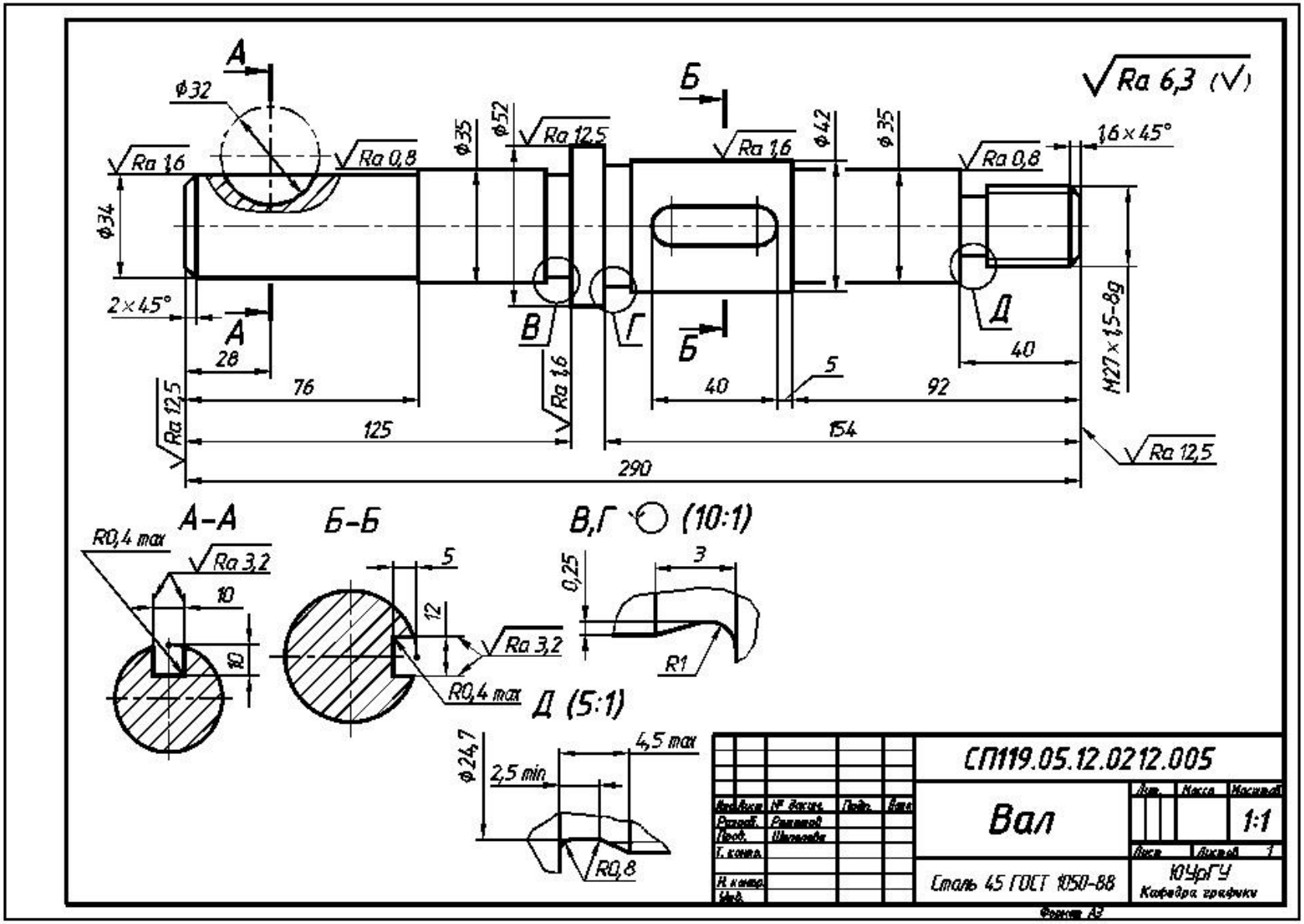

ДМ.032310.00.01
6.3(√)
170...190 HB
Неуказанные предельные отклонения размеров:
-охватываемых h14
-остальных ±0,5IT 14
2 отв.центр. В6.3
ГОСТ 14034-74
247
380
520
772
А-А
Б (4:1)
А (4:1)
Вал ведомый
Сталь 45
ДМ.032310.00.01

Вариант 3

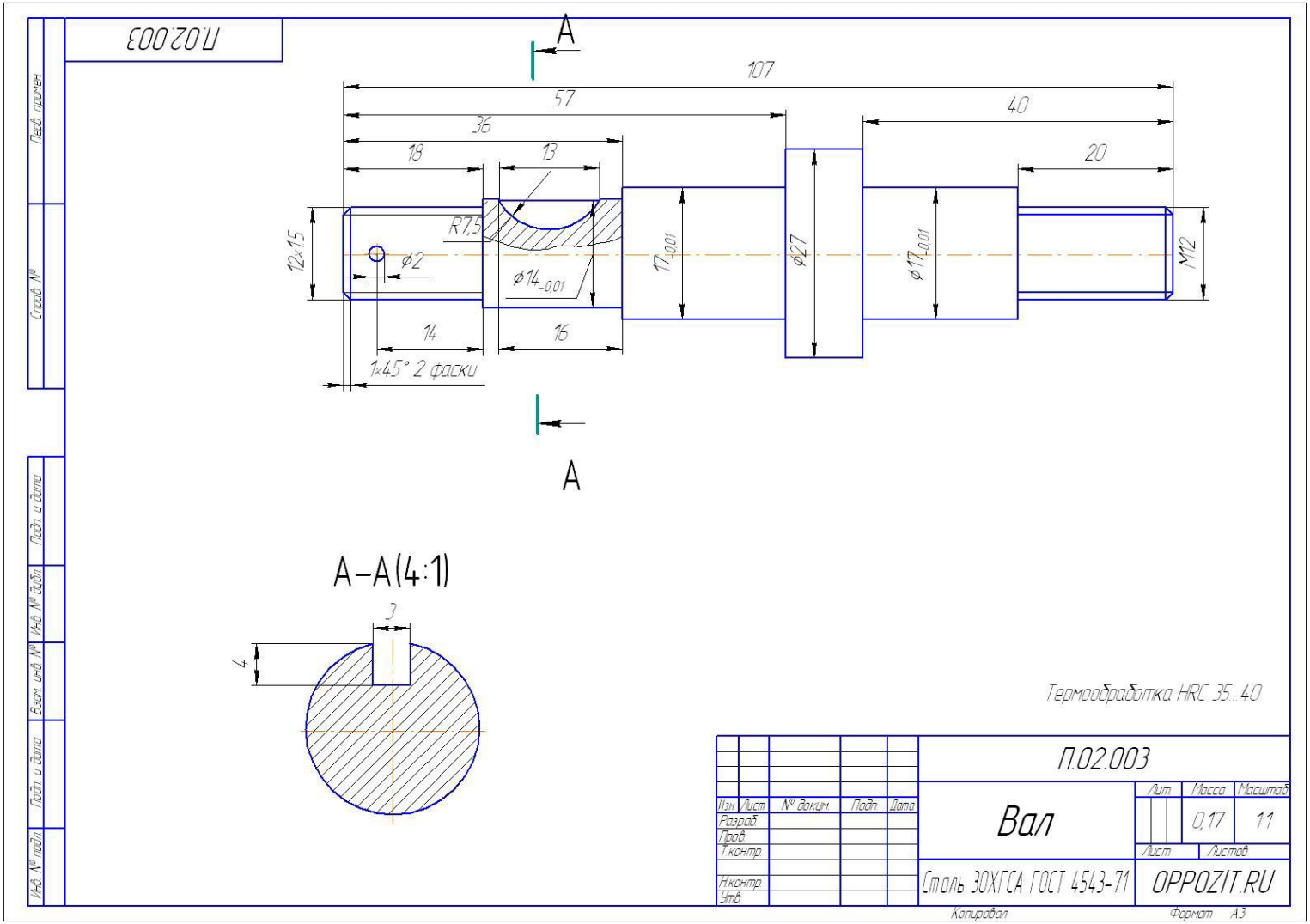


Б–Б
А–А
Д(5:1)
1. НВ 260...285
2. Неуказанные предельные отклонения отверстий Н14, валов h14, остальных ± IT14/2.
1201.98.010.01.00.012
ВАЛ
Разраб. Корпухина
Пров. Ахлестина
Лит. Масса Масштаб
1:1
Лист Листов 1
Копировал

Вариант 4

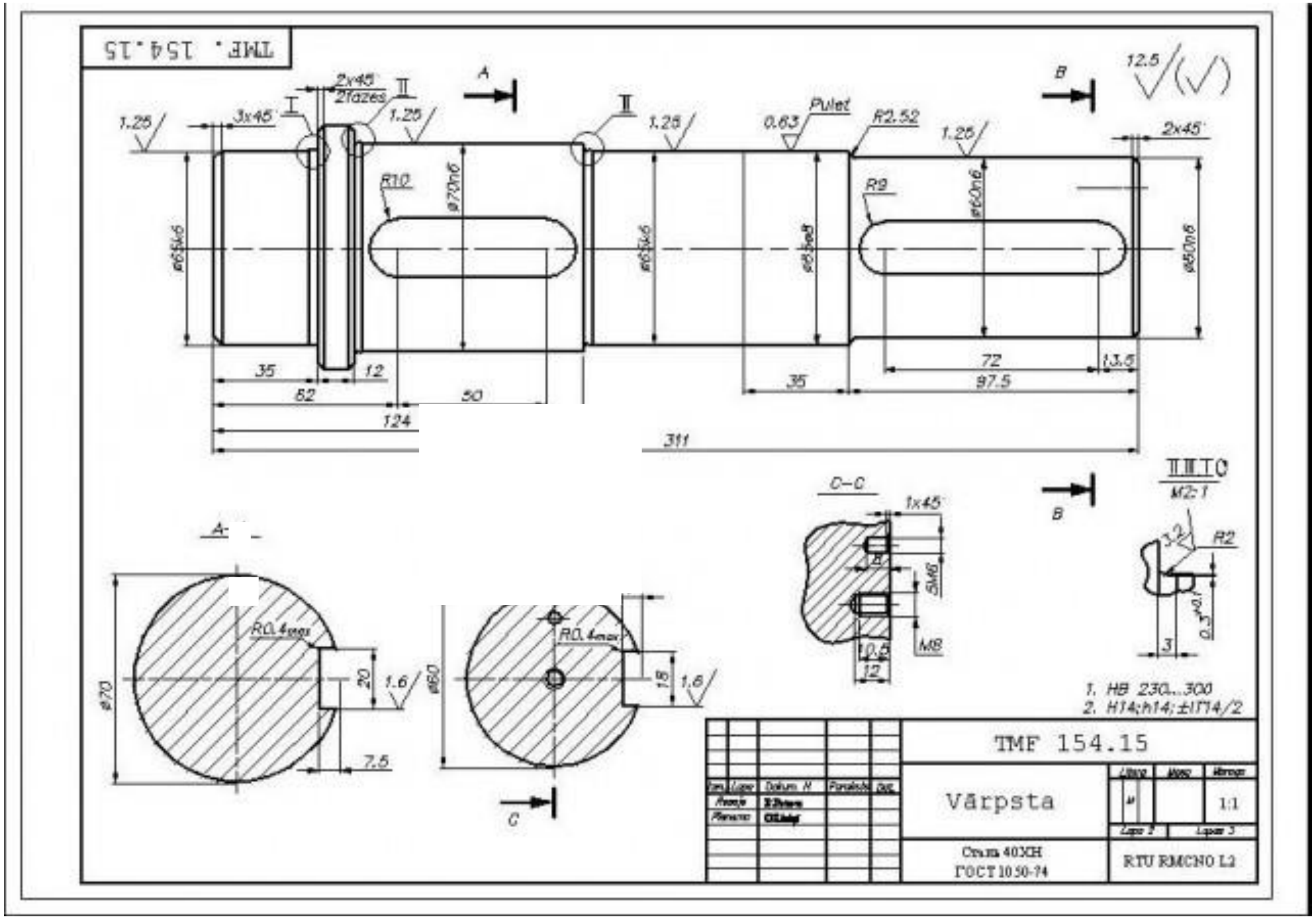

Ra 6,3 (√)
Ra 1,6
Ra 0,8
Ra 12,5
Ra 3,2
ϕ32
ϕ34
ϕ35
ϕ52
ϕ42
1,6×45°
2×45°
M27×1,5-8g
28
76
125
290
40
5
92
154
R0,4 max
10
12
0,25
3
R1
ϕ24,7
2,5 min
4,5 max
R0,8
А-А
Б-Б
В,Г (10:1)
Д (5:1)
СП119.05.12.0212.005
Вал
Сталь 45 ГОСТ 1050-88
1:1
ЮУрГУ
Кафедра графики

Вариант 5

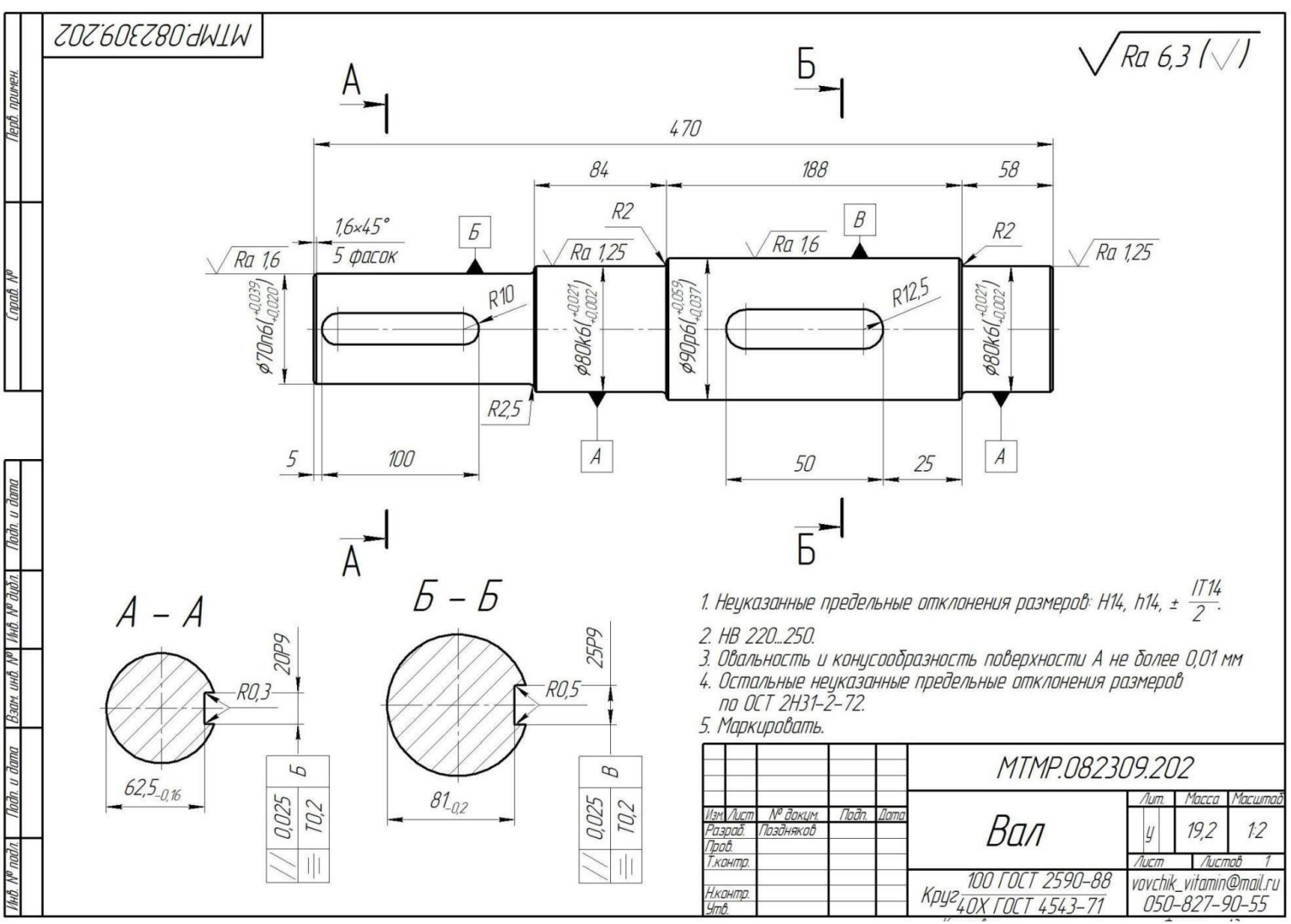


Выполнить канавки под выход шлифовального круга для поверхностей с отклонениями -0,01, аналогичные примеру формирования 3D- модели.

Вариант 6

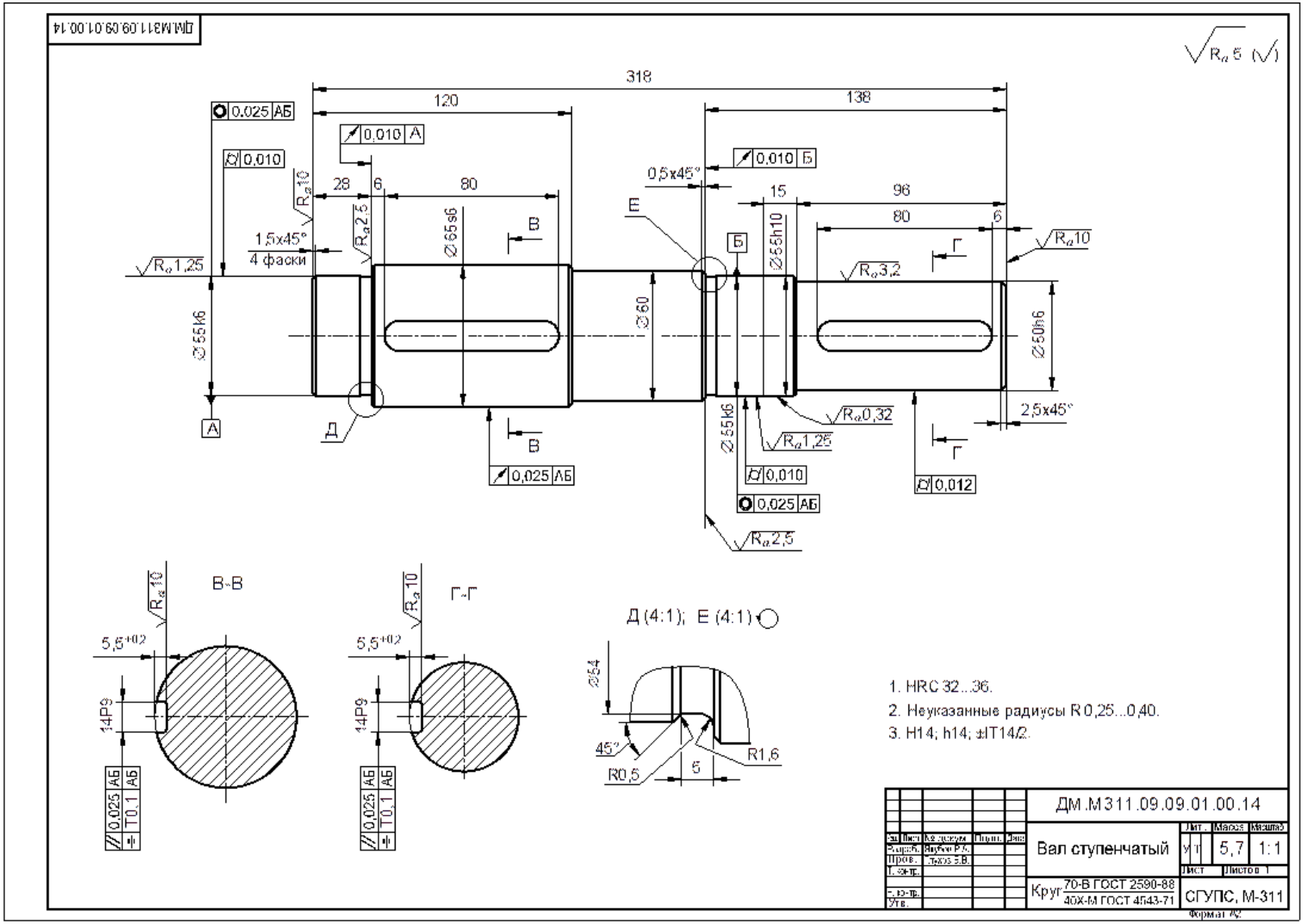

TMF. 154.15
A
B
12.5
2x45
2fazes
3x45
1.25
0.63
Pulet
R2.52
R10
R9
ø70n6
ø65k6
ø63e8
ø60n6
ø50n6
35
12
62
50
124
311
35
72
97.5
13.5
C-C
1x45
5M6
M8
10.5
12
III TO
M2:1
R2
3
R0.4max
ø70
20
1.6
7.5
ø60
18
C
1. HB 230...300
2. H14;h14;±IT14/2
TMF 154.15
Vārpsta
1:1
Сталь 40ХН
ГОСТ 10.50-74
RTU RMCNO L2

Вариант 7

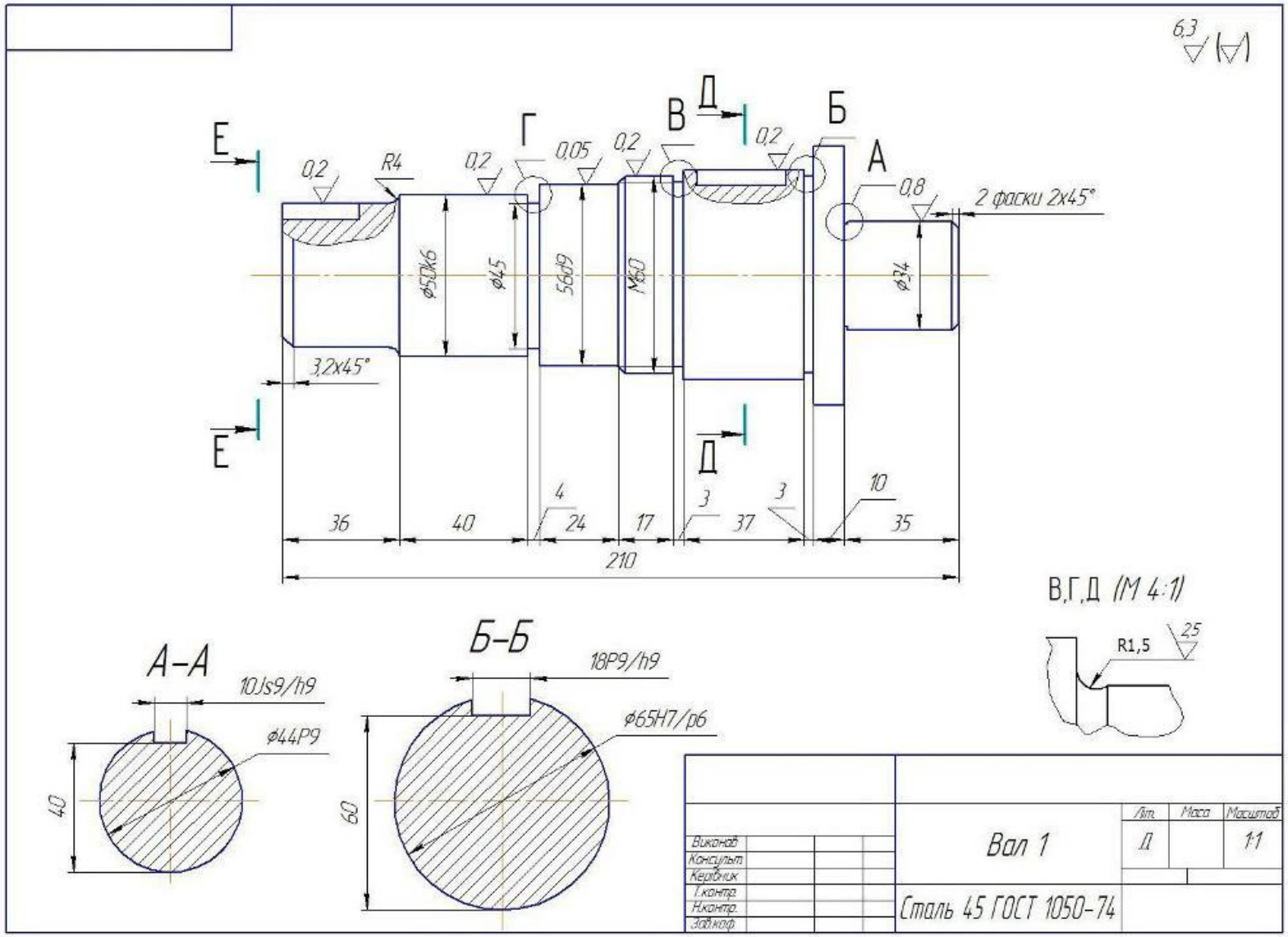


Выполнить канавки под выход шлифовального круга для поверхностей 80k6 и , 70n6, аналогичные примеру формирования 3D- модели с радиусом скругления, указанным на чертеже.

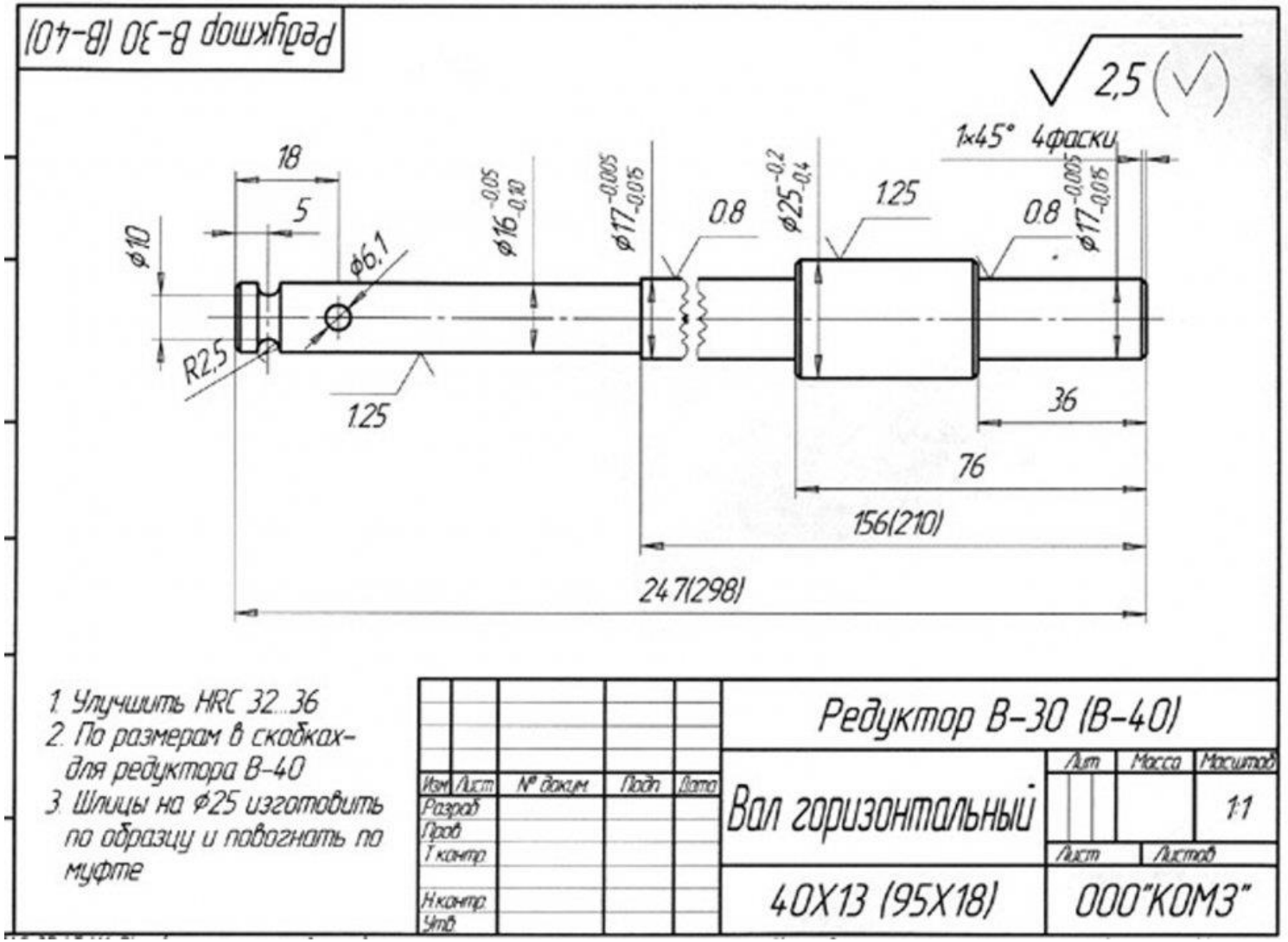
Вариант 8


ДМ.М311.09.09.01.00.14
Ra 6.3
318
120
138
0,025 АБ
0,010 А
0,010
0,010 Б
0,5x45°
28
6
80
15
96
80
6
Ra10
Ra2,5
Ra1,25
1,5x45°
4 фаски
Ø65s6
Ø55h10
Ra3,2
Ø55k6
Ø60
Ø50n6
2,5x45°
Ra0,32
Ra1,25
0,025 АБ
0,010
0,012
Ra2,5
В-В
Г-Г
Д (4:1); Е (4:1)
5,5+0,2
14P9
0,025 АБ
0,1 АБ
Ø54
45°
R0,5
5
R1,6
1. HRC 32...36.
2. Неуказанные радиусы R 0,25...0,40.
3. H14; h14; ±IT14/2.
ДМ.М311.09.09.01.00.14
Вал ступенчатый
Лит.
Масса
Масштаб
У
5,7
1:1
Лист
Листов 1
Круг 70-В ГОСТ 2590-88
40Х-М ГОСТ 4543-71
СГУПС, М-311
Формат А2

Вариант 9

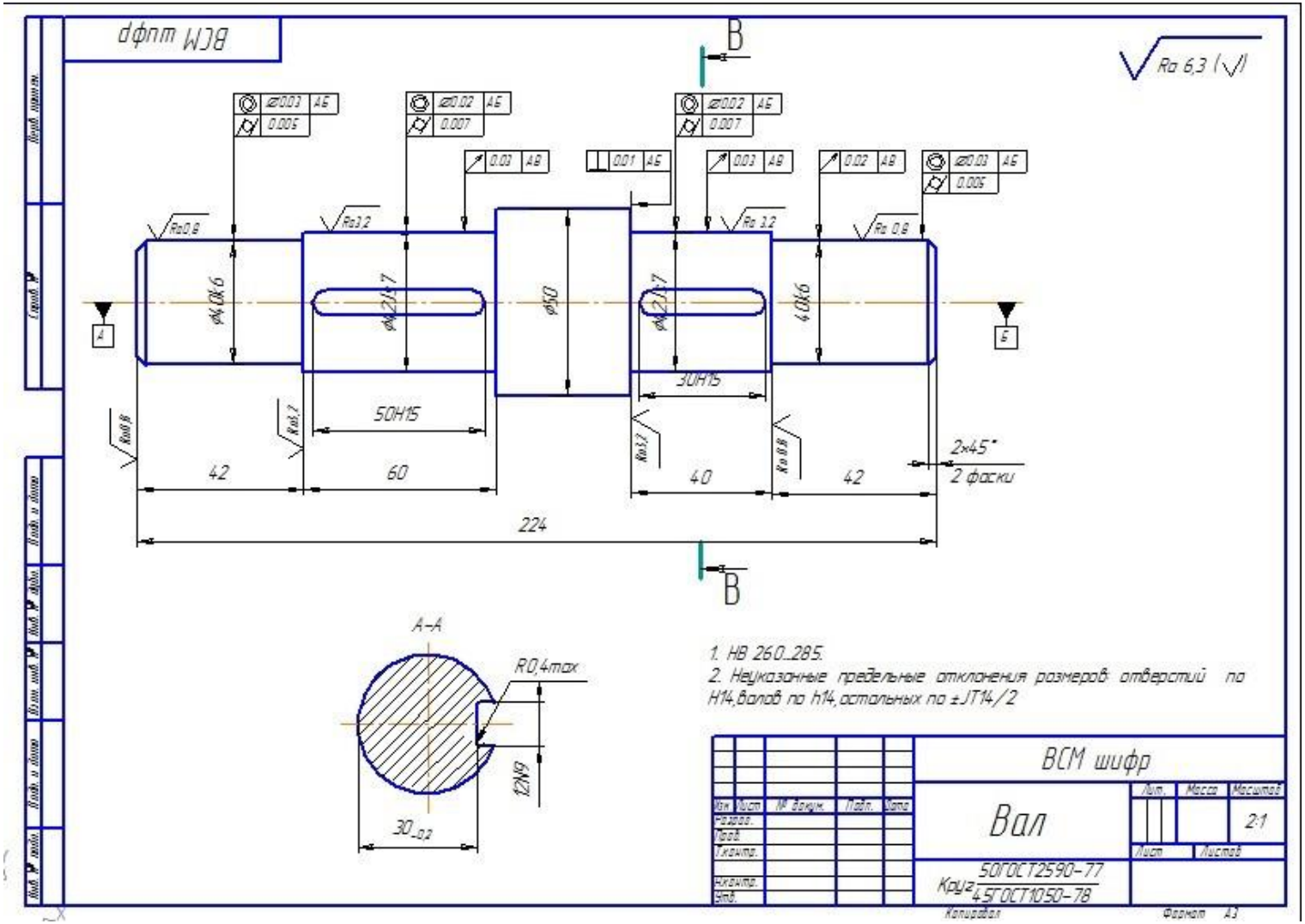

6,3
Е
Г
В
Д
Б
А
0,2
R4
0,2
0,05
0,2
0,2
0,8
2 фаски 2х45°
ø50k6
ø45
56d9
M60
ø34
3,2х45°
Е
Д
4
3
3
10
36
40
24
17
37
35
210
В,Г,Д (М 4:1)
R1,5
25
А–А
10Js9/h9
ø44P9
40
Б–Б
18P9/h9
ø65H7/p6
60
Вал 1
Лит.
Масса
Масштаб
Д
1:1
Сталь 45 ГОСТ 1050-74
Выполнил
Консульт.
Руководитель
Т.контр.
Н.контр.
Зав.каф.

Вариант 10



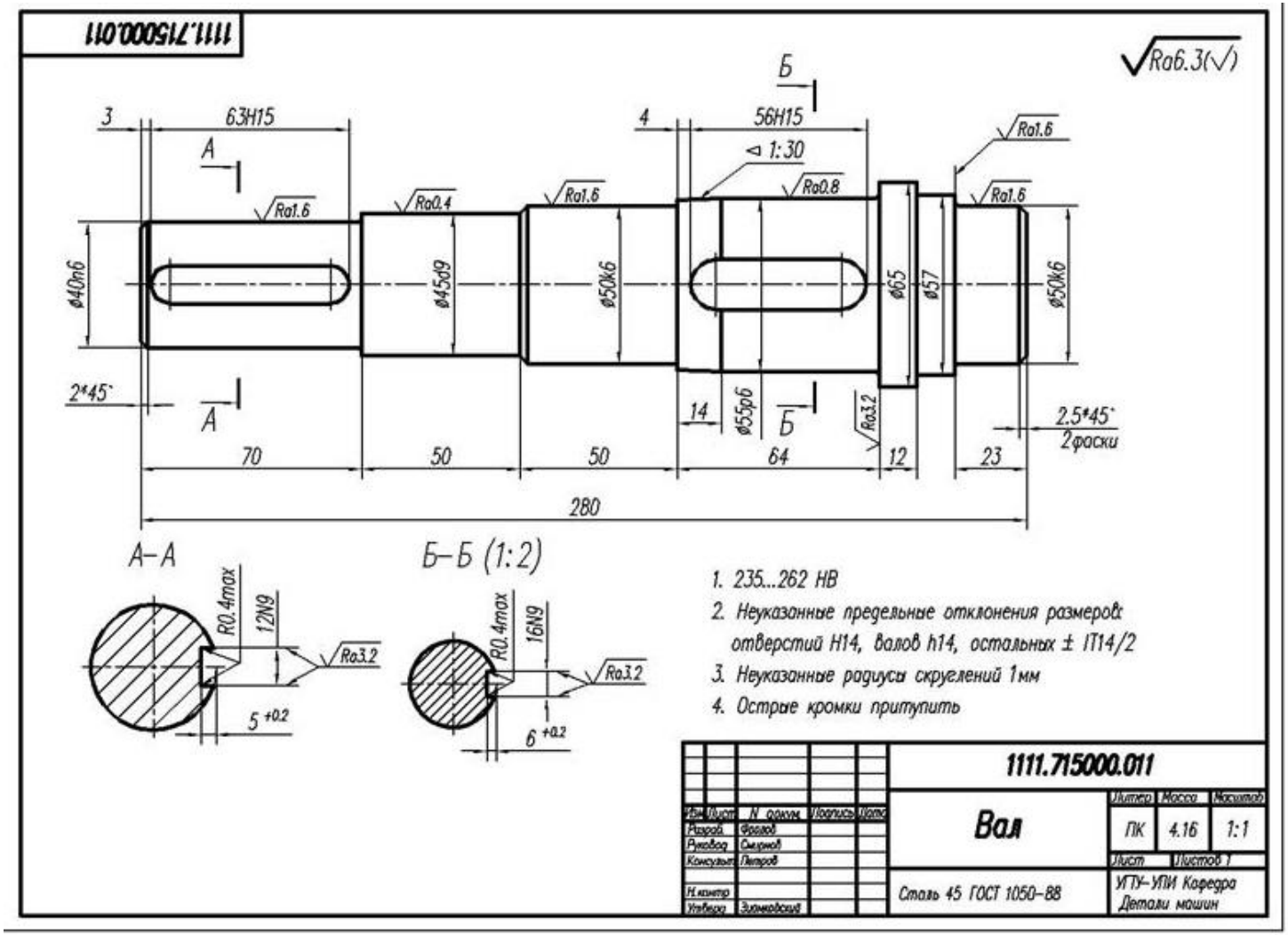
Выполнить канавки под выход шлифовального круга для поверхностей диаметром 16 и 17, аналогичные примеру формирования 3D- модели.

Вариант 11



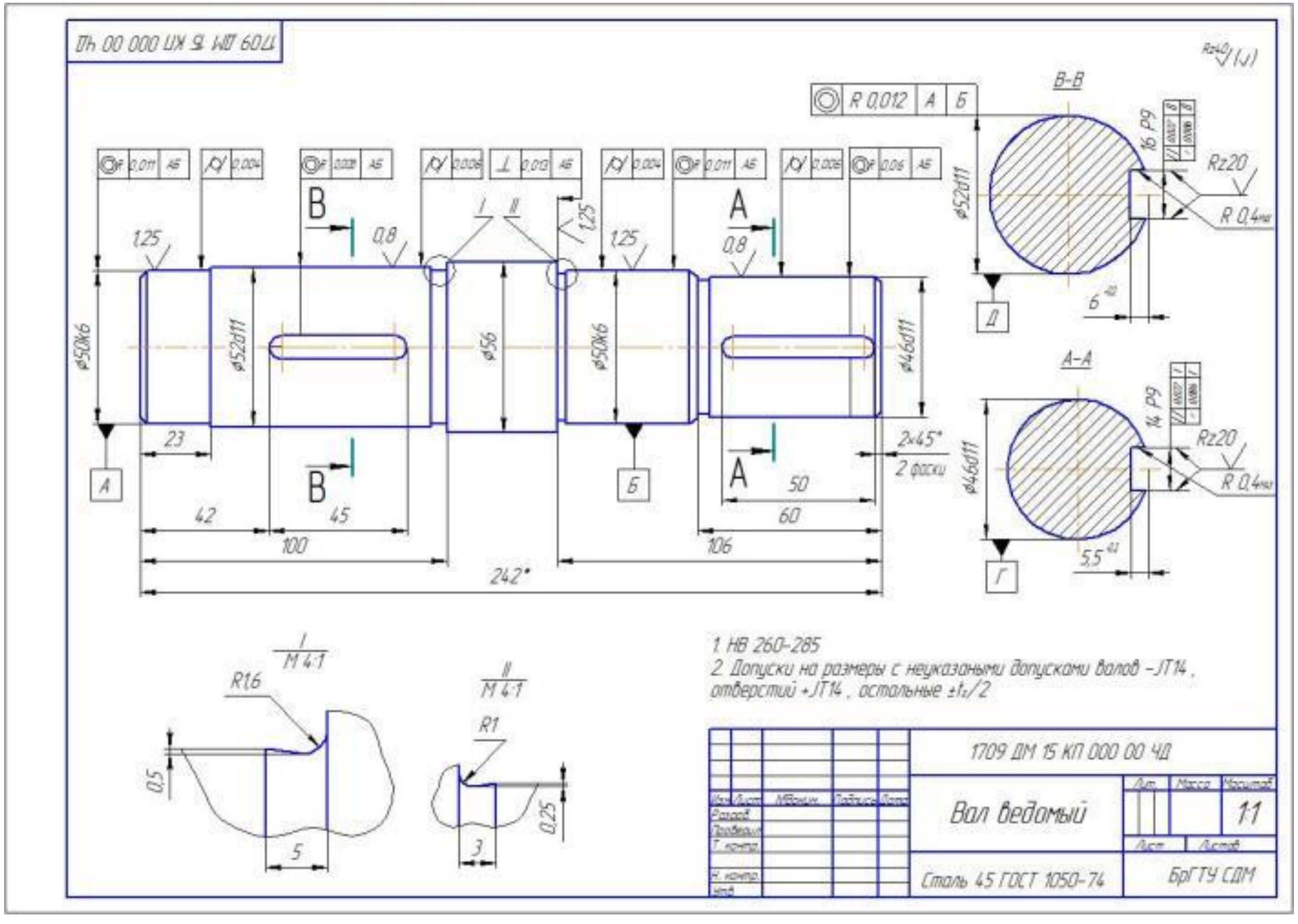
Выполнить канавки под выход шлифовального круга для поверхностей 40k6, аналогичные примеру формирования 3D- модели.

Вариант 12

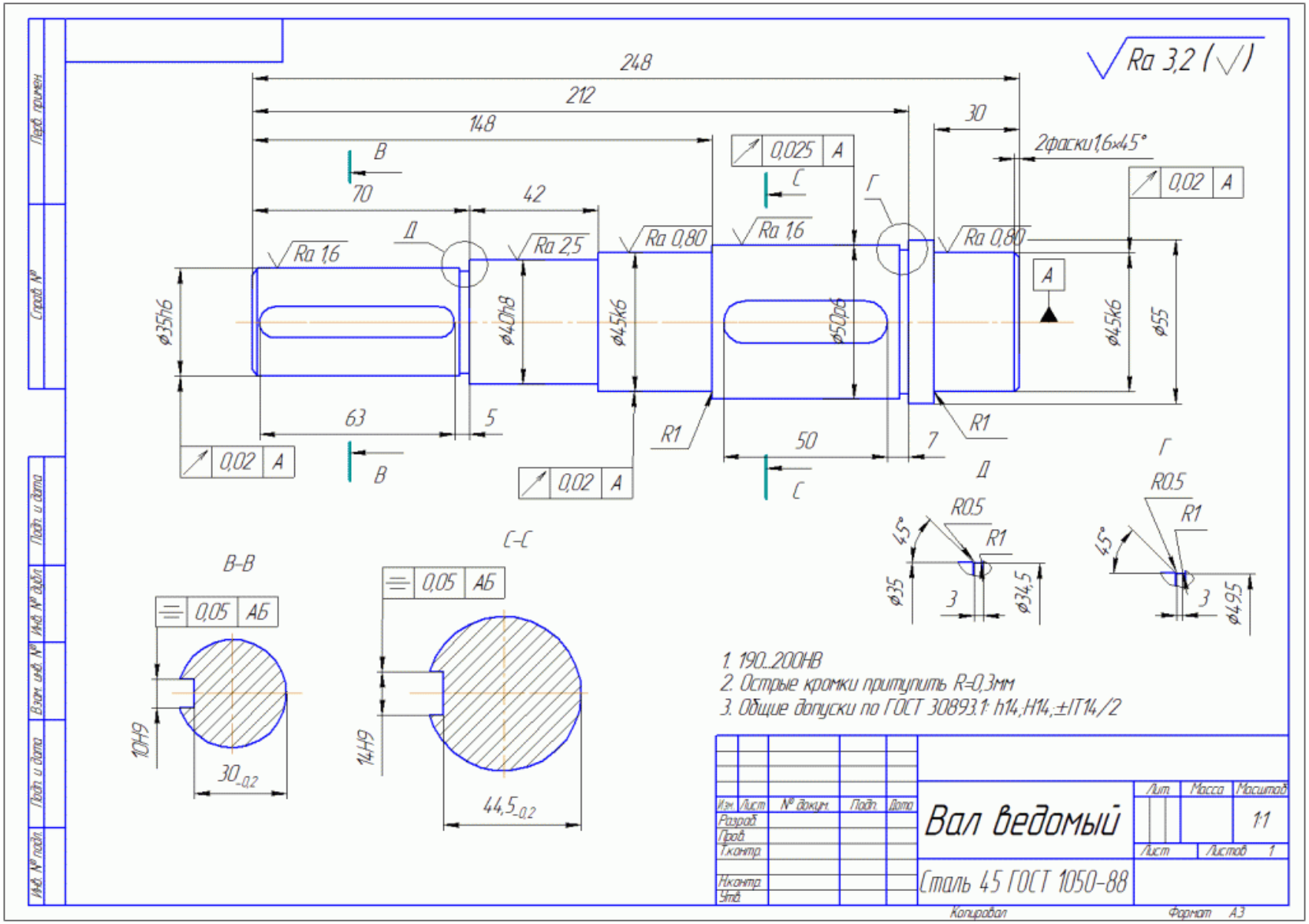


Выполнить канавки по выход шлифовального круга для поверхностей 40n6 и 50k6, аналогичные примеру формирования 3D- модели.

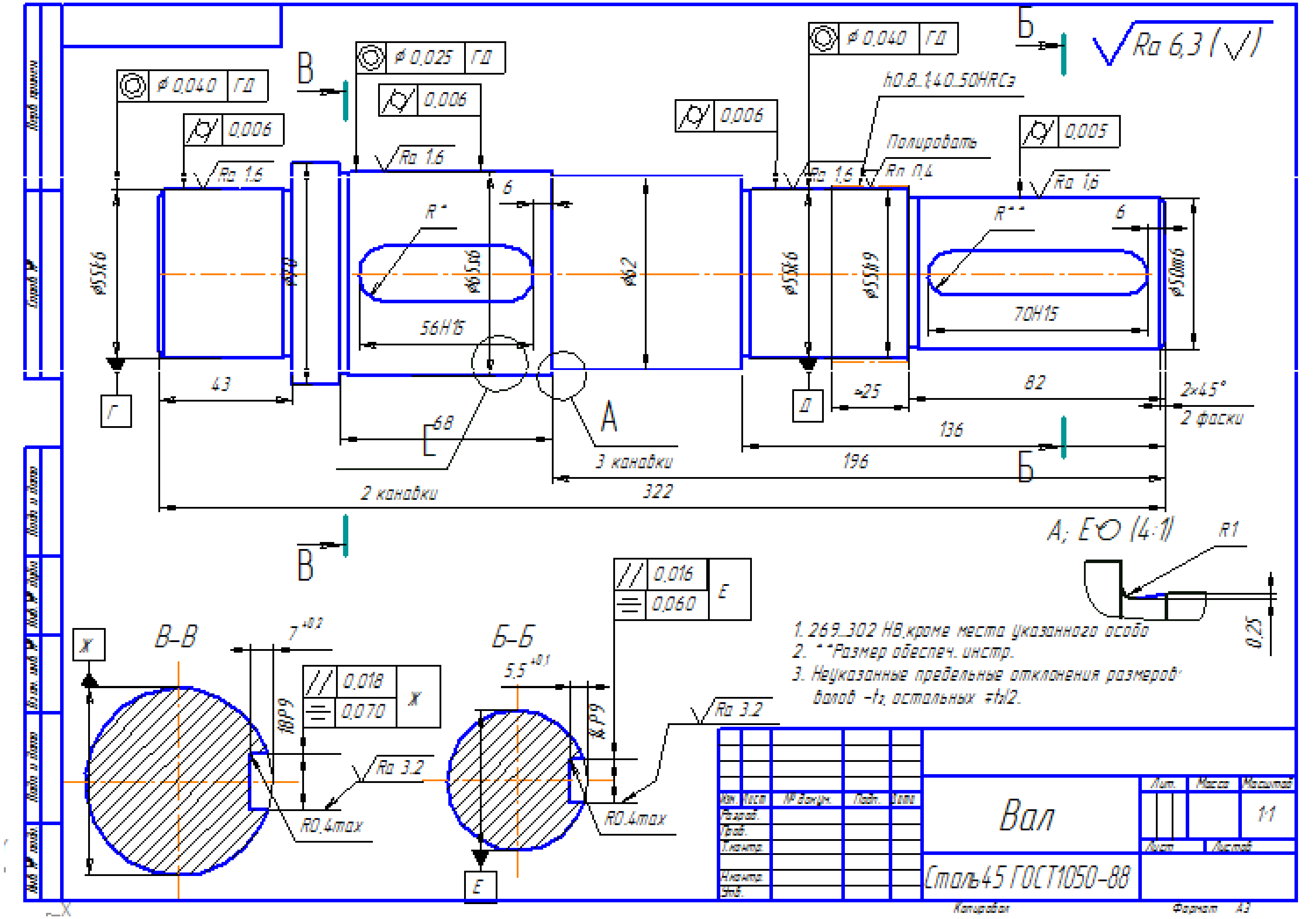
Вариант 13


В–В
А–А
16 Р9
14 Р9
Rz20
R 0,4max
ø52d11
ø46d11
ø50k6
ø56
Д
Г
А
Б
23
42
45
100
242*
106
60
50
2×45°
2 фаски
1. НВ 260–285
2. Допуски на размеры с неуказанными допусками валов –JT14, отверстий +JT14, остальные ±t₂/2
R1,6
М 4:1
R1
0,5
0,25
5
3
1709 ДМ 15 КП 000 00 ЧД
Вал ведомый
Сталь 45 ГОСТ 1050-74
БрГТУ СДМ
1:1

Вариант 14

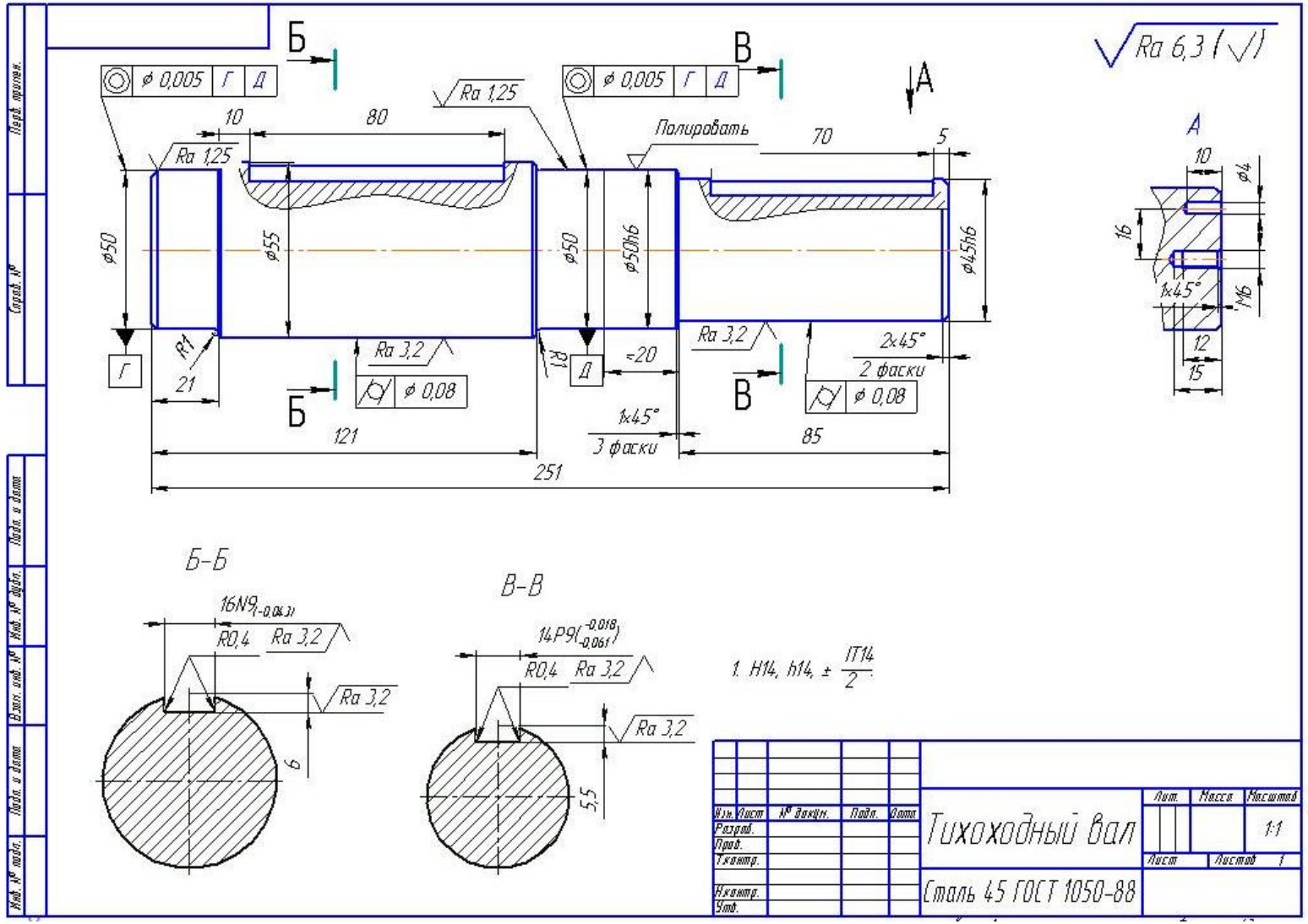

Ra 3,2
248
212
148
70
42
30
2фаски1,6х45°
0,025 A
0,02 A
Ra 1,6
Ra 2,5
Ra 0,80
Ø35h6
Ø40h8
Ø45k6
Ø50,06
Ø55
63
5
50
7
R1
R0.5
45°
Ø35
3
Ø34,5
Ø4,95
0,05 АБ
10H9
14H9
30-0,2
44,5-0,2
1. 190...200НВ
2. Острые кромки притупить R=0,3мм
3. Общие допуски по ГОСТ 30893.1: h14,H14,±IT14/2
Вал ведомый
Сталь 45 ГОСТ 1050-88
Масштаб 1:1
Копировал
Формат А3

Вариант 15



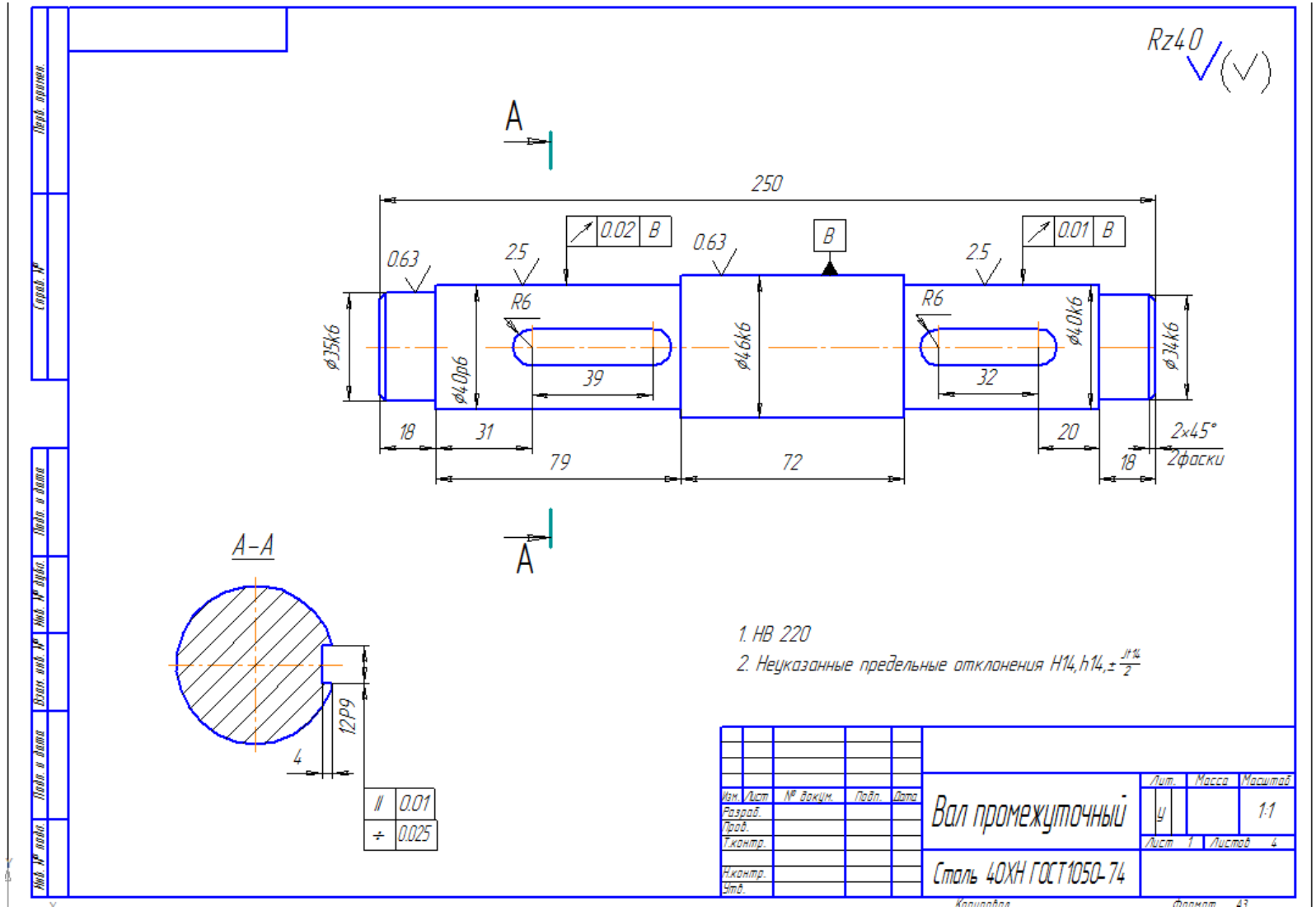
Ra 6,3 (√)
⌀ 0,040 ГД
0,006
Ra 1.6
⌀ 0,025 ГД
⌀ 0,040 ГД
h0,8...1,40...50HRCэ
Полировать
Ra 0,4
0,005
56H15
70H15
43
68
3 канавки
2 канавки
136
196
322
82
2x45°
2 фаски
A; E (4:1)
R1
0,25
В–В
Б–Б
0,018
0,070
0,016
0,060
Ra 3.2
R0,4max
1. 269...302 НВ,кроме места указанного особо
2. **Размер обеспеч. инстр.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров валов –t₂, остальных ±t₂/2.
Вал
Сталь45 ГОСТ1050-88
1:1

Вариант 16



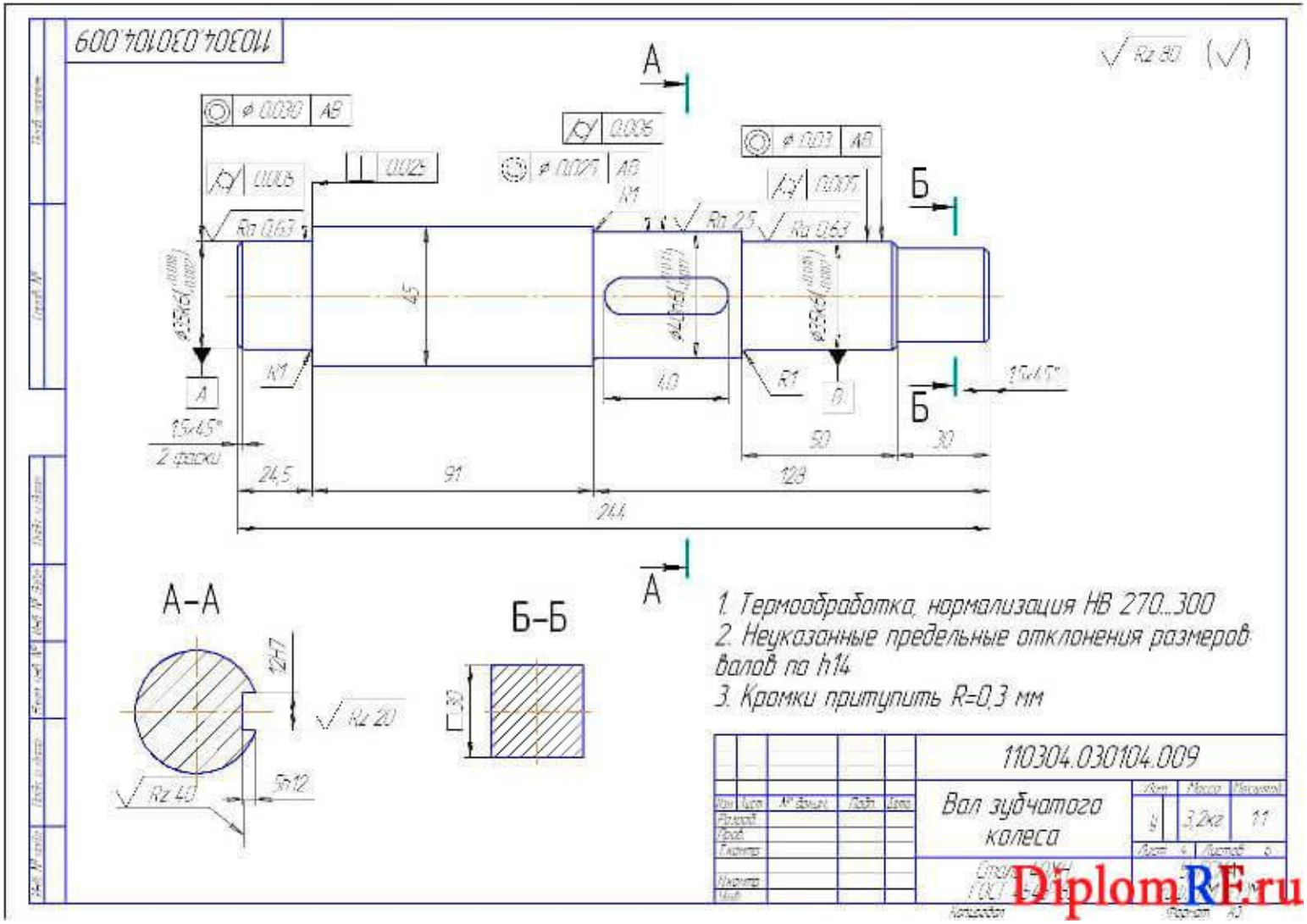
Выполнить канавки под выход шлифовального круга для поверхностей 50h6 и 45h6, аналогичные примеру формирования 3D- модели.

Вариант 17



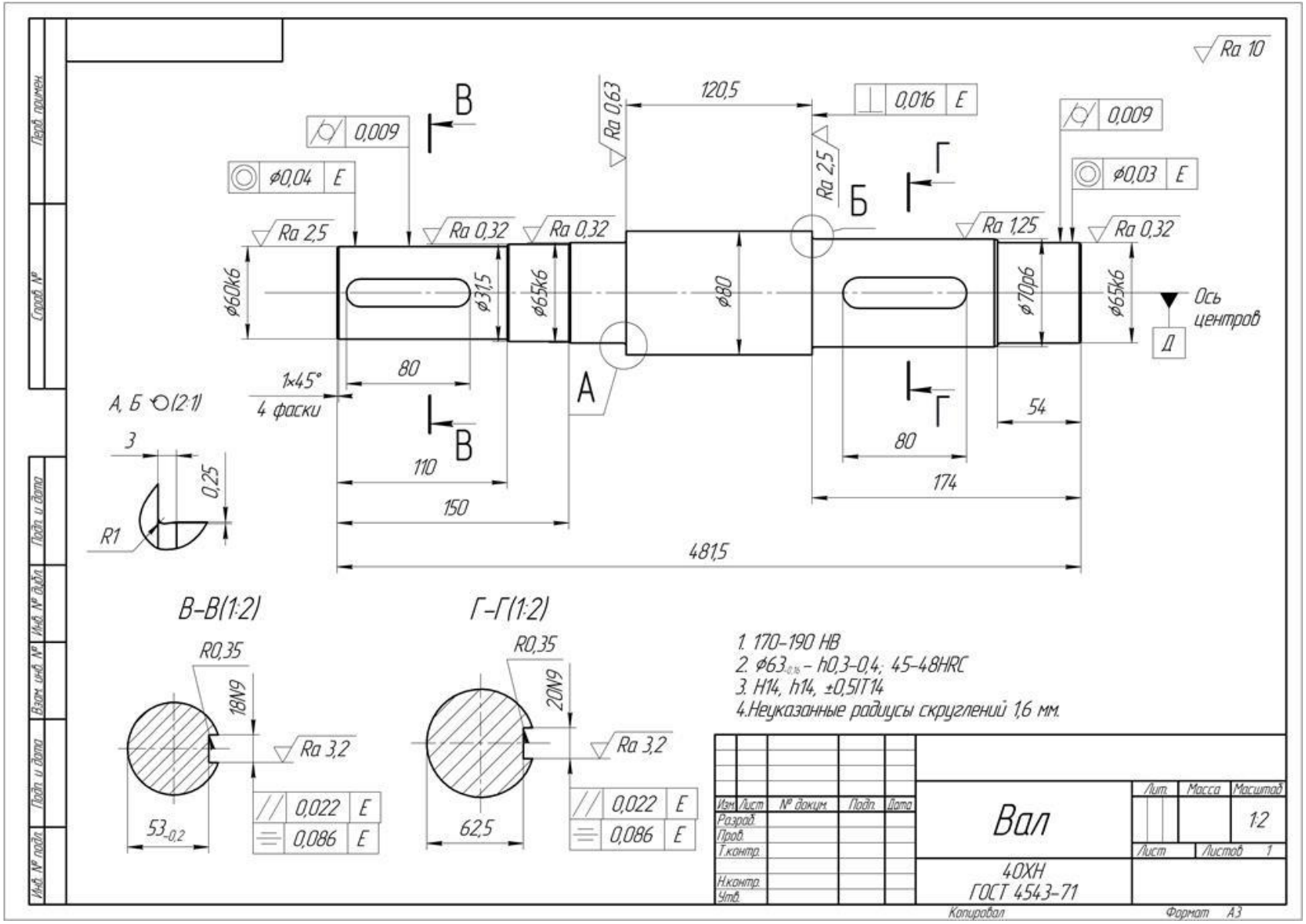
Выполнить канавки под выход шлифовального круга для всех цилиндрических поверхностей, аналогичные примеру формирования 3D- модели.

Вариант 18

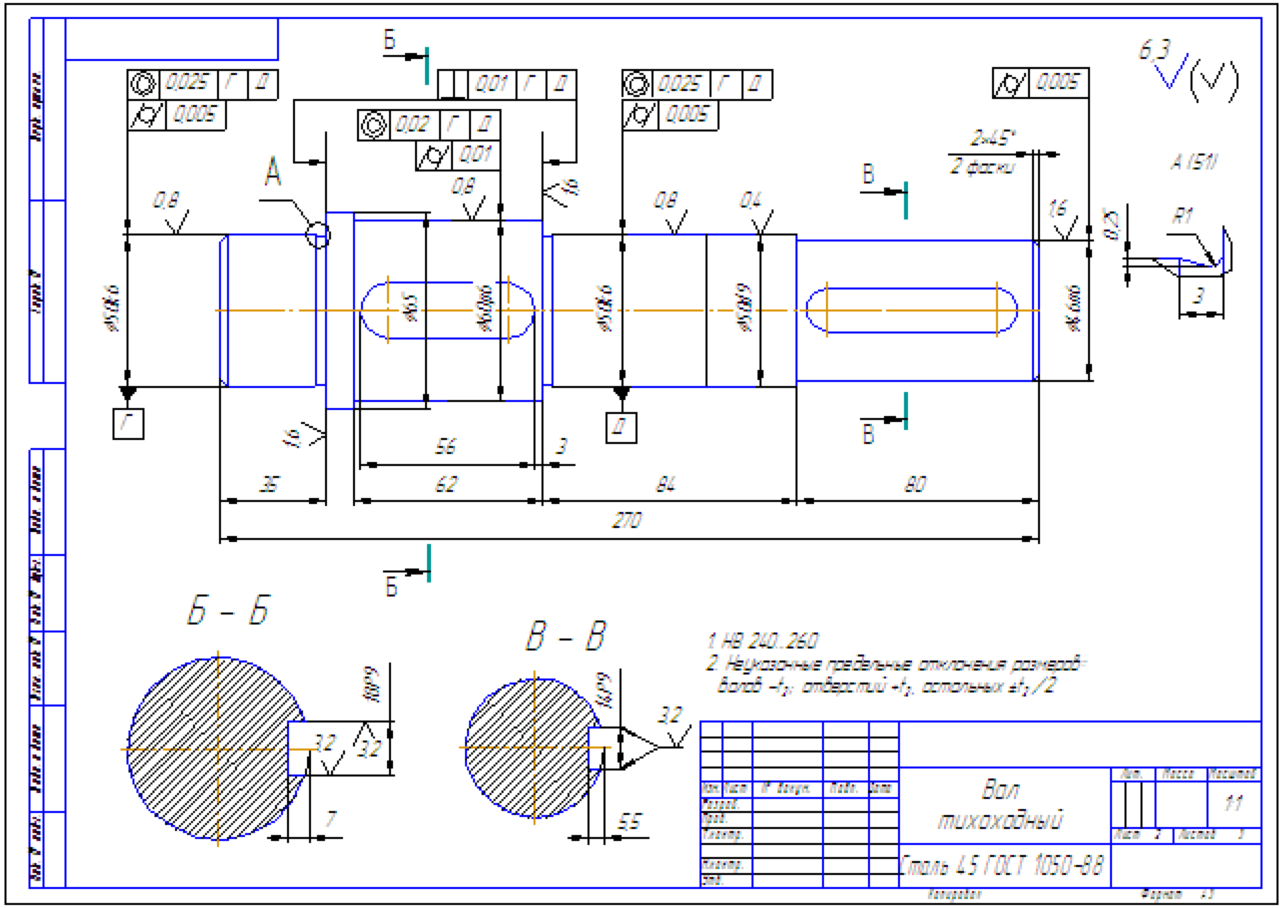


Выполнить канавки под выход шлифовального круга для всех цилиндрических поверхностей, аналогичные примеру формирования 3D- модели.

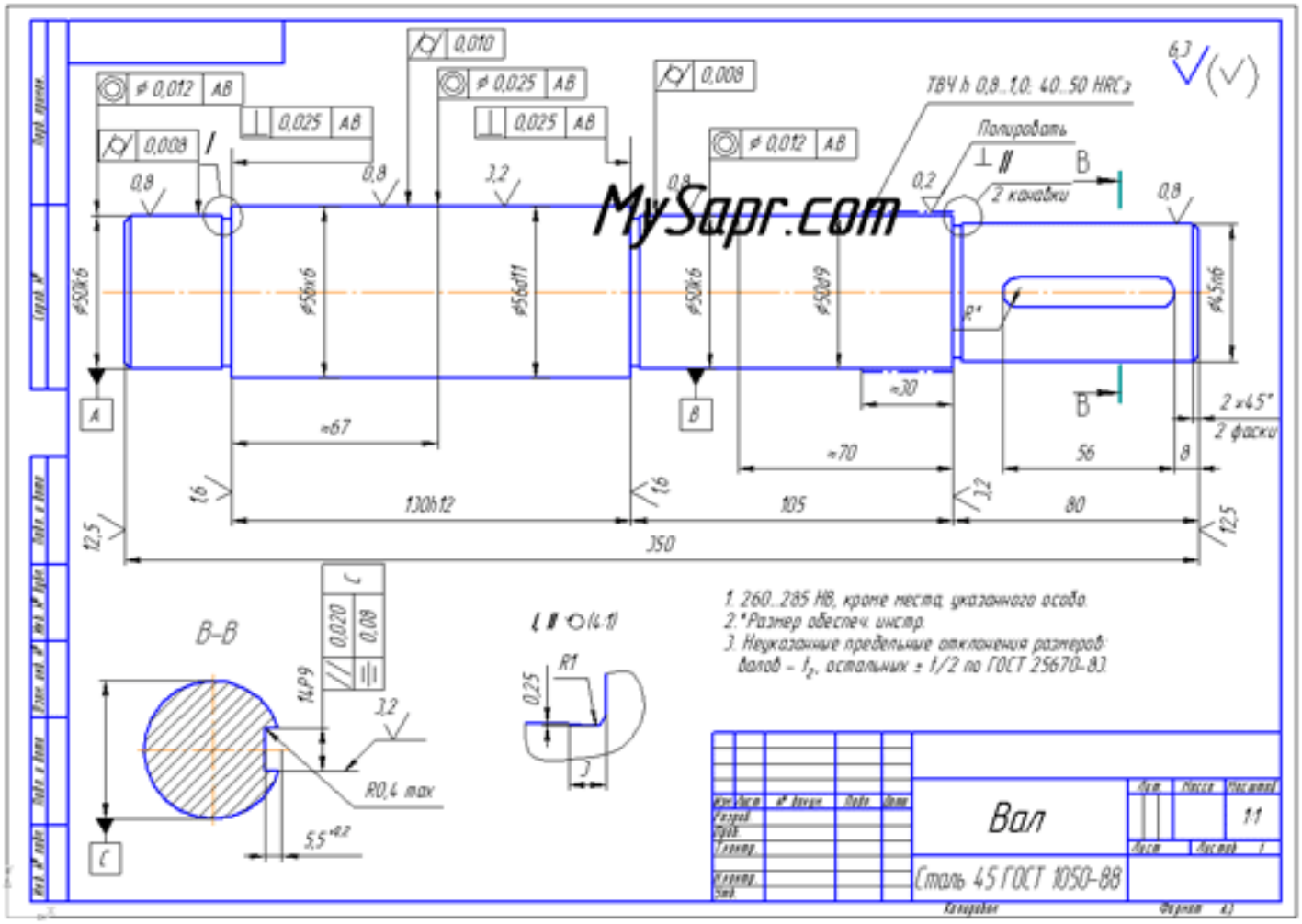
Вариант 19


Ra 10
0,009
ø0,04 E
Ra 2,5
Ra 0,32
Ra 0,32
Ra 0,63
120,5
0,016 E
Ra 2,5
Б
Г
0,009
ø0,03 E
Ra 1,25
Ra 0,32
ø60k6
ø31,5
ø65k6
ø80
ø70p6
ø65k6
Ось центров
Д
1×45°
4 фаски
80
А
А, Б (2:1)
3
0,25
R1
110
150
481,5
80
54
174
В–В(1:2)
R0,35
18N9
Ra 3,2
0,022 E
0,086 E
Г–Г(1:2)
R0,35
20N9
Ra 3,2
0,022 E
0,086 E
1. 170–190 НВ
2. ø63 – h0,3–0,4; 45–48HRC
3. H14, h14, ±0,5IT14
4.Неуказанные радиусы скруглений 1,6 мм.
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т.контр.
Н.контр.
Утв.
Вал
40ХН
ГОСТ 4543–71
Лит. Масса Масштаб
1:2
Лист Листов 1
Копировал
Формат А3

Вариант 20

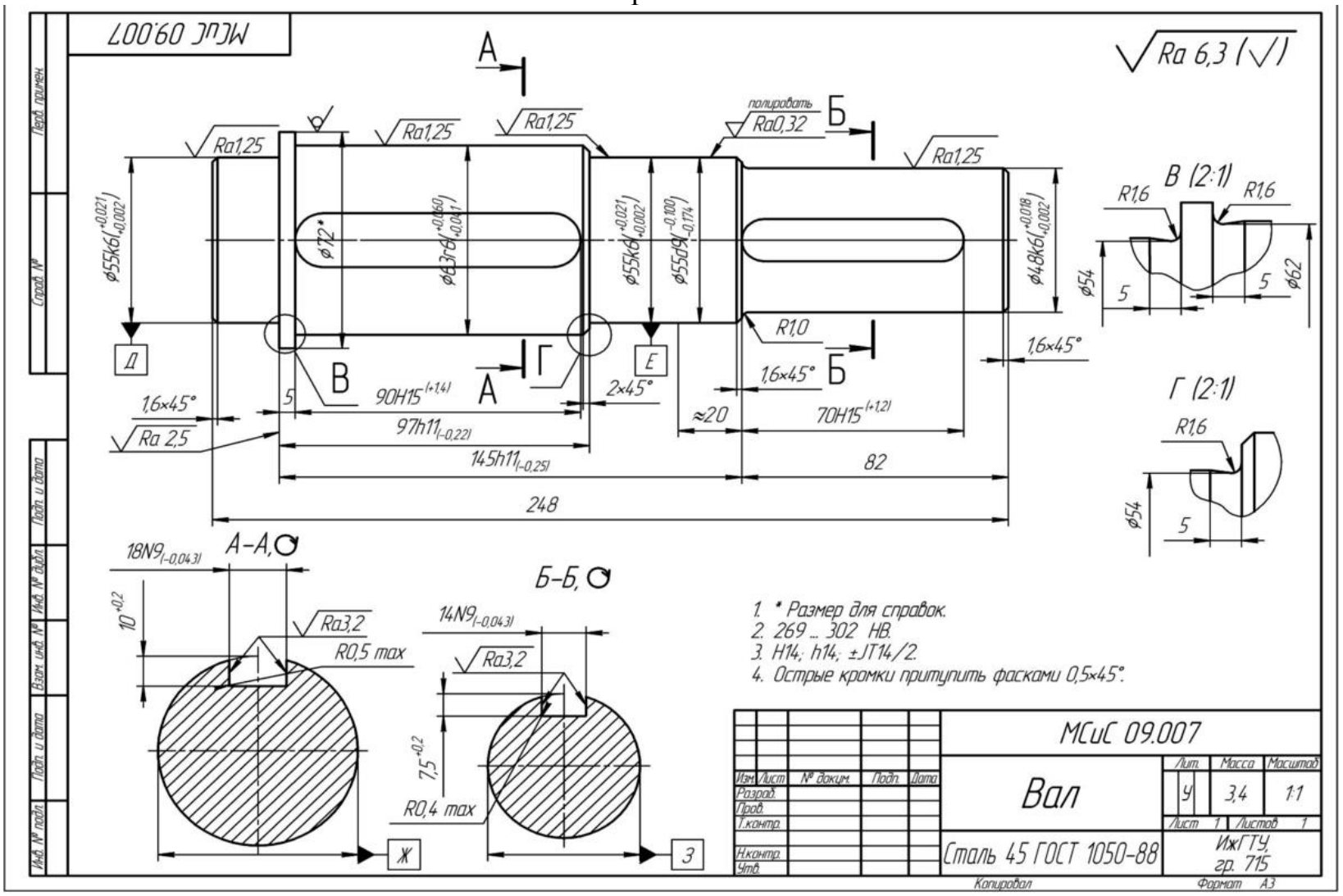

Б - Б
В - В
1. НВ 240...260
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: валов -t₂; отверстий +t₂, остальных ±t₂/2
Вал
тихоходный
Сталь 45 ГОСТ 1050-88
270
80
84
62
56
35

Вариант 21



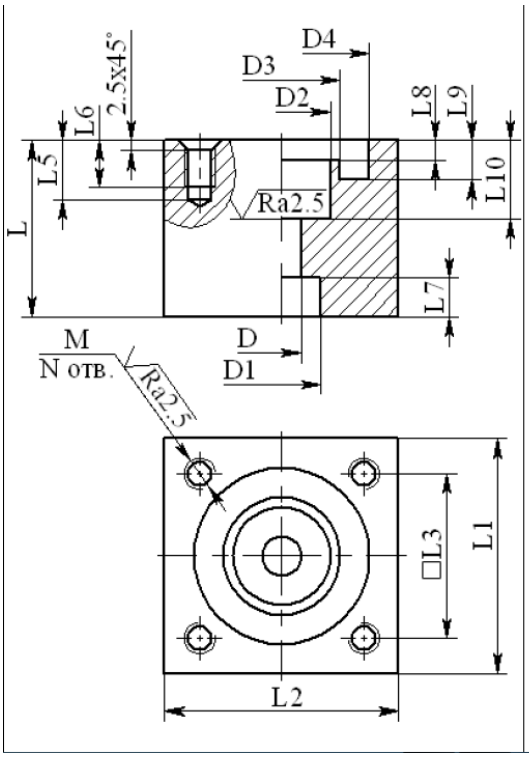
MySapr.com
ТВЧ h 0,8...1,0; 40...50 HRCэ
Полировать
2 канавки
2 фаски
1. 260...285 HB, кроме места, указанного особо.
2. *Размер обеспеч. инстр.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров: валов – t_2, остальных ± t/2 по ГОСТ 25670-83.
B–B
R0,4 max
Вал
Сталь 45 ГОСТ 1050-88
1:1

Вариант 22


МСиС 09.007
Ra 6,3 (√)
Ra1,25
Ra0,32
полировать
Ra 2,5
Ra3,2
R1,0
R1,6
R0,5 max
R0,4 max
1,6×45°
2×45°
90H15(+1,4)
97h11(-0,22)
145h11(-0,25)
70H15(+1,2)
≈20
82
248
18N9(-0,043)
14N9(-0,043)
1. * Размер для справок.
2. 269 ... 302 HB.
3. H14; h14; ±JT14/2.
4. Острые кромки притупить фасками 0,5×45°.
МСиС 09.007
Вал
Сталь 45 ГОСТ 1050-88
ИжГТУ, гр. 715
Масса 3,4
Масштаб 1:1
Лист 1
Листов 1
Копировал
Формат А3

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторной работы №2
СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ КОРПУСНОЙ ДЕТАЛИ. ОПЕРАЦИИ ВЫТАЛКИВАНИЕ, ВРАЩЕНИЕ, ВЫЧИТАНИЕ, МАССИВ ОТВЕРСТИЙ, СГЛАЖИВАНИЕ, РЕЗЬБА

Необходимо сформировать параметрическую 3D-модель детали, представленной на рисунке. Основные параметры детали – габариты L и L1, а также резьба – M. Параметр N для 3D-модели не нужен – это количество отверстий на чертеже. Основные параметры будут задаваться внешними переменными, при изменении их значений модель будет автоматически пересчитываться. Остальные размеры детали рассчитываются параметрически, исходя из основных размеров. Для них будут использоваться внутренние переменные. INT – операция Integer – взять целую часть от полученного числа.



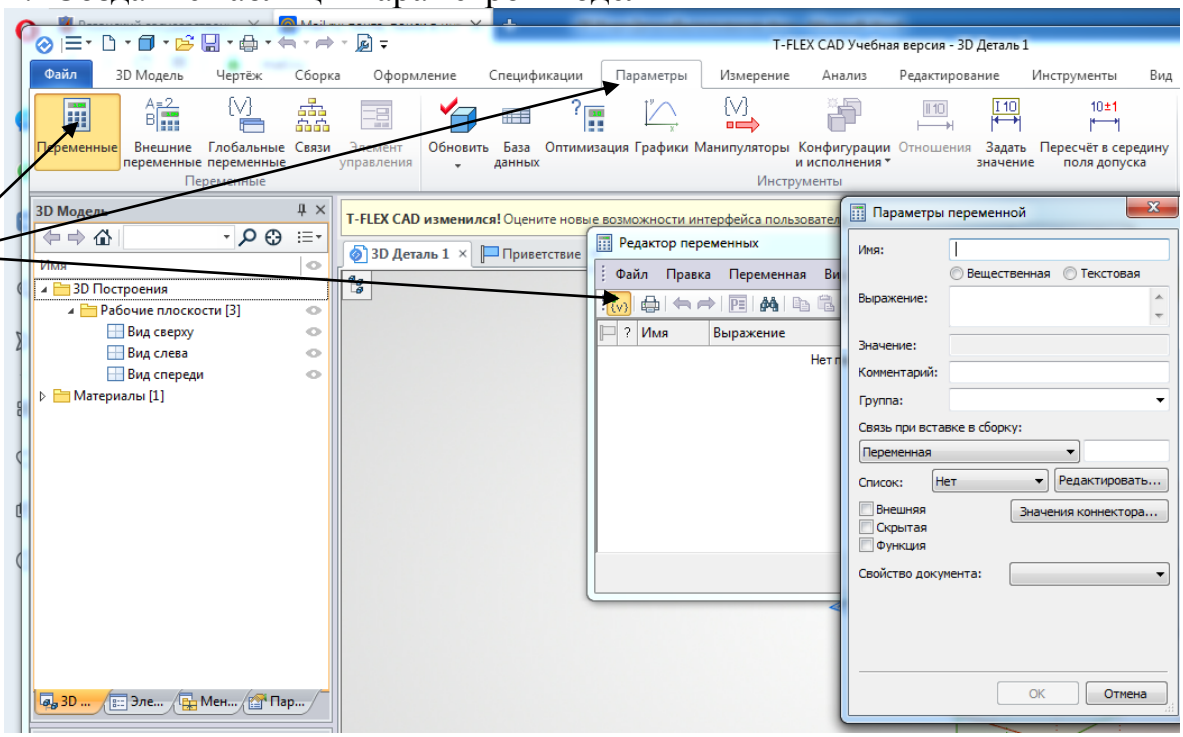
Параметры:
$L = 45$;
$L_1 = 60$;
$M = 8$;
$N = 4$.
Зависимые:
$L_2 = L_1$;
$L_3 = INT(0.7*L_1)$;
$D = INT(L_1/6)$;
$D_1 = 2*D$;
$D_2 = INT(2.5*D)$;
$D_3 = INT(L_2/2)$;
$D_4 = INT(1.5*D_3)$;
$L_{10} = INT(0.45*L)$;
$L_7 = INT(L_{10}/2)$;
$L_9 = L_7$;
$L_8 = INT(L_9/2)$;
$L_6 = INT(1.5*M)$;
$L_5 = L_6+3$.

Формирование модели будем делать в следующей последовательности.

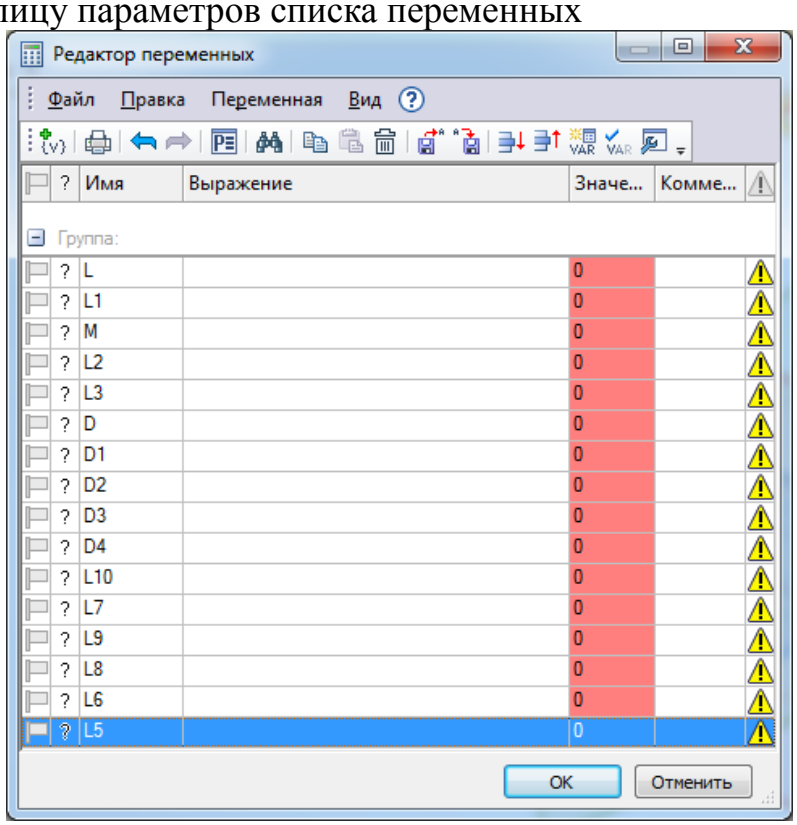
- Операцией «Выталкивание» формируем прямоугольный параллелепипед детали.
- Операцией «Вращение» делаем внутреннюю полость детали и Булевой операцией «Вычитание» вычитаем ее из параллелепипеда.
- Так как отверстия нестандартные и операцией «Отверстие» их сделать нельзя, формируем одно отверстие без фаски и резьбы, после чего с помощью операции «Массив по точкам» создаем массив из четырех тел – отверстий.
- Вычитаем из детали отверстия.
- С помощью операции «Сглаживание ребер» формируем фаски во всех отверстиях.

- С помощью операции «Резьба» формируем резьбу во всех отверстиях.

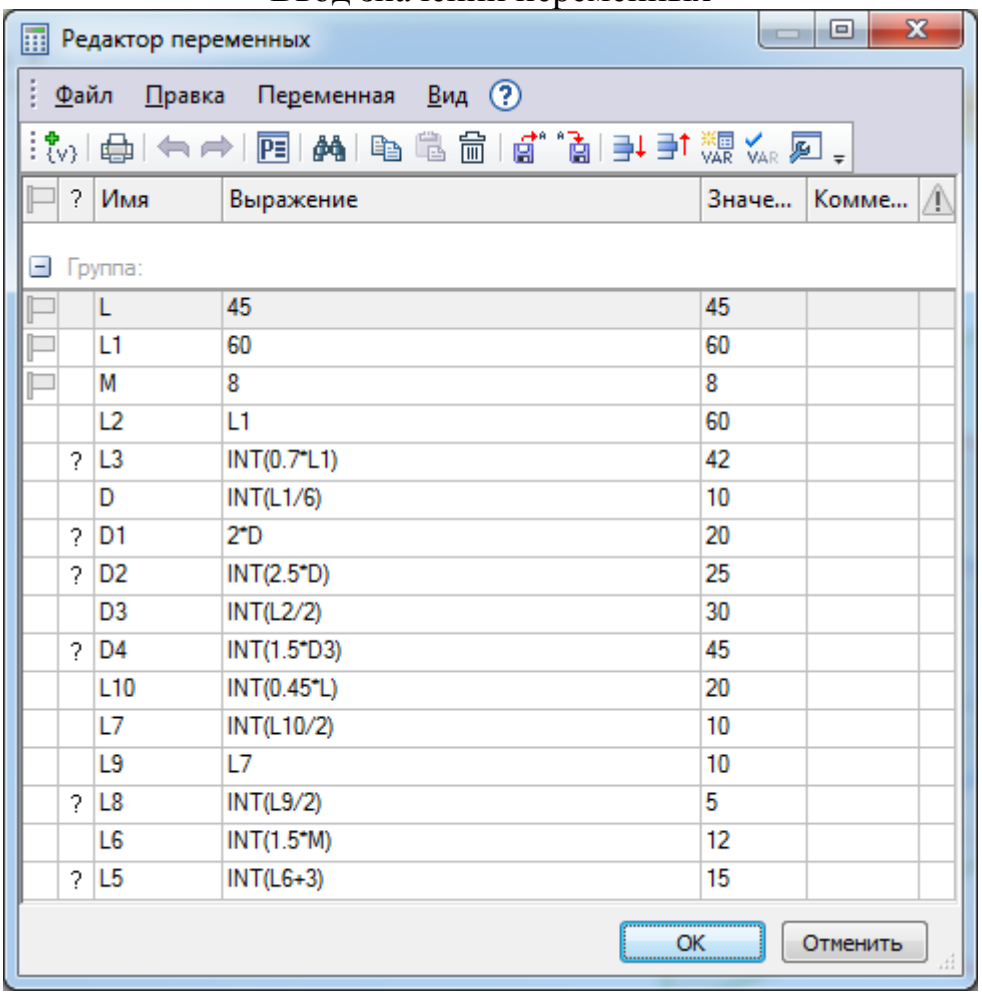
1. Создание таблицы параметров модели



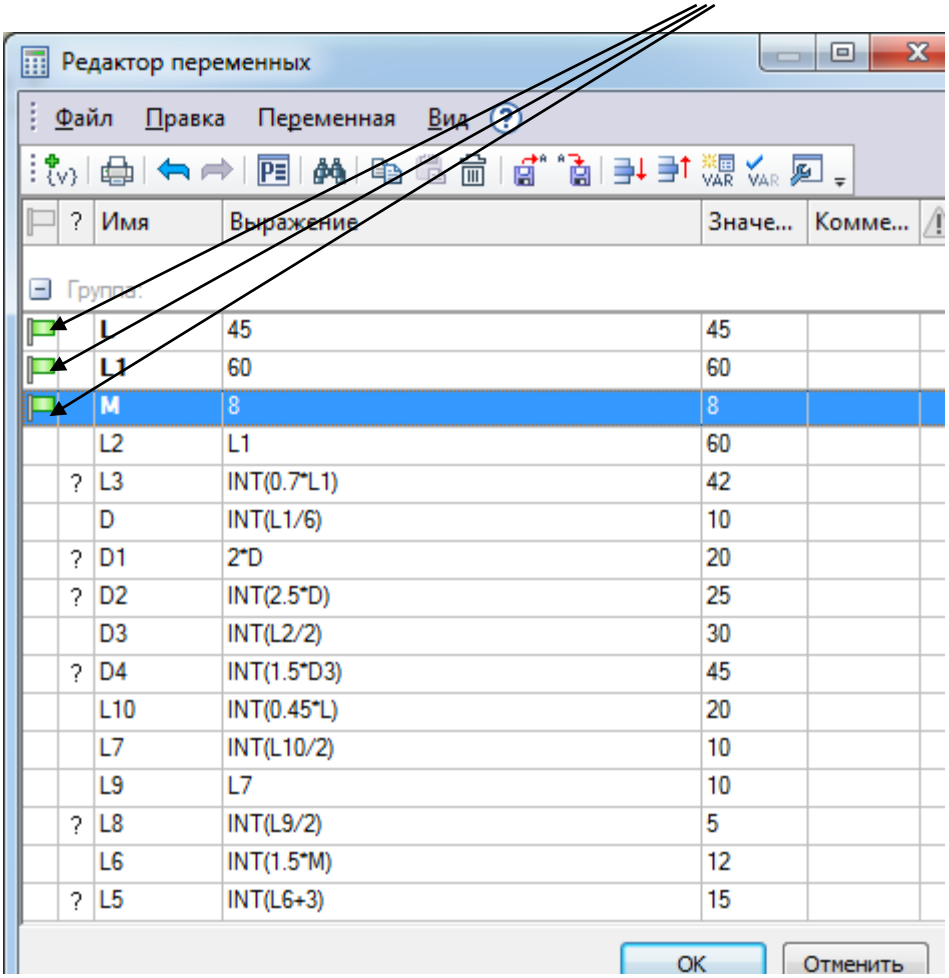
2. Ввод в таблицу параметров списка переменных



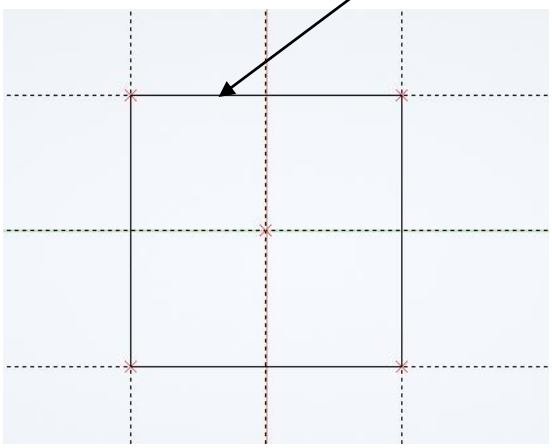
Ввод значений переменных

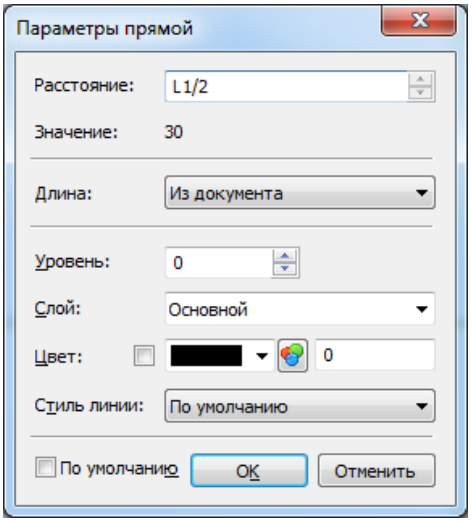


3. Выделить среди всех переменных внешние – те, которые задают основные параметры детали. В нашем случае их три – L, L1 и M.

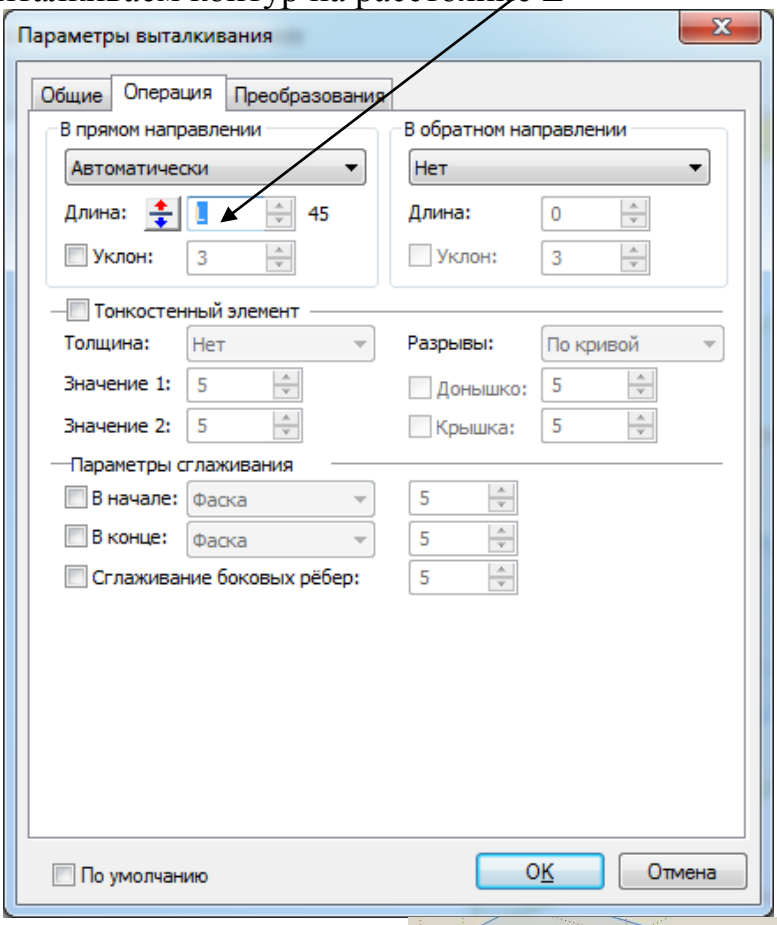


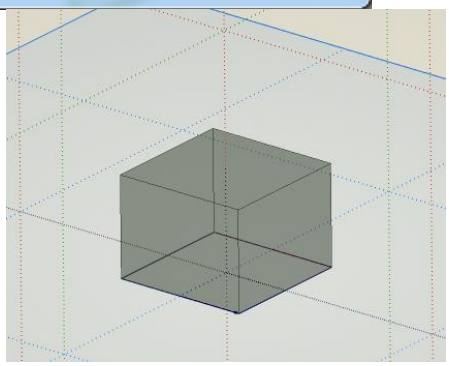
4. Рисуем на виде сверху внешний контур детали. Деталь имеет центр симметрии, относительно него задаем все размеры. Верхняя и нижняя горизонтальные – на расстоянии ±L1/2, правая и левая вертикальные – ±L2/2. Для ввода параметра, по которому строится прямая, нажимаем клавишу «р» и в окне вводим:





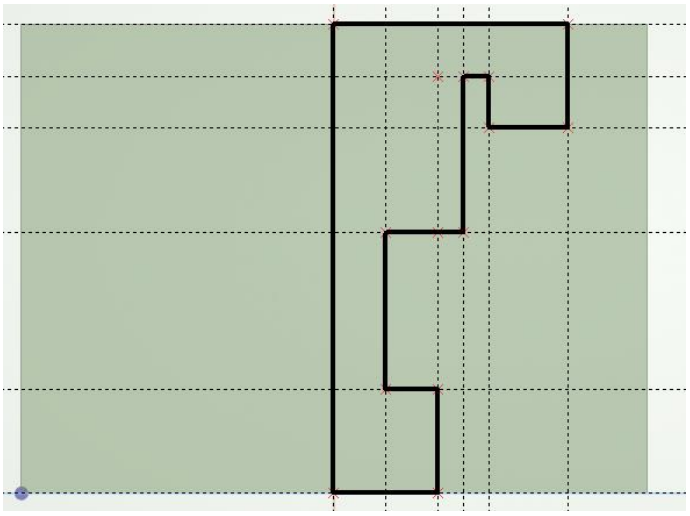
Выталкиваем контур на расстояние L

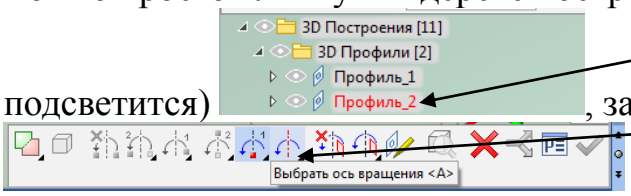




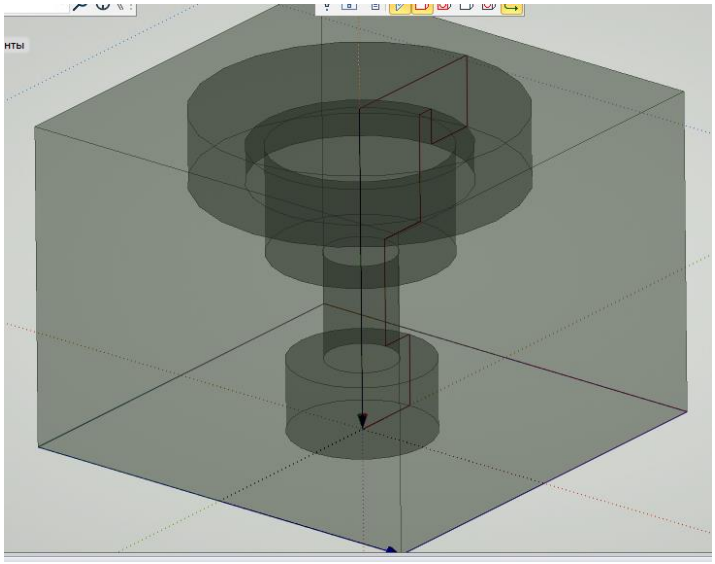
5. Рисуем на виде «спереди» контур внутренней полости детали, которую получим операцией «Вращение».

Рисуем горизонтальные прямые. Сначала – верхнюю границу на расстоянии L от нижней горизонтальной. Затем от верхней границы – вниз на расстояния –L8, –L9, –L10. Затем от нижней границы вверх на расстоянии L7. Далее – вертикальные прямые на расстояниях от осевой –D/2, –D1/2, –D2/2, –D3/2, –D4/2. Обратите внимание, что на виде «спереди» всё, что справа от осевой – отрицательные расстояния, а то, что слева – положительные. Делаем обводку.



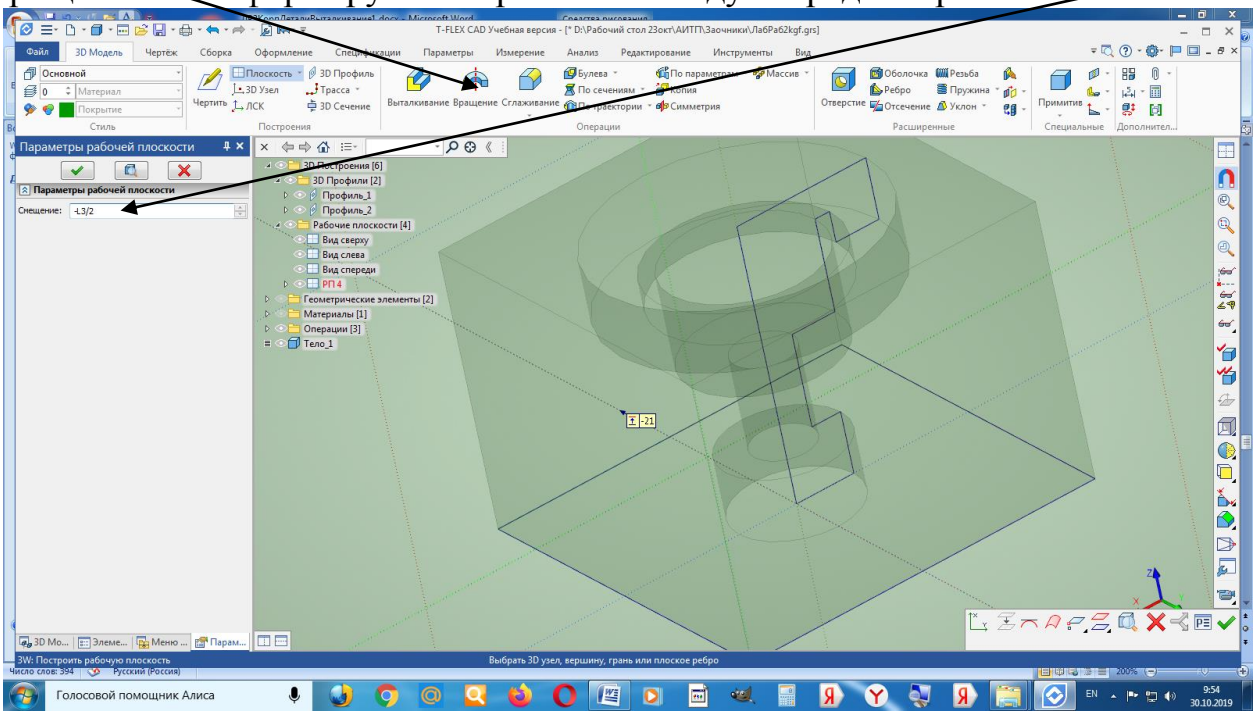
6. Выполняем оп. «Вращение» полученного контура относительно его оси. Чтобы его выделить, не обязательно его отыскивать мышью на модели, а можно просто кликнуть в дереве построения модели на «Профиль 2» (он подсветится) 

, затем + выбрать опцию и кликнуть по оси вращения.

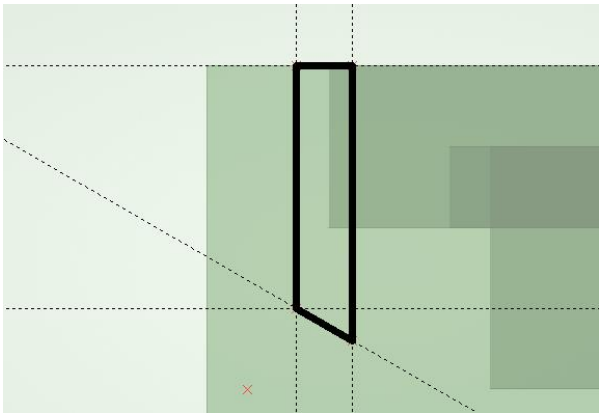


7. Выполняем операция «Вычитание» из тела 1(куб) тела 2 (тело вращения).

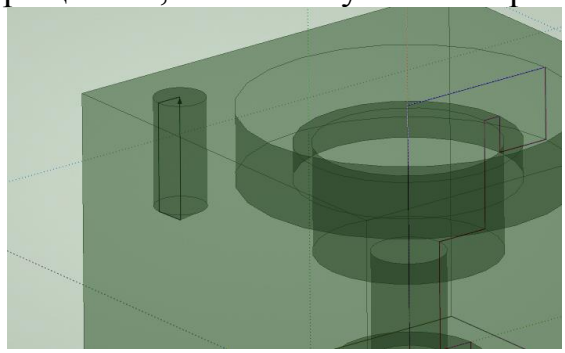
Т.к. отверстия у нас нестандартные, формируем рабочую плоскость для рисования полуконтура отверстия, которое затем выполним операцией «Вращение». РП формируется параллельно виду спереди на расстоянии –L3/2.



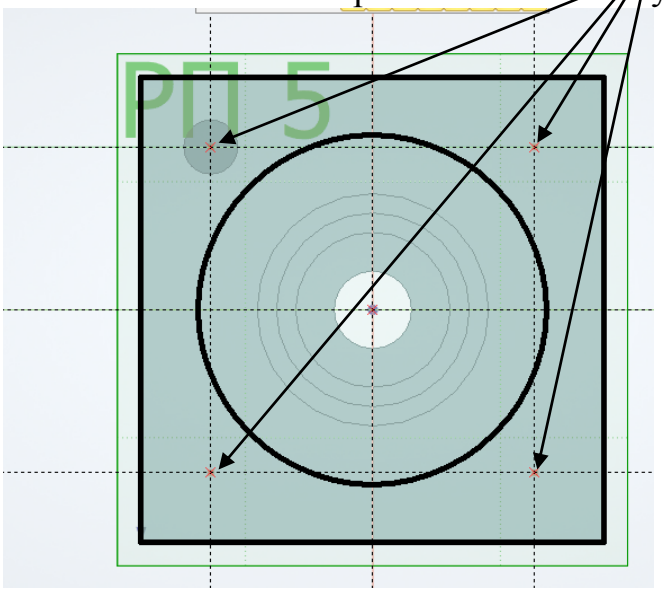
8. Рисуем на РП4 оси, затем ось отверстия на расстоянии L3/2, затем верхнюю границу – на расстоянии L, затем вертикальную контурную – на расстоянии (M–1)/2, т.к. M – диаметр резьбы, а отверстие под резьбу должно быть меньше на 1мм. Затем – нижнюю горизонтальную дна отверстия – на расстоянии –L5. Затем под углом 330° через узел делаем наклонную.



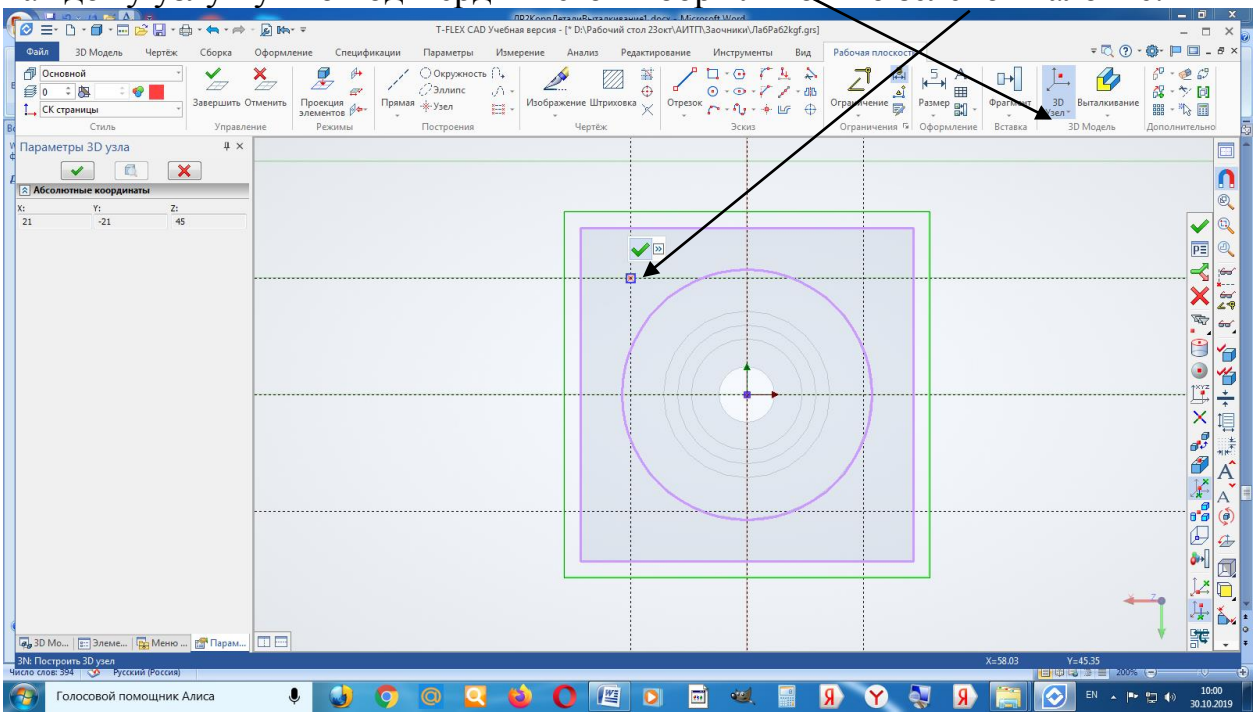
9. Выполняем оп. «Вращение», чтобы получить отверстие под резьбу.



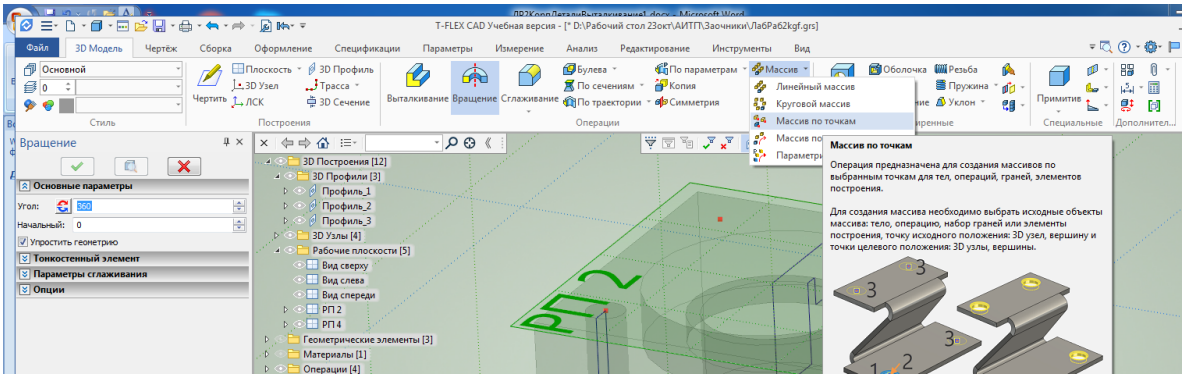
Формируем на верхней грани 3D-узлы. Рисуем оси координат, а на расстояниях ±L3/2 от осей – оси отверстий. Затем – 3D-узлы (кликами ЛКМ).



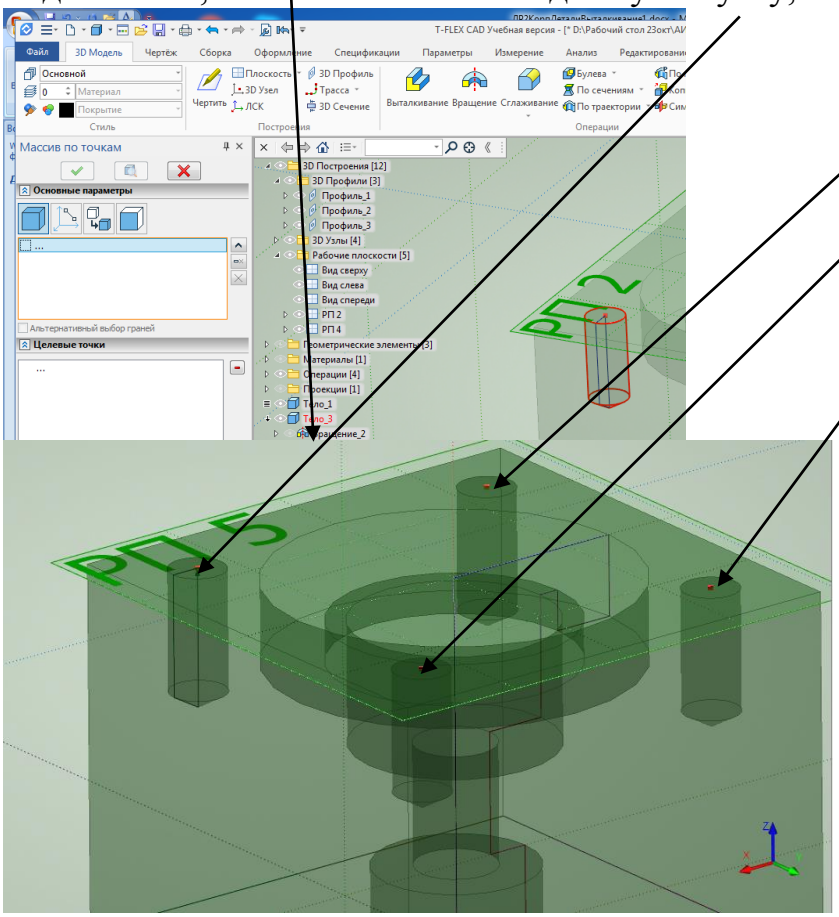
3D-узлы формируются соответствующей командой, после клика мышью по каждому узлу нужно подтвердить его выбор кликом по зеленой галочке:



10. Формируем массив отверстий по 3D-узлам. Выбираем операцию «Массив по точкам»:

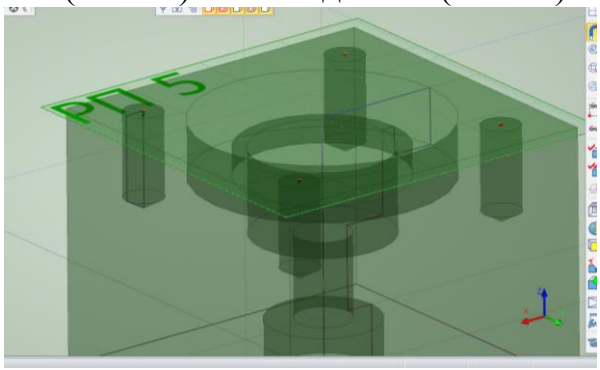


Затем – клик по телу только что сделанного отверстия (тело 2), оно при этом подсветится, затем – клик по исходному 3D-узлу, а затем – по остальным:

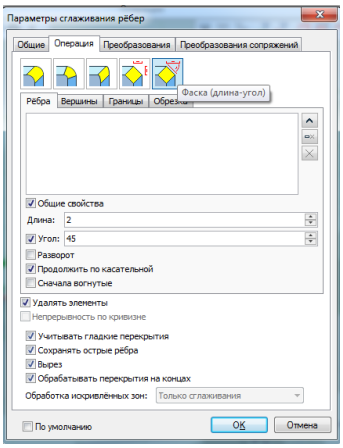


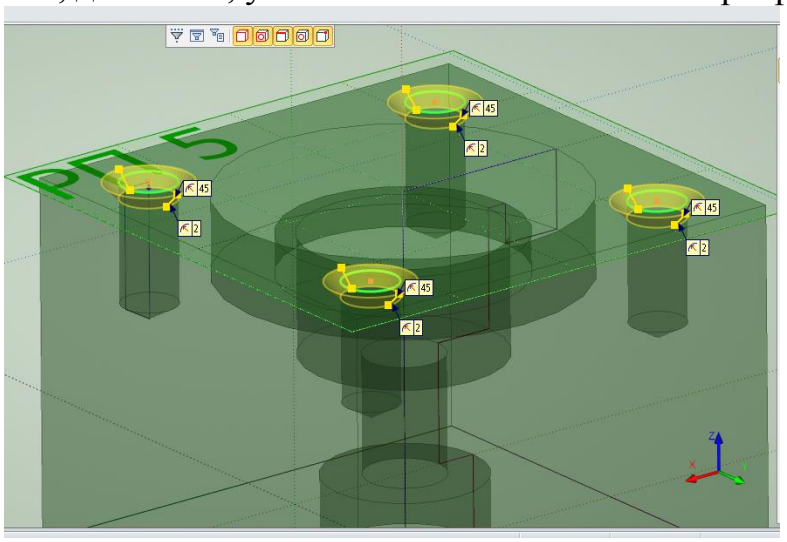
В результате сформировано Тело 2 – массив по точкам.

11.Вычитаем отверстия (Тело 2) из тела детали (Тело 1)

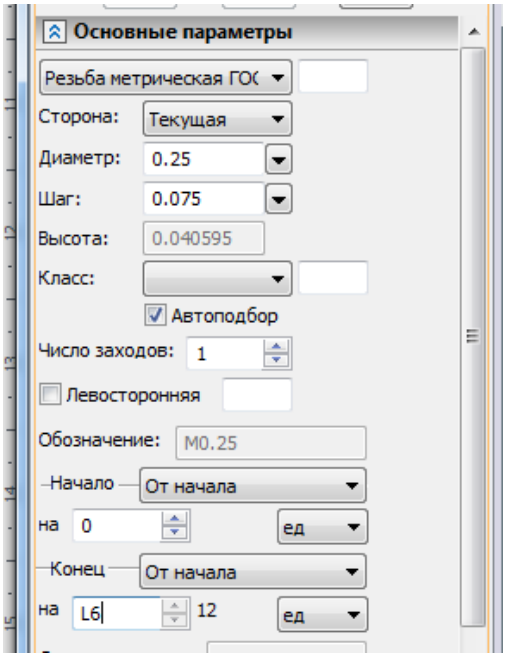


Делаем фаски 2х45° с пом. Операции «Сглаживание ребер». Параметры операции – «Фаска: длина-угол», длина – 2, угол – 45. Кликами отмечаем ребра.





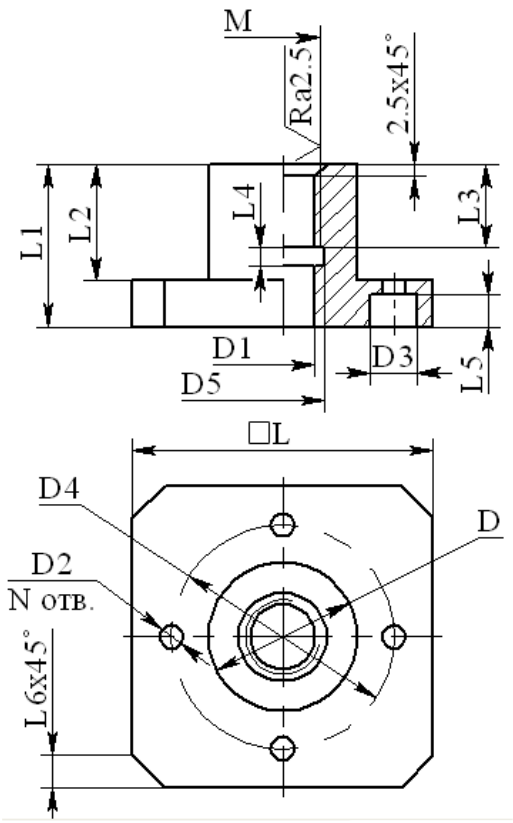
12. Делаем резьбу в отверстиях. Параметры резьбы: Резьба метрическая по ГОСТ, Опция «Автоподбор», Начало – «От начала» на 0, Конец – «От начала» на L6. Кликами выбираем отверстия.



13. Модель готова. Обратите внимание, что, хотя отверстие было диаметром 7 (М-1), система правильно сформировала резьбу М8.

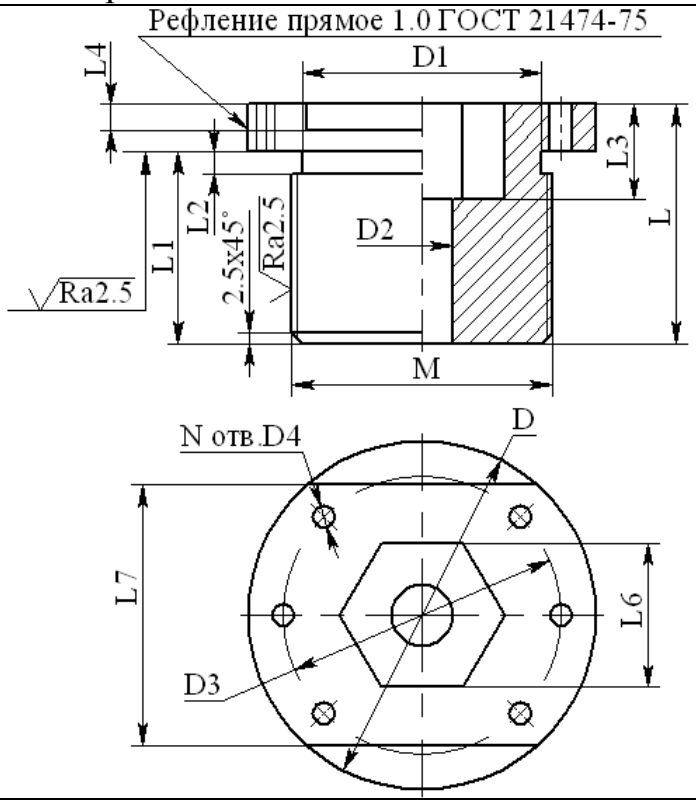
Выполните формирование параметрических 3D-моделей корпусных деталей по заданию преподавателя.

Вариант 1



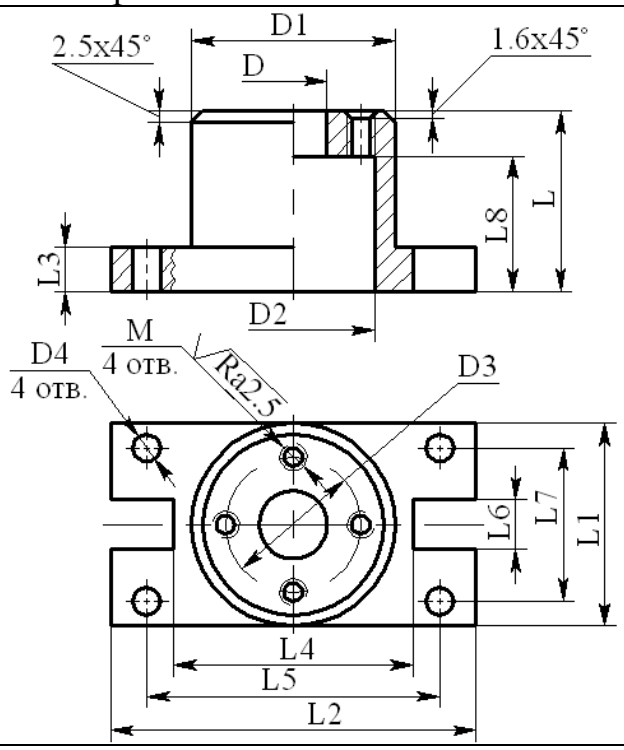
Параметры:
L = 65;
M = 16;
L1 = 35;
N = 4.
Зависимые:
D = 2*M;
D1 = INT (0.9*M);
D5 = M+2;
L4 = INT (0.25*M);
L3 = INT (0.5*L1);
L2 = INT (0.7*L1);
L5 = INT (0.2*L1);
D3 = INT (0.15*L);
D4 = INT (1.5*D);
D2 = INT (D3/2);
L6 = INT (0.1*L).

Вариант 2



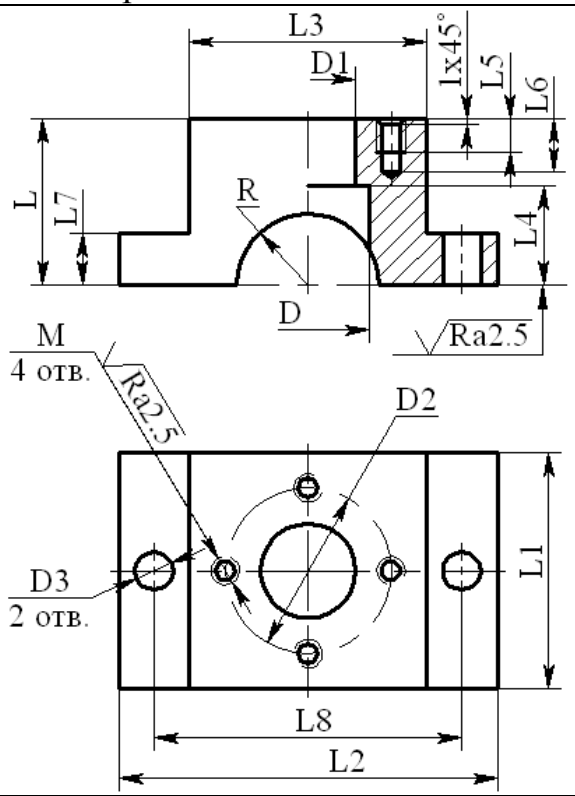
Параметры:
D = 80;
M = 60□3;
L = 55;
D4 = 5.
Зависимые:
L1 = INT (0.8*L);
L2 = 5;
L4 = INT (0.1*L);
L3 = INT (0.4*L);
D1 = M-5
L5 = INT (0.6*M);
D3 = INT (0.8*D);
L7 = INT (0.75*D);
N = 6 (8);
D2 = INT (L5*0.4);
L6 = INT (0.6*L).

Вариант 3



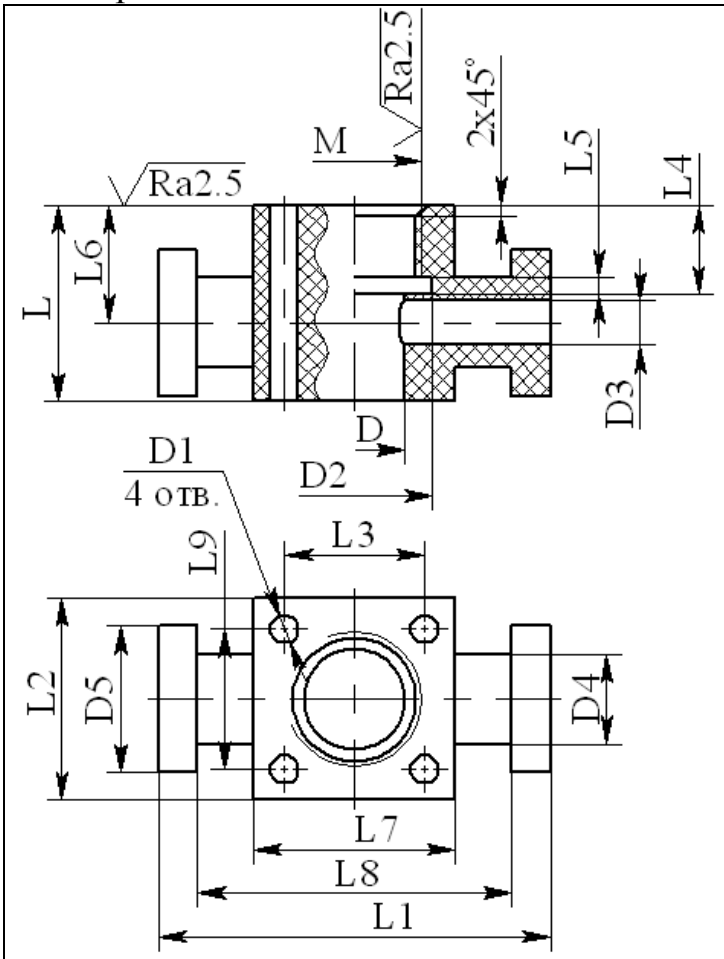
Параметры:
D1 =45;
M = 6;
L = 40;
D4 = 6.
Зависимые:
D = INT (D1/3);
D2 = INT (0.8*D1);
D3 = INT (D1*2/3);
L3 = INT (L/4);
L8 = INT (L*3/4);
L1 = D1;
L6 = INT (L7/3);
L7 = INT (L1*3/4);
L4 = INT (0.65*L2);
L2 = INT (1.8*L1);
L5 = INT (0.8*L2).

Вариант 4



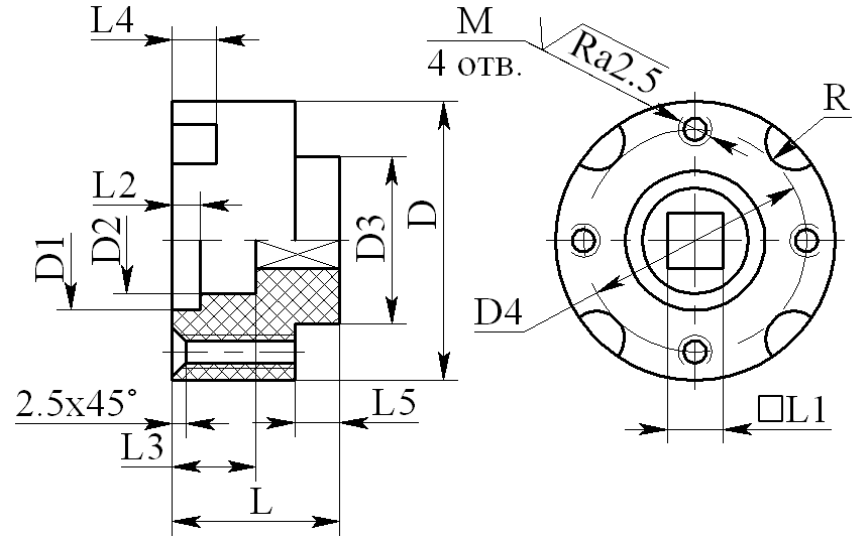
Параметры:
L = 35;
L3 = 50;
D3 = 8;
N =4;
M = 6.
Зависимые:
L1 = L3;
L2 = INT (1.6*L1);
D = INT (0.52*L3);
D1 = INT (0.4*L3);
D2 = INT (0.7*L1);
R = INT (0.75*D1);
L8 = (L3+L2)/2;
L4 = INT (0.6*L);
L7 = INT (0.3*L);
L5 = INT (0.2*L);
L6 = INT (0.3*L).

Вариант 5



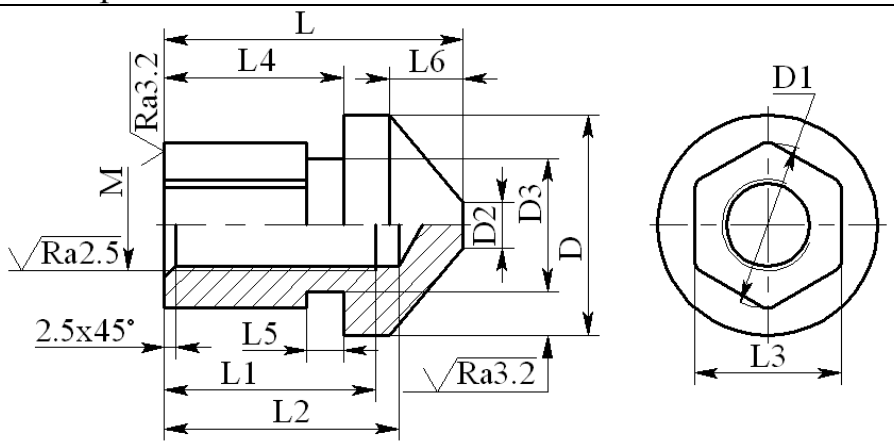
Параметры:
M = 24;
D1 = 5;
L5 = 3;
L = 35;
D3 = 8.
Зависимые:
D2 = M+ 4;
D = INT (0.75*M);
L2 = INT (1.5*M);
L7 = L2;
L3 = INT (0.7*L2);
L4 = INT (0.45*L);
L9 = L3;
L6 = INT (0.6*L);
D4 = 2*D3;
D5 = INT (1.6*D4);
L1 = 2*L;
L8 = INT (0.8*L1).

Вариант 6



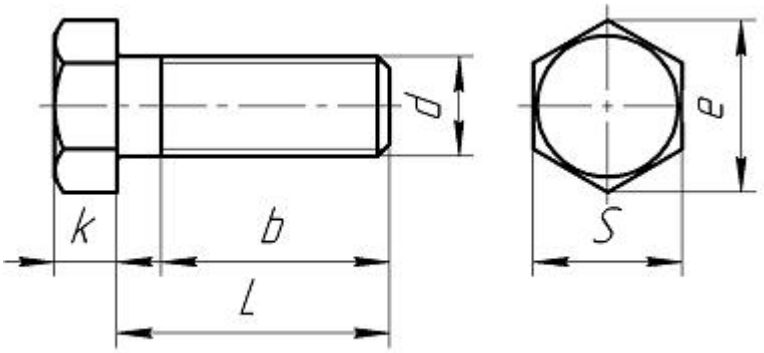
Параметры:
D = 50;
L = 30;
M = 6.
D3 = INT (0.6*D);
L5 = INT (0.25*L);
L4 = INT (0.25*L);
L3 = 0.5*L;
L2 = INT (0.3*L3);
D4 = INT (0.8*D);
D1 = 0.5*D;
D2 = INT (D1*3/4);
L1 = INT (0.5*D2);
R = INT (0.5*L1).

Вариант 7



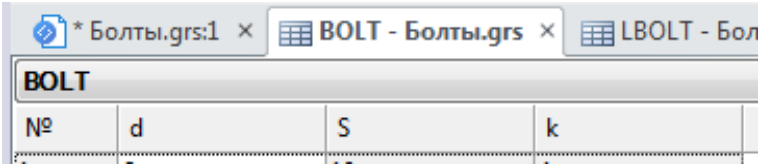
Параметры:
D =48;
M = 20;
L = 65;
D1 = INT (0.75*D);
L4 = INT (0.6*L);
L6 = INT (0.25*L);
L1 = INT (0.7*L);
L5 = INT (0.17*D);
L2 = INT (L1+5);
D3 = INT (0.8*D1);
D2 = INT (0.2*D);
L3 = INT (0.9*D1).

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторной работы №3
СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ БОЛТОВ, СБОРКИ

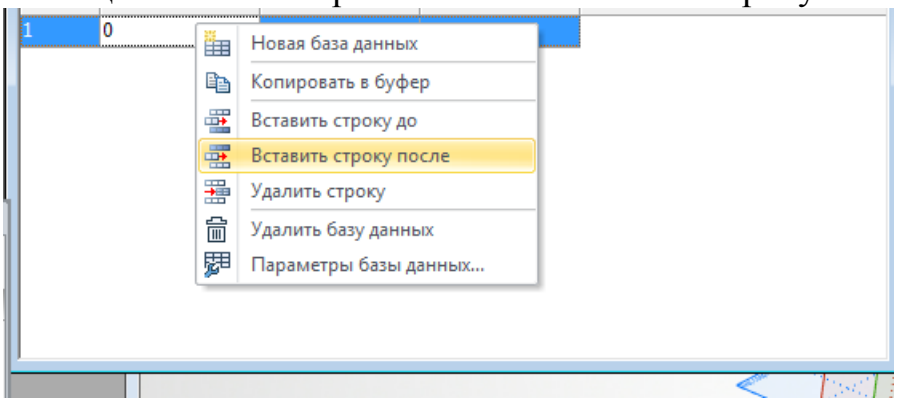


Болт ГОСТ 7798-70 с шестигранной головкой

Параметры – База данных – клик ПКМ – Новая база данных –ввести Имя БД (BOLT)– ввести имя первого столбца (d), имя второго столбца (S)– имя третьего столбца (k), в конце Отменить:



Ввод строк таблице – клик по строке ПКМ – «Вставить строку после»

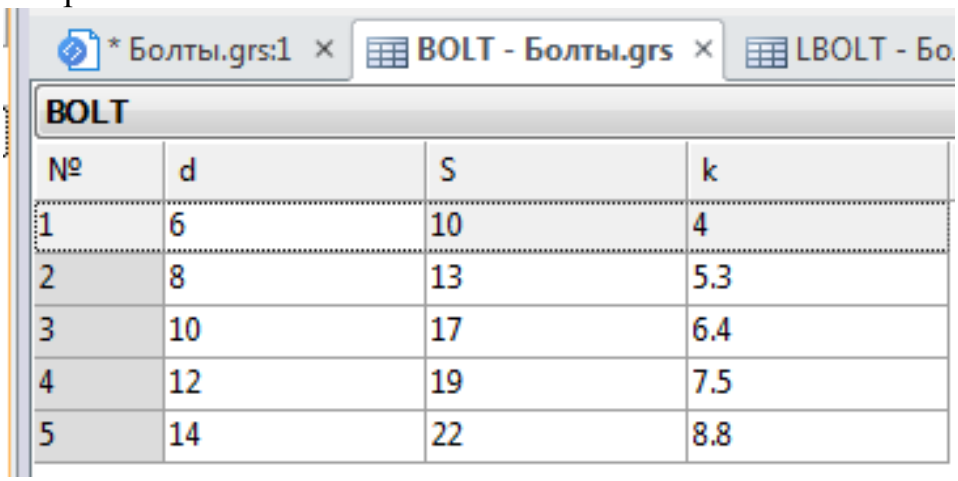


Размеры, мм

Номинальный диаметр резьбы d		6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы	Крупный	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
	мелкий	—	1	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	3	3	3
Диаметр стержня d_1		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36	42	48
Размер „под ключ" S		10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	55	65	75
Высота головки k		4,0	5,3	6,4	7,5	8,8	10,0	12,0	12,5	14,0	15,0	17,0	18,7	22,5	26,0	30,0
Диаметр описанной окружности, не менее		10,9	14,2	18,7	20,9	24,0	26,2	29,6	33,0	35,0	39,6	45,2	50,9	60,8	71,3	82,6
d_w, не менее		8,7	11,5	15,5	17,2	20,1	22,0	24,8	27,7	29,5	33,2	38,0	42,7	51,1	59,9	69,4
h_w		0,15...0,6					0,20...0,8								0,25...0,8	
Диаметр отверстия в стержне d_3		1,6	2,0	2,5	3,2		4,0			5,0			6,3		8,0	
Диаметр отверстия в головке d_i		2,0	2,5	3,2			4,0							5,0		
Расстояние от опорной поверхности до оси отверстия в головке l_2		2,0	2,8	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0	7,5	8,5	9,5	11,5	13,0	15,0

PRO-TechInfo

Заполнение строк



№	d	S	k
1	6	10	4
2	8	13	5.3
3	10	17	6.4
4	12	19	7.5
5	14	22	8.8

Создаем вторую БД по длинам болтов на основе файла Госта.

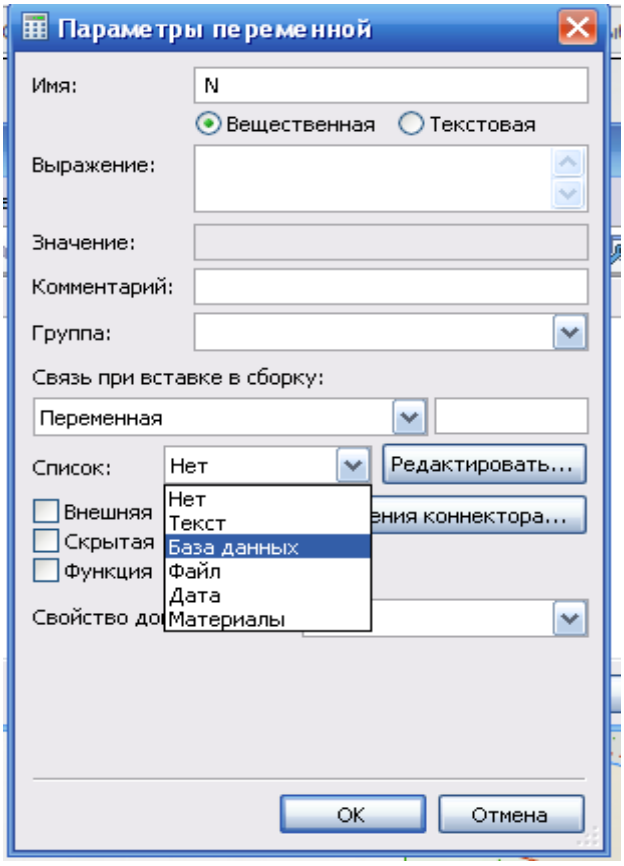
Длина болта,	Длина резьбы b и расстояние от опорной поверхности головки до оси отверстия в стержне l_1 при номинальном диаметре резьбы d (знаком x отмечены болты с резьбой на всей длине стержня)																											
	6		8		10		12		(14)		16		(18)		20		(22)		24		(27)		30		36		42		48	
	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b
8	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	x	-	x	-	x	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	x	-	x	-	x	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	10	x	-	x	-	x	-	x	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	12	x	12	x	-	x	-	x	-	x		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
(18)	14	x	14	x	14	x	-	x	-	x		x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	16	x	16	x	16	x	15	x	-	x		x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(22)	18	18	18	x	18	x	17	x	17	x		x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	21	18	21	x	21	x	20	x	20	x	1	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(28)	24	18	24	22	24	x	23	x	23	x	2	x	22	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	26	18	26	22	26	x	25	x	25	x	2	x	24	x	24	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(32)	28	18	28	22	28	26	27	x	27	x	2	x	26	x	26	x	25	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	31	18	31	22	31	26	30	30	30	x	2	x	29	x	29	x	28	x	28	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
(38)	34	18	34	22	34	26	33	30	33	x	3	x	32	x	32	x	31	x	31	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
40	36	18	36	22	36	26	35	30	35	34	3	x	34	x	34	x	33	x	33	x	32	x	-	x	-	-	-	-	-	-
45	41	18	41	22	41	26	40	30	40	34	3	38	39	x	39	x	38	x	38	x	37	x	36	x	-	-	-	-	-	-
50	46	18	46	22	46	26	45	30	45	34	4	38	44	42	44	x	43	x	43	x	42	x	41	x	40	x	-	-	-	-
55	51	18	51	22	51	26	50	30	50	34	4	38	49	42	49	46	48	x	48	x	47	x	46	x	45	x	-	x	-	-
60	56	18	56	22	56	26	55	30	55	34	5	38	54	42	54	46	53	50	53	x	52	x	51	x	50	x	48	x	-	-
65	61	18	61	22	61	26	60	30	60	34	5	38	59	42	59	46	58	50	58	54	57	x	56	x	55	x	53	x	-	x
70	66	18	66	22	66	26	65	30	65	34	6	38	64	42	64	46	63	50	63	54	62	60	61	x	60	x	58	x	58	x
75	71	18	71	22	71	26	70	30	70	34	69	38	69	42	69	46	68	50	68	54	67	60	66	66	65	x	63	x	63	x
80	76	18	76	22	76	26	75	30	75	34	74	38	74	42	74	46	73	50	73	54	72	60	71	66	70	x	68	x	68	x
(85)	81	18	81	22	81	26	80	30	80	34	79	38	79	42	79	46	78	50	78	54	77	60	76	66	75	x	73	x	73	x
90	86	18	86	22	86	26	85	30	85	34	84	38	84	42	84	46	83	50	83	54	82	60	81	66	80	78	78	x	78	x
(95)	-	-	91	22	91	26	90	30	90	34	89	38	89	42	89	46	88	50	88	54	87	60	86	66	85	78	83	x	83	x
100	-	-	96	22	96	26	95	30	95	34	94	38	94	42	94	46	93	50	93	54	92	60	91	66	90	78	88	x	88	x
(105)	-	-	-	-	101	26	100	30	100	34	99	38	99	42	99	46	98	50	98	54	97	60	96	66	95	78	93	90	93	x
110	-	-	-	-	106	26	105	30	105	34	104	38	104	42	104	46	103	50	103	54	102	60	101	66	100	78	98	90	98	x
(115)	-	-	-	-	111	26	110	30	110	34	109	38	109	42	109	46	108	50	108	54	107	60	106	66	105	78	103	90	103	102
120	-	-	-	-	116	26	115	30	115	34	114	38	114	42	114	46	113	50	113	54	112	60	111	66	110	78	108	90	108	102
(125)	-	-	-	-	121	26	120	30	120	34	119	38	119	42	119	46	118	50	118	54	117	60	116	66	115	78	113	90	113	102
130	-	-	-	-	126	32	125	36	125	40	124	44	124	48	124	52	123	56	123	60	122	66	121	72	120	84	118	96	118	108
140	-	-	-	-	136	32	135	36	135	40	134	44	134	48	134	52	133	56	133	60	132	66	131	72	130	84	128	96	128	108
150	-	-	-	-	146	32	145	36	145	40	144	44	144	48	144	52	143	56	143	60	142	66	141	72	140	84	138	96	138	108
160	-	-	-	-	156	32	155	36	155	40	154	44	154	48	154	52	153	56	153	60	152	66	151	72	150	84	148	96	148	108
170	-	-	-	-	166	32	165	36	165	40	164	44	164	48	164	52	163	56	163	60	162	66	161	72	160	84	158	96	158	108
180	-	-	-	-	176	32	175	36	175	40	174	44	174	48	174	52	173	56	173	60	172	66	171	72	170	84	168	96	168	108
190	-	-	-	-	186	32	185	36	185	40	184	44	184	48	184	52	183	56	183	60	182	66	181	72	180	84	178	96	178	108
200	-	-	-	-	196	32	195	36	195	40	194	44	194	48	194	52	193	56	193	60	192	66	191	72	190	84	188	96	188	108
220	-	-	-	-	-	-	215	49	215	53	214	57	214	61	214	65	213	69	213	73	212	79	211	85	210	97	208	109	208	121

Здесь параметры l1 пропущены (они для болтов с поперечным отверстием).
Параметры B… - это ‚длина резьбы для данного диаметра.

LBOLT

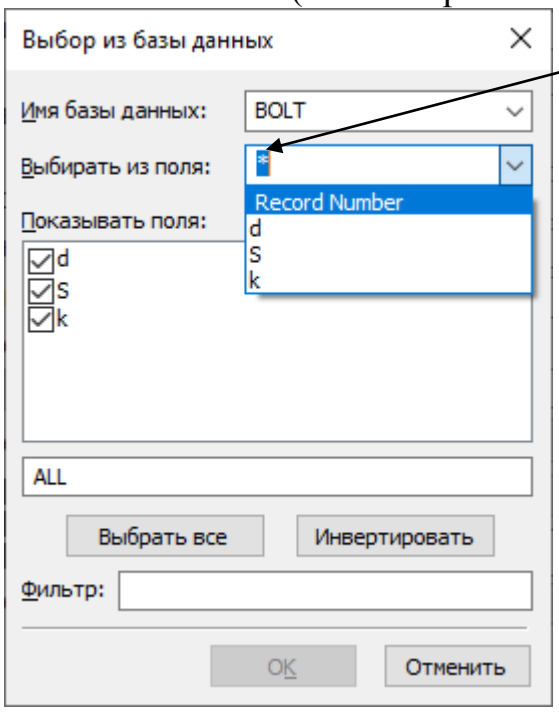
№	L	B6	B8	B10	B12	B14
1	8	8	8	0	0	0
2	10	10	10	10	0	0
3	12	12	12	12	0	0
4	14	14	14	14	14	0
5	16	16	16	16	16	16
6	18	18	18	18	18	18
7	20	20	20	20	20	20
8	22	18	22	22	22	22
9	25	18	25	25	25	25
10	28	18	22	28	28	28
11	30	18	22	30	30	30
12	32	18	22	26	32	32
13	35	18	22	26	30	35
14	38	18	22	26	30	38
15	40	18	22	26	30	34
16	45	18	22	26	30	34
17	50	18	22	26	30	34
18	55	18	22	26	30	34
19	60	18	22	26	30	34
20	65	18	22	26	30	34
21	70	18	22	26	30	34

База данных заполнена.
Переходим к переменным.
Для первой переменной N – с помощью списка – База данных.



Там две базы данных, выбираем БД BOLT, затем – ОК.

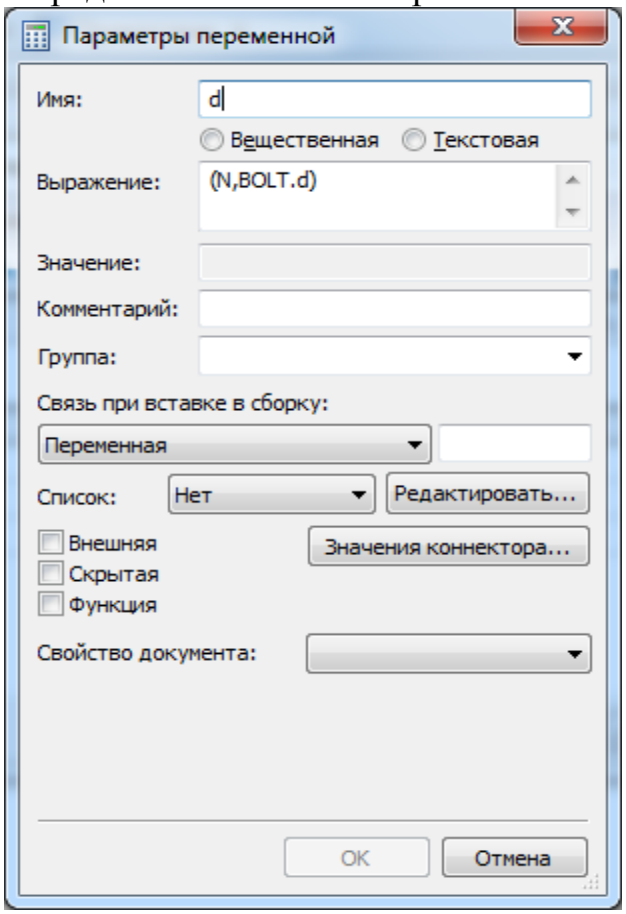
Для версии 16 нужно дополнительно из списка «Выбрать из поля» выбрать «Record Number» (в 15-й версии это делается автоматически).



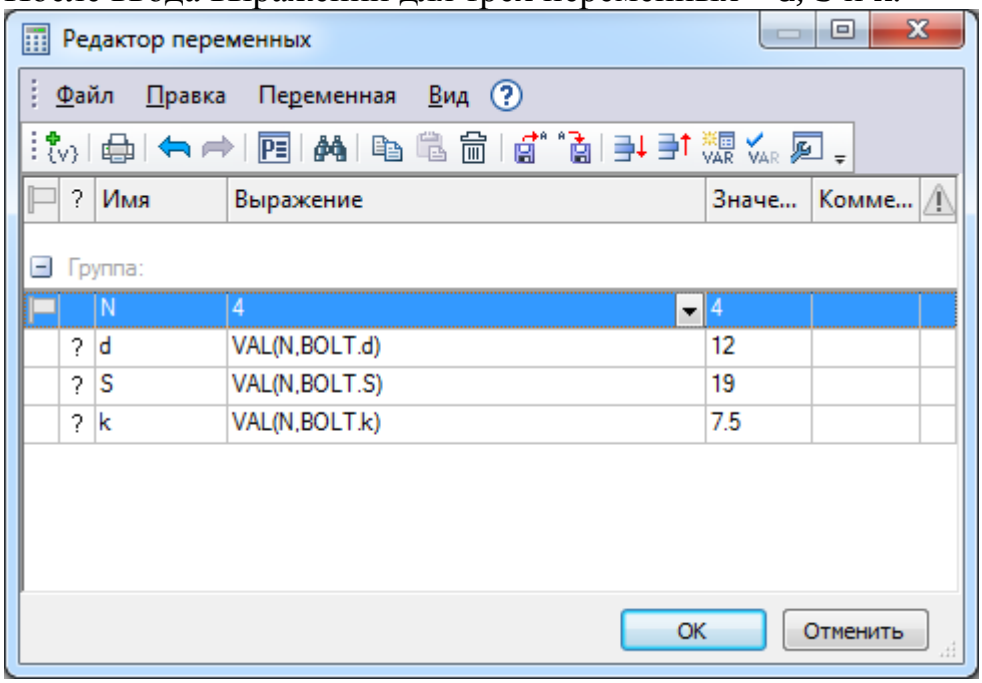
Затем вводим остальные переменные, определяемые с помощью выражений Val(N,Имя таблицы. Имя столбца)

Запятая……точка

Определение значения переменной d:

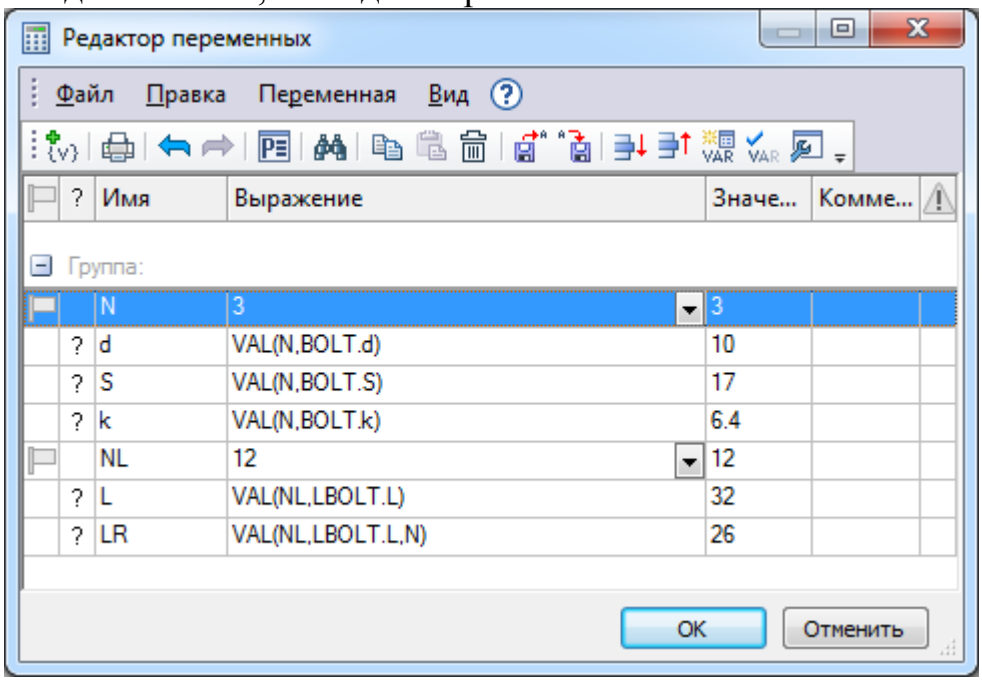


После ввода выражений для трех переменных – d, S и k:



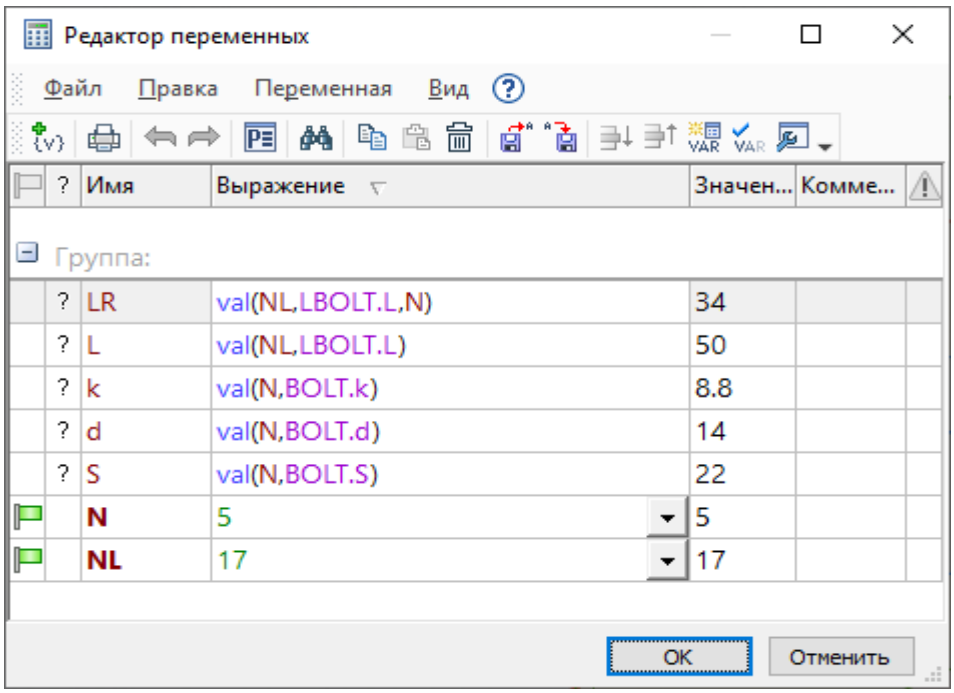
Далее вводим переменную NL – номер записи с нужной длиной болта L. Также, как и для переменной N, выбираем «список - база данных», но в этот раз выбираем БД LBOLT

L – длина болта, LR – длина резьбы.

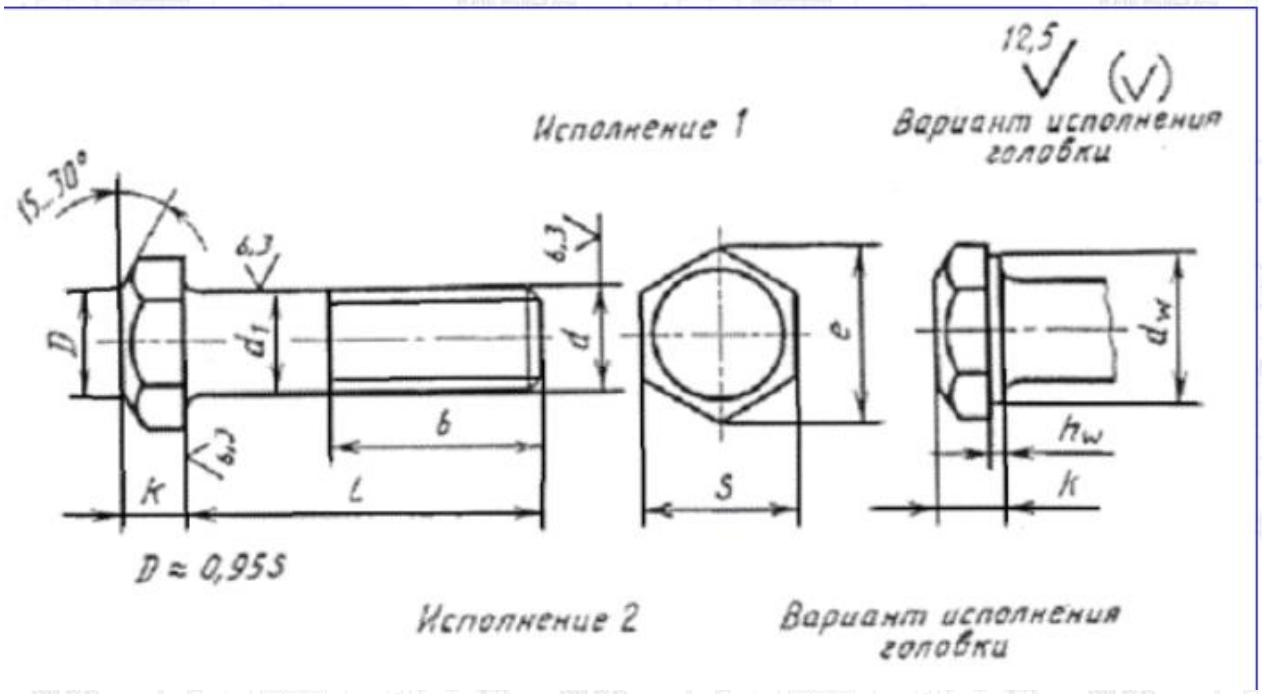


Для переменной LR- длина резьбы – после L – запятая и N, чтобы взять данные из столбца данного диаметра резьбы, а он на величину N правее столбца L.

Примечание. В 16-й версии порядок команд выстраивается иначе, здесь внешние переменные встают в конце списка команд:



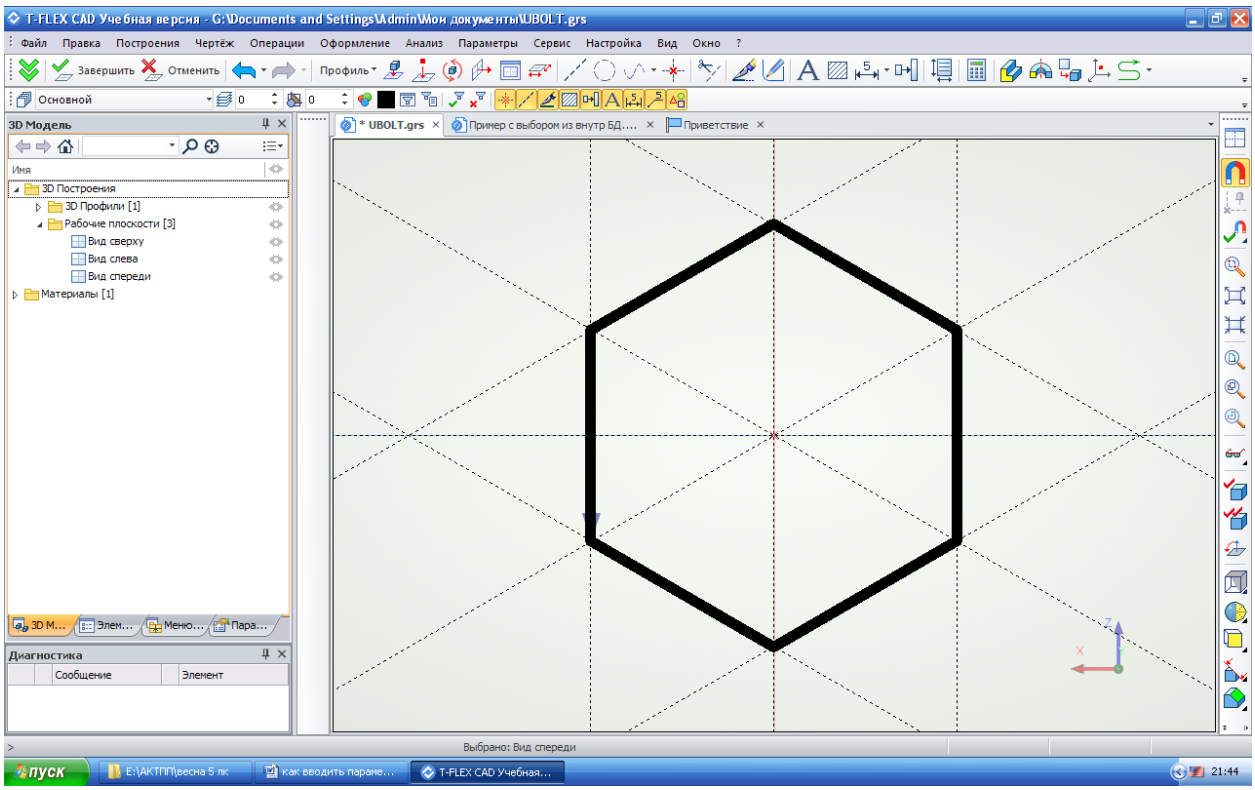
Кликаем по флажку в строках с внешними переменными N и NL. В этом случае при вставке детали в сборку сначала система запрашивает ввести значения внешних переменных, после чего пересчитывает модель и вставляет.



Номинальный диаметр резьбы, d		6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы	крупный	1	1,25	1,5	1,75	2		2,5			3		3,5	4	4,5	5
	мелкий	-	1	1,25		1,5					2			3		
Диаметр стержня d_1		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36	42	48
Размер «под ключ» S		10	13	16	18	21	24	27	30	34	36	41	46	55	65	75
Высота головки k		4,0	5,3	6,4	7,5	8,8	10,0	12,0	12,5	14,0	15,0	17,0	18,7	22,5	26,0	30,0
Диаметр описанной окружности e, не менее		10,9	14,2	17,6	19,9	22,8	26,2	29,6	33,0	37,3	39,6	45,2	50,9	60,8	71,3	82,6

Длина болта, l	Длина резьбы b и расстояние от опорной поверхности головки до оси отверстия в стержне l_1 при номинальном диаметре резьбы d (знаком x отмечены болты с резьбой на всей длине стержня)																													
	6		8		10		12		(14)		16		(18)		20		(22)		24		(27)		30		36		42		48	
	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b
8	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	10	x	-	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	12	x	12	x	-	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
(18)	14	x	14	x	14	x	-	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	16	x	16	x	16	x	15	x	-	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(22)	18	18	18	x	18	x	17	x	17	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	21	18	21	x	21	x	20	x	20	x	19	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(28)	24	18	24	22	24	x	23	x	23	x	22	x	22	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	26	18	26	22	26	x	25	x	25	x	24	x	24	x	24	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(32)	28	18	28	22	28	26	27	x	27	x	26	x	26	x	26	x	25	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	31	18	31	22	31	26	30	30	30	x	29	x	29	x	29	x	28	x	28	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
(38)	34	18	34	22	34	26	33	30	33	x	32	x	32	x	32	x	31	x	31	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
40	36	18	36	22	36	26	35	30	35	34	34	x	34	x	34	x	33	x	33	x	32	x	-	x	-	-	-	-	-	-
45	41	18	41	22	41	26	40	30	40	34	39	38	39	x	39	x	38	x	38	x	37	x	36	x	-	-	-	-	-	-
50	46	18	46	22	46	26	45	30	45	34	44	38	44	42	44	x	43	x	43	x	42	x	41	x	40	x	-	-	-	-
55	51	18	51	22	51	26	50	30	50	34	49	38	49	42	49	46	48	x	48	x	47	x	46	x	45	x	-	x	-	-
60	56	18	56	22	56	26	55	30	55	34	54	38	54	42	54	46	53	50	53	x	52	x	51	x	50	x	48	x	-	-
65	61	18	61	22	61	26	60	30	60	34	59	38	59	42	59	46	58	50	58	54	57	x	56	x	55	x	53	x	-	x
70	66	18	66	22	66	26	65	30	65	34	64	38	64	42	64	46	63	50	63	54	62	60	61	x	60	x	58	x	58	x
75	71	18	71	22	71	26	70	30	70	34	69	38	69	42	69	46	68	50	68	54	67	60	66	66	65	x	63	x	63	x
80	76	18	76	22	76	26	75	30	75	34	74	38	74	42	74	46	73	50	73	54	72	60	71	66	70	x	68	x	68	x
(85)	81	18	81	22	81	26	80	30	80	34	79	38	79	42	79	46	78	50	78	54	77	60	76	66	75	x	73	x	73	x
90	86	18	86	22	86	26	85	30	85	34	84	38	84	42	84	46	83	50	83	54	82	60	81	66	80	78	78	x	78	x
(95)	-	-	91	22	91	26	90	30	90	34	89	38	89	42	89	46	88	50	88	54	87	60	86	66	85	78	83	x	83	x
100	-	-	96	22	96	26	95	30	95	34	94	38	94	42	94	46	93	50	93	54	92	60	91	66	90	78	88	x	88	x
(105)	-	-	-	-	101	26	100	30	100	34	99	38	99	42	99	46	98	50	98	54	97	60	96	66	95	78	93	90	93	x
110	-	-	-	-	106	26	105	30	105	34	104	38	104	42	104	46	103	50	103	54	102	60	101	66	100	78	98	90	98	x
(115)	-	-	-	-	111	26	110	30	110	34	109	38	109	42	109	46	108	50	108	54	107	60	106	66	105	78	103	90	103	102
120	-	-	-	-	116	26	115	30	115	34	114	38	114	42	114	46	113	50	113	54	112	60	111	66	110	78	108	90	108	102
(125)	-	-	-	-	121	26	120	30	120	34	119	38	119	42	119	46	118	50	118	54	117	60	116	66	115	78	113	90	113	102
130	-	-	-	-	126	32	125	36	125	40	124	44	124	48	124	52	123	56	123	60	122	66	121	72	120	84	118	96	118	108
140	-	-	-	-	136	32	135	36	135	40	134	44	134	48	134	52	133	56	133	60	132	66	131	72	130	84	128	96	128	108
150	-	-	-	-	146	32	145	36	145	40	144	44	144	48	144	52	143	56	143	60	142	66	141	72	140	84	138	96	138	108
160	-	-	-	-	156	32	155	36	155	40	154	44	154	48	154	52	153	56	153	60	152	66	151	72	150	84	148	96	148	108
170	-	-	-	-	166	32	165	36	165	40	164	44	164	48	164	52	163	56	163	60	162	66	161	72	160	84	158	96	158	108
180	-	-	-	-	176	32	175	36	175	40	174	44	174	48	174	52	173	56	173	60	172	66	171	72	170	84	168	96	168	108
190	-	-	-	-	186	32	185	36	185	40	184	44	184	48	184	52	183	56	183	60	182	66	181	72	180	84	178	96	178	108
200	-	-	-	-	196	32	195	36	195	40	194	44	194	48	194	52	193	56	193	60	192	66	191	72	190	84	188	96	188	108
220	-	-	-	-	-	-	215	49	215	53	214	57	214	61	214	65	213	69	213	73	212	79	211	85	210	97	208	109	208	121

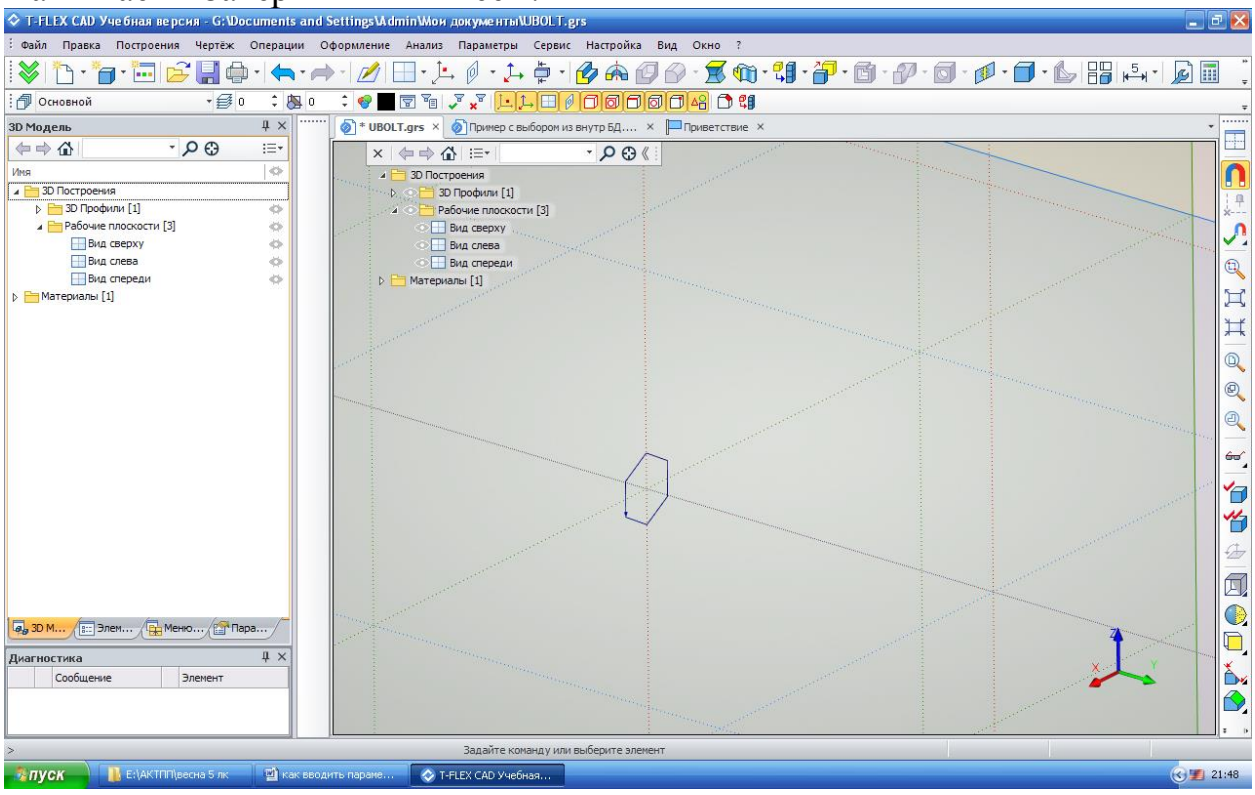
На виде спереди делаем чертеж:



Вертикальные слева и справа от вертикальной оси расположены на расстоянии S/2 и –S/2.

Затем через центр делаем прямые под углом 30 и -30 градусов.

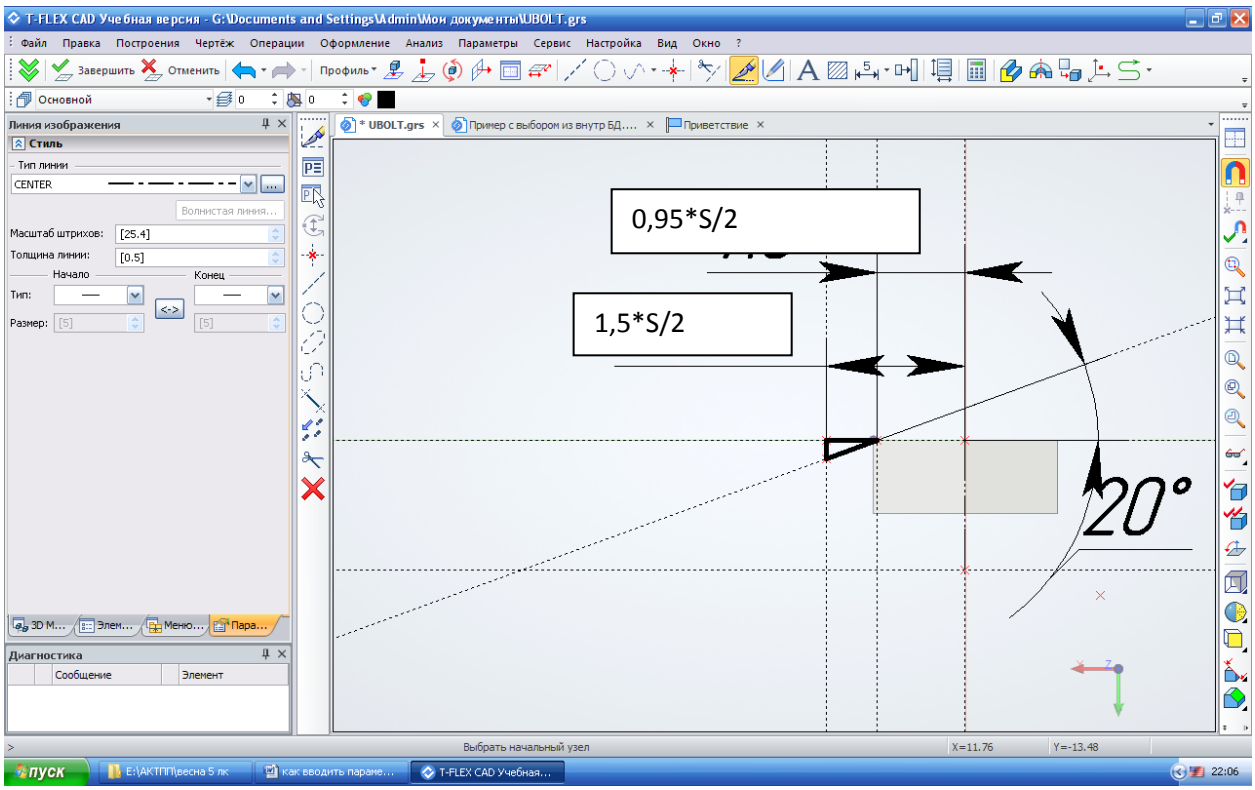
Нажимаем «Завершить» и имеем:



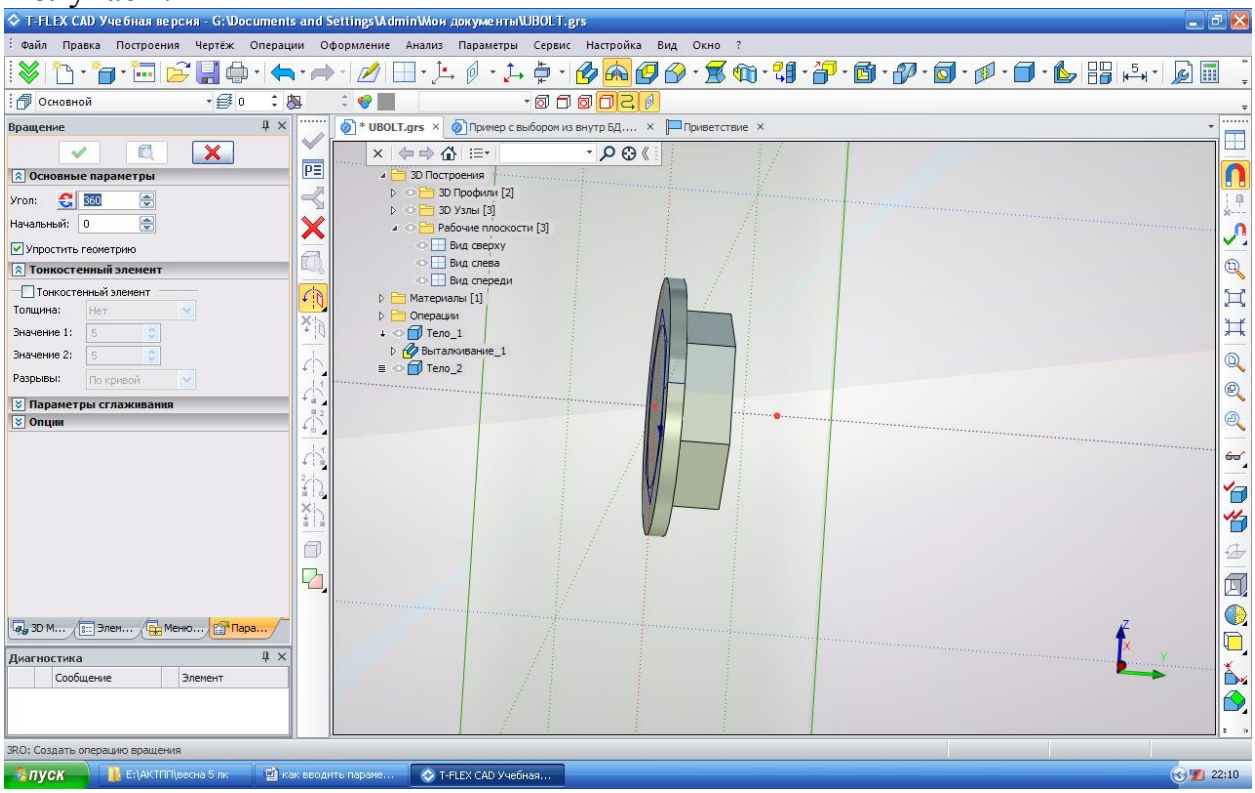
Теперь делаем выталкивание контура шестигранника на расстояние **минус** k

Далее делаем фаску на головке болта.

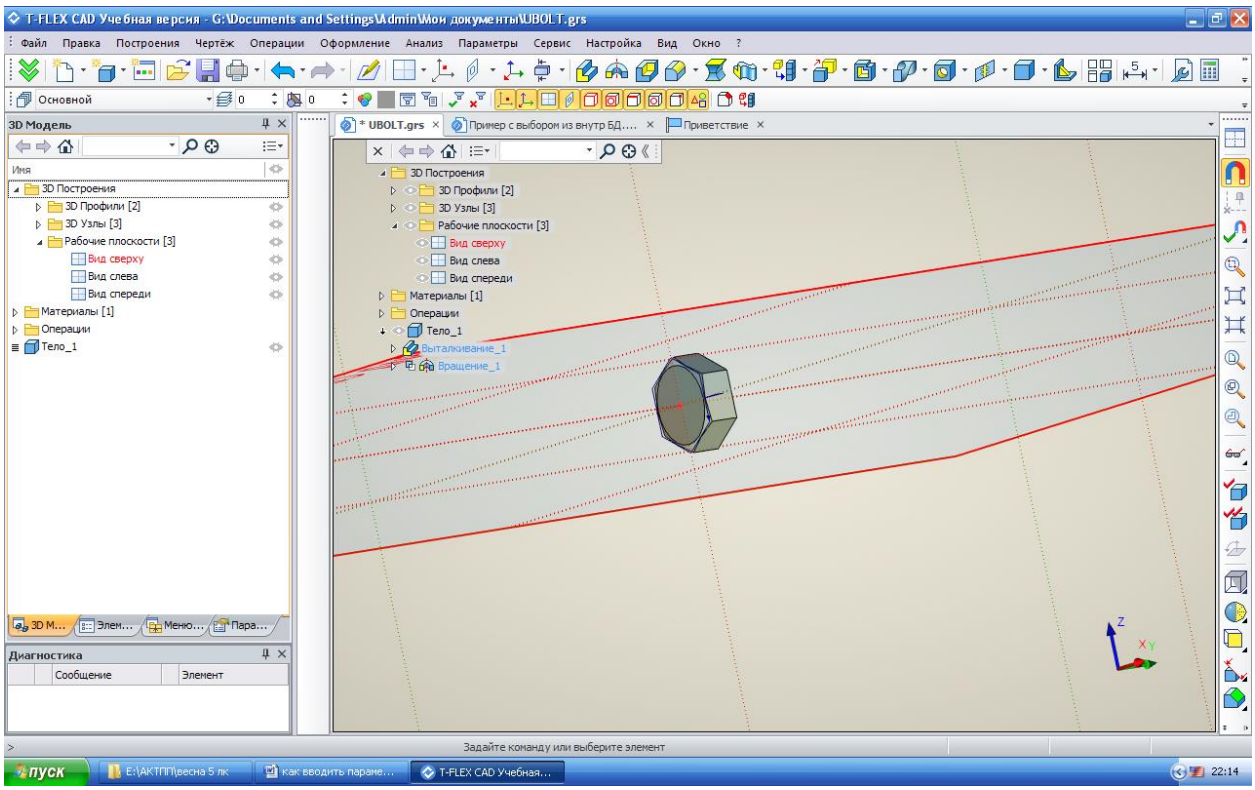
На виде сверху делаем чертеж, узлы, отмеченные красными крестиками – будущая ось вращения фаски болта, для нее нужно создать 3D узлы.



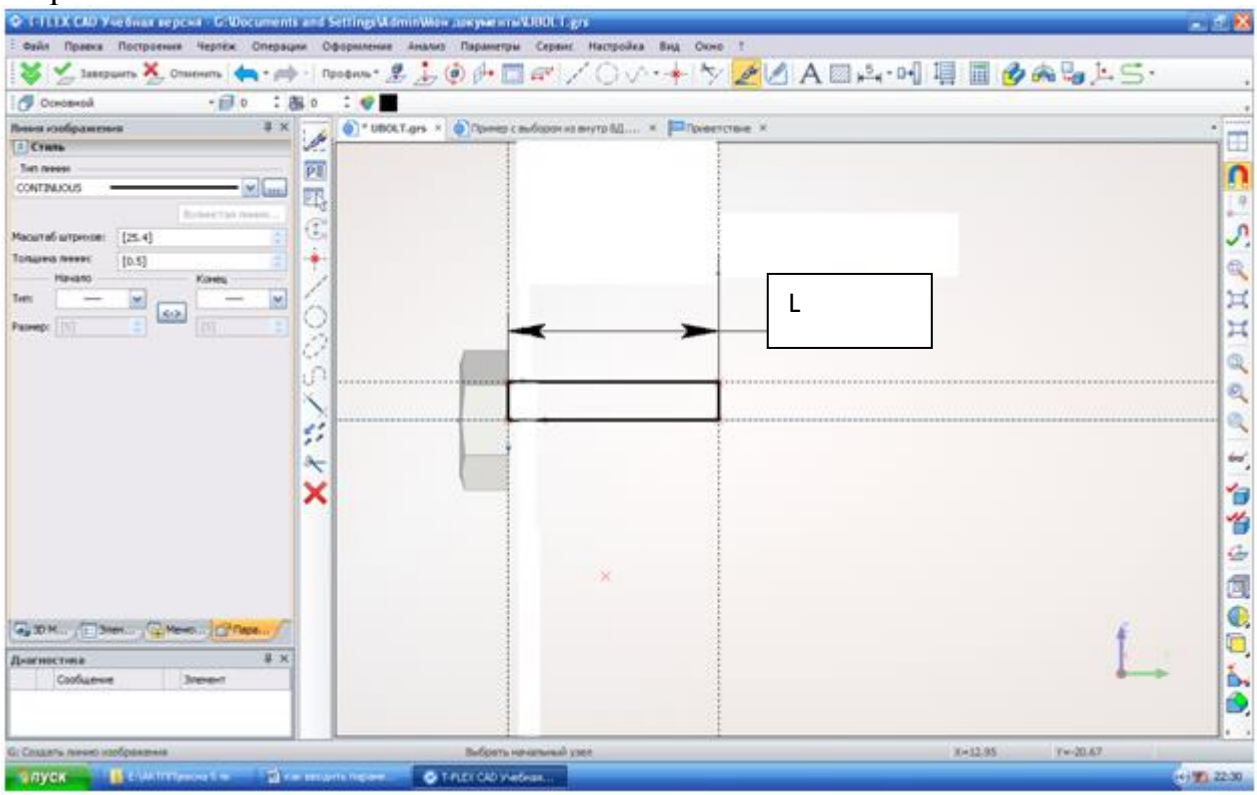
Делаем вращение треугольного контура. Ось задаем 3D узлами, Получаем:



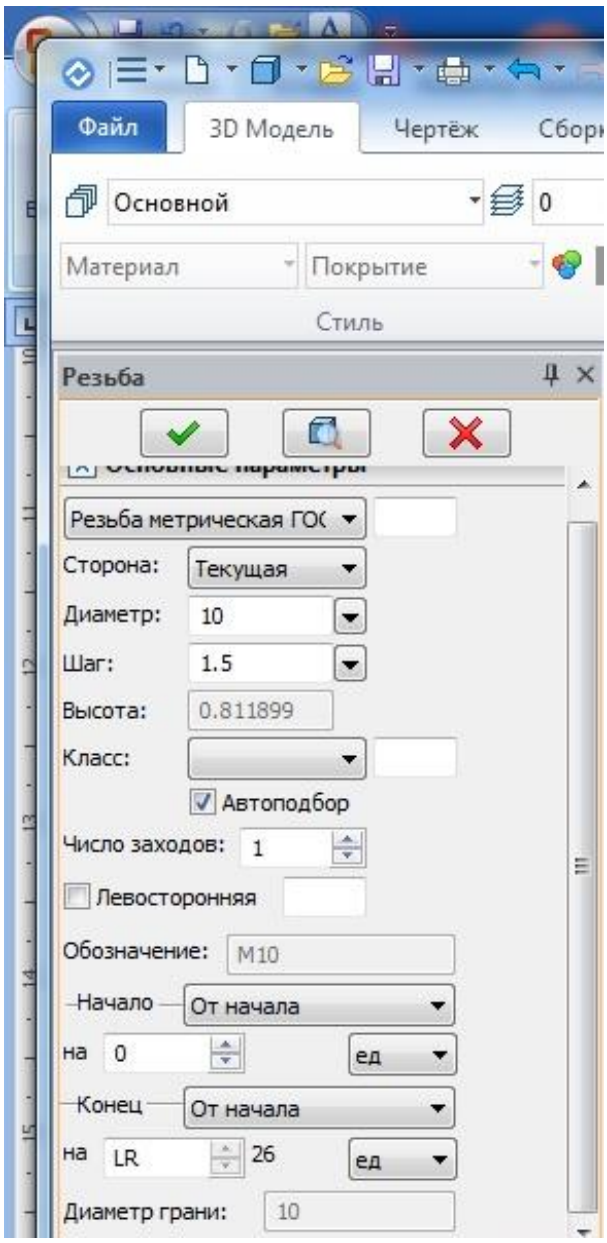
Теперь вычитаем из шестигранника фаску булевой функцией:



Теперь к головке болта приделываем стержень – на виде слева, длина – L, ширина – d/2.

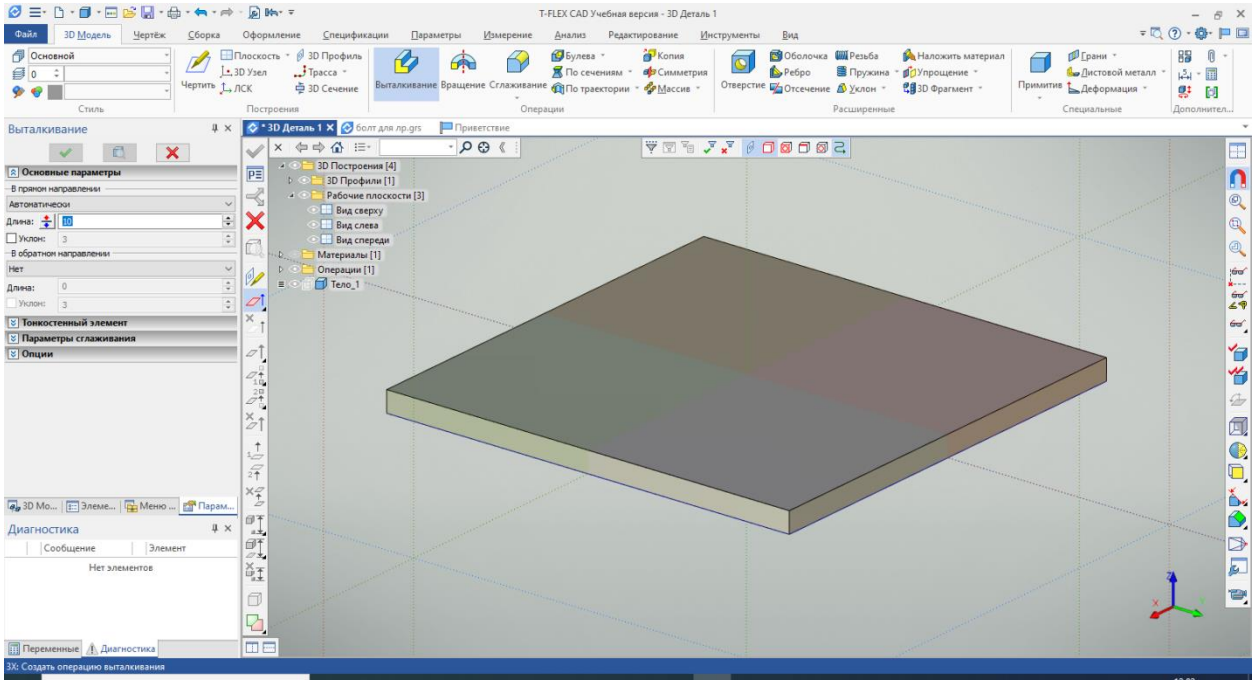


Выполнить вращение полученного контура
Выполнить фаску 1х45 на конце стержня
Выполнить резьбу на стержне, указав ее размеры в окне операции:

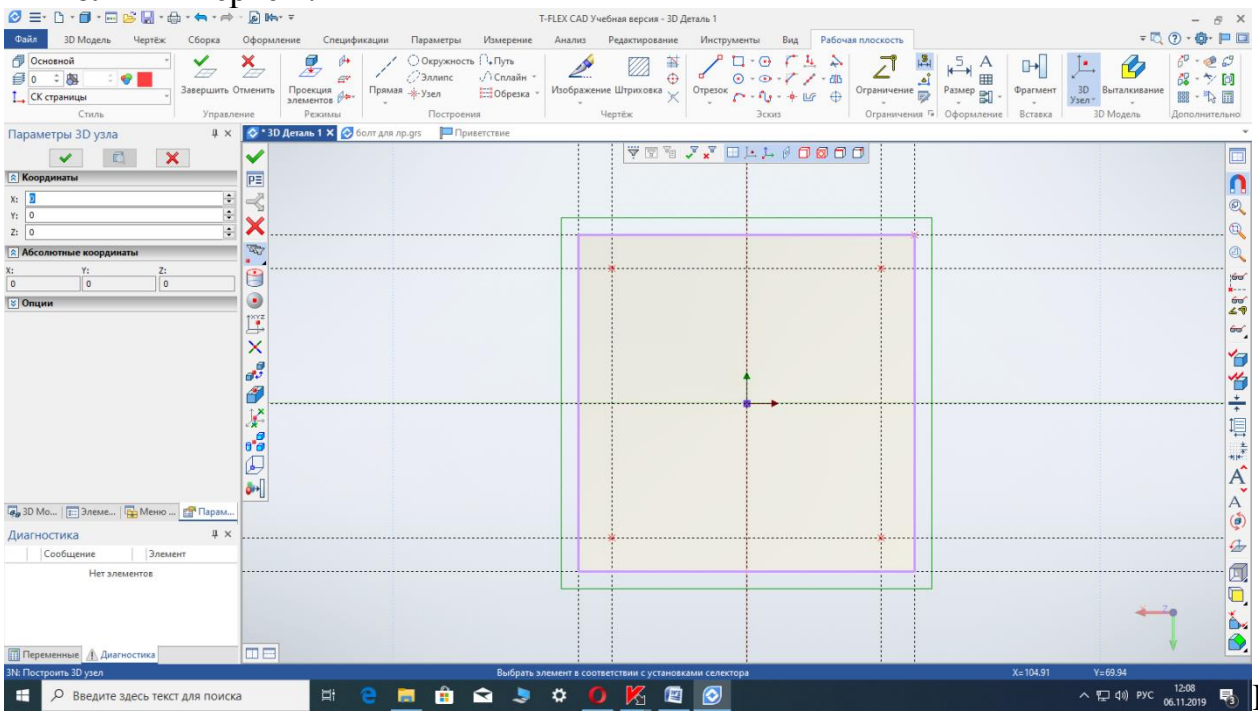


Булевой функцией объединяем стержень и головку болта.
Сохранить файл с названием BOLT.

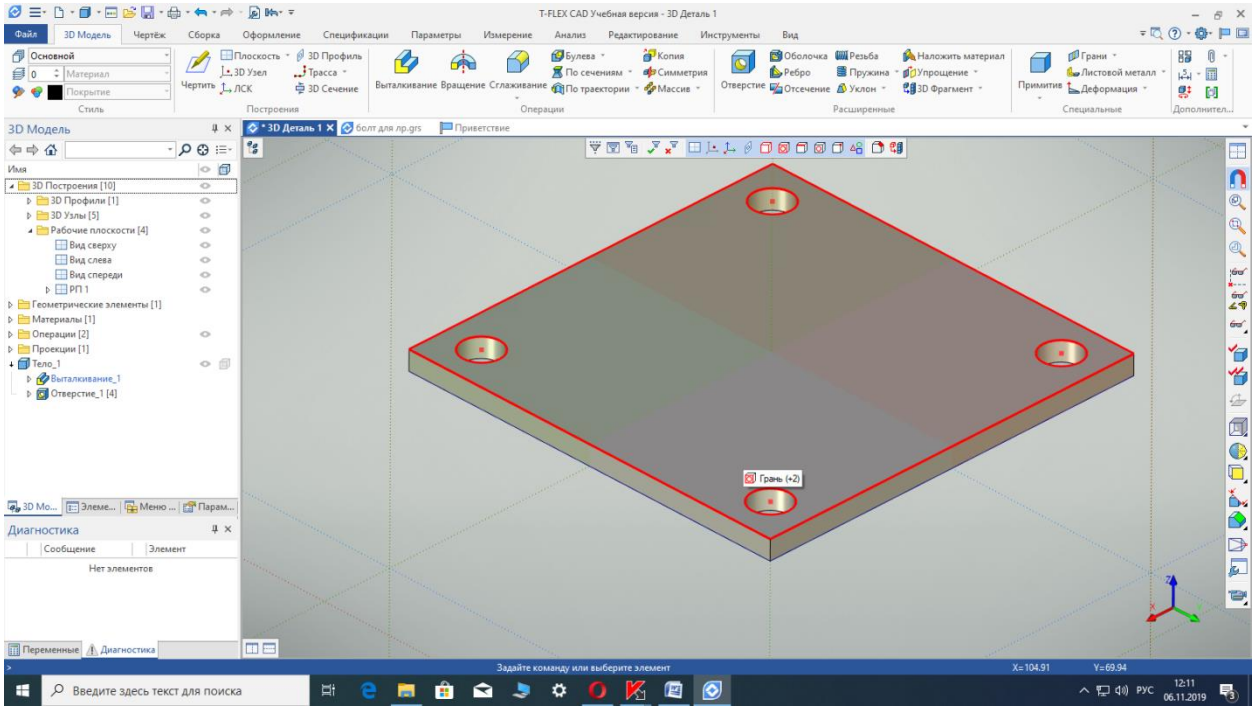
Создать плиту квадратной формы 100x100. Рисовать – на виде сверху, выталкивать на длину 5.



Активизировать «Чертить на грани», указывая верхнюю грань плиты.
Выполнить чертеж:

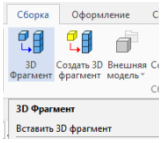
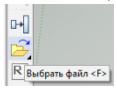


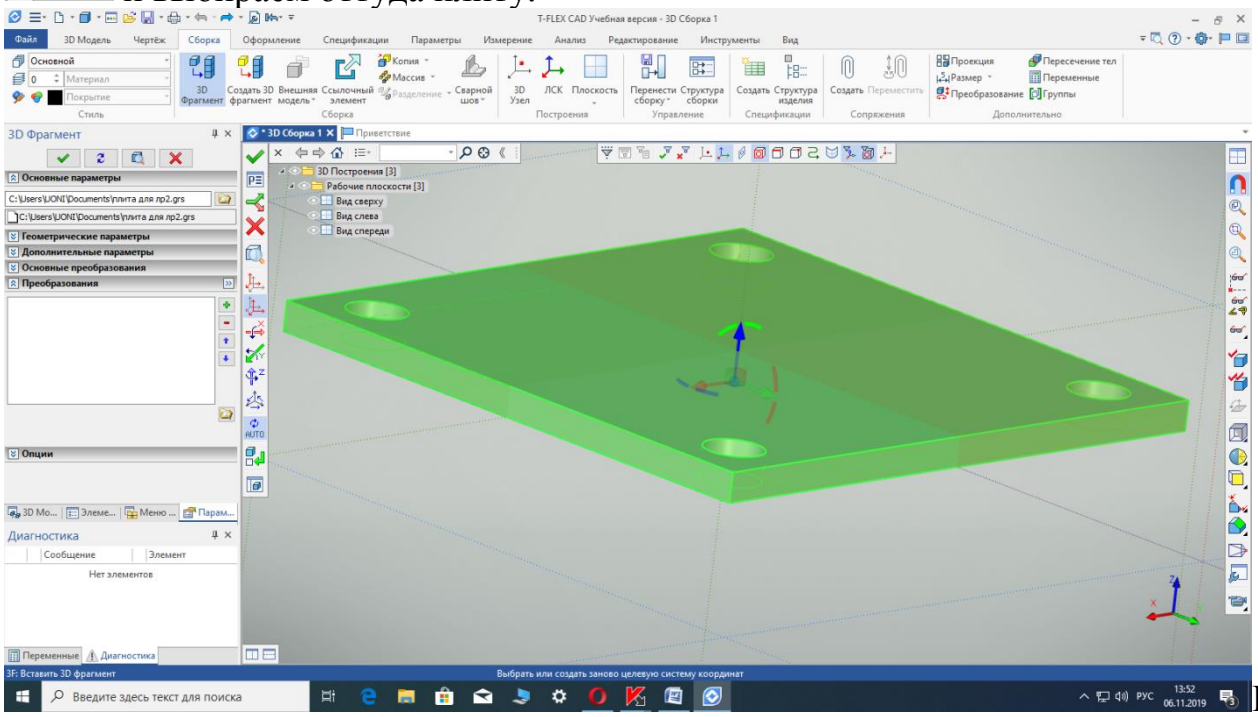
Контур плиты с размерами 100х100, расстояния от краев для горизонтальных и вертикальных линий – 10. В указанных красным цветом узлах выполнить 3D-узлы.
Выполнить операцией «Отверстие» сквозные отверстия диаметром 10 мм в полученных 3D-узлах.



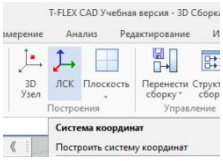
Сохранить файл с названием PLITA.

Открыть новый файл – 3D-сборка.

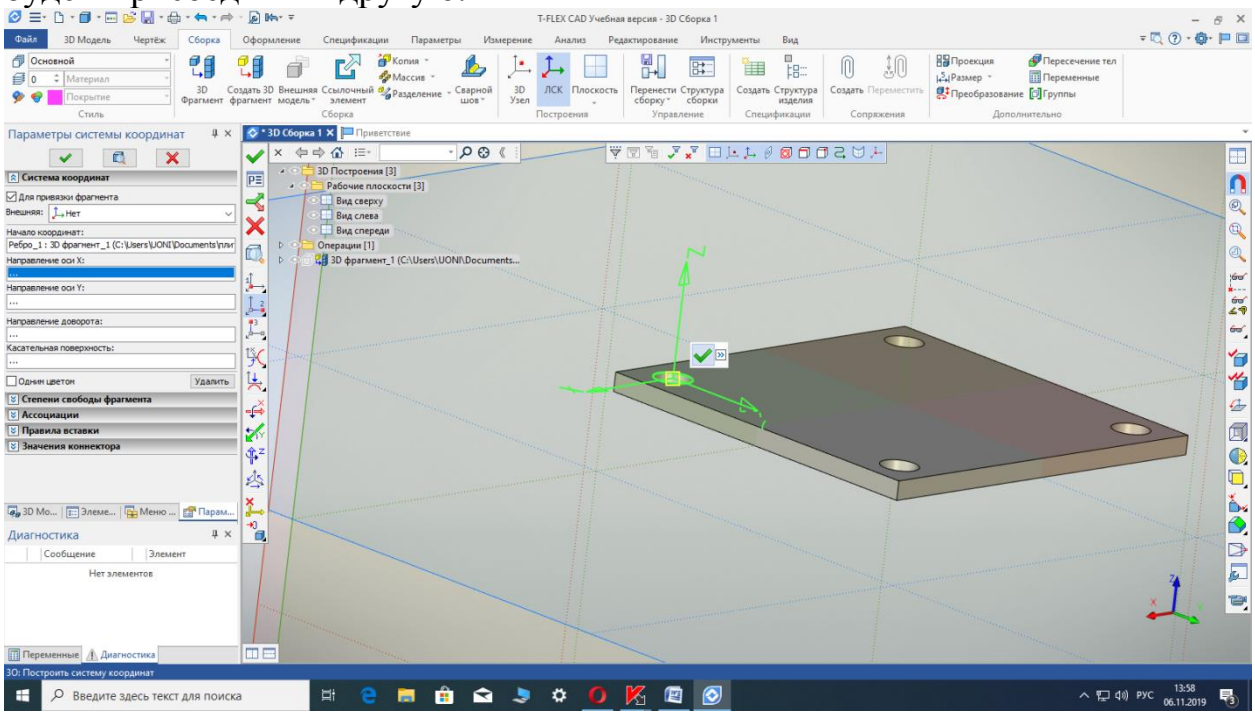
Командой «Вставить 3D фрагмент»  открываем папку с файлами  и выбираем оттуда плиту.



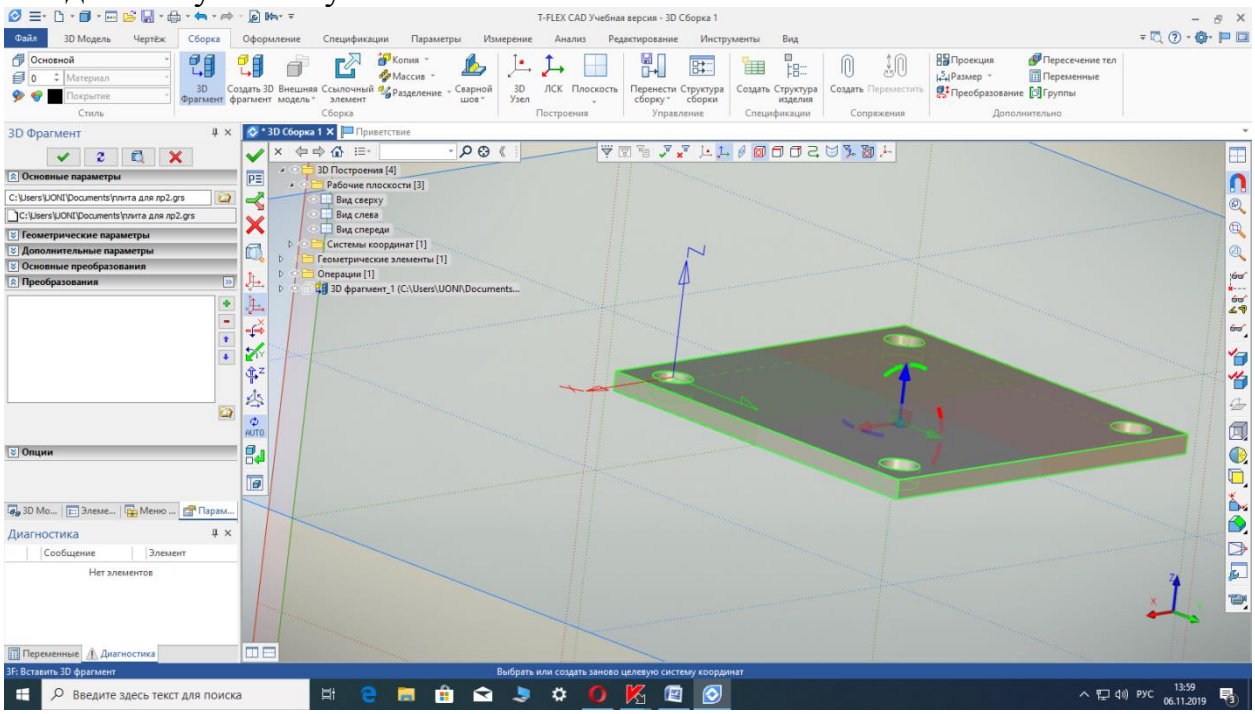
Н ажимаем - плита вставлена.

Нам нужно совмещать плиты по отверстиям, поэтому создаем в отверстии локальную систему координат 

на верхней грани плиты, к которой будем присоединять другую.

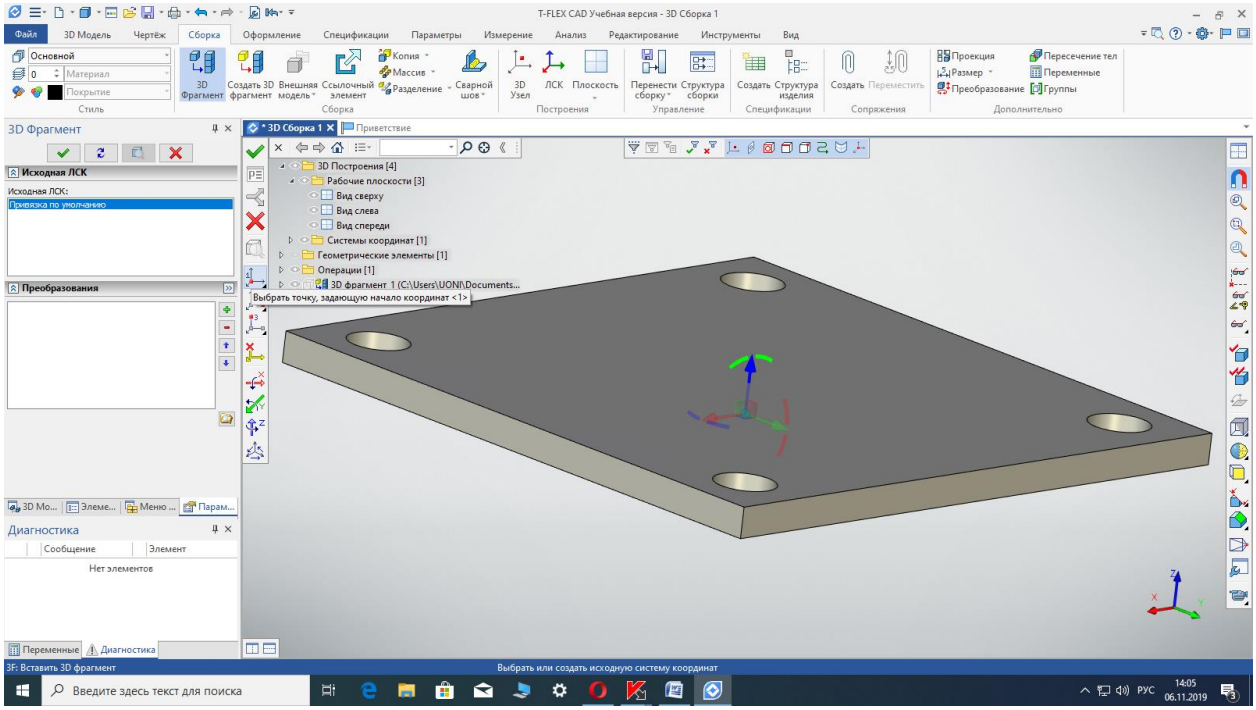


Вводим новую плиту.

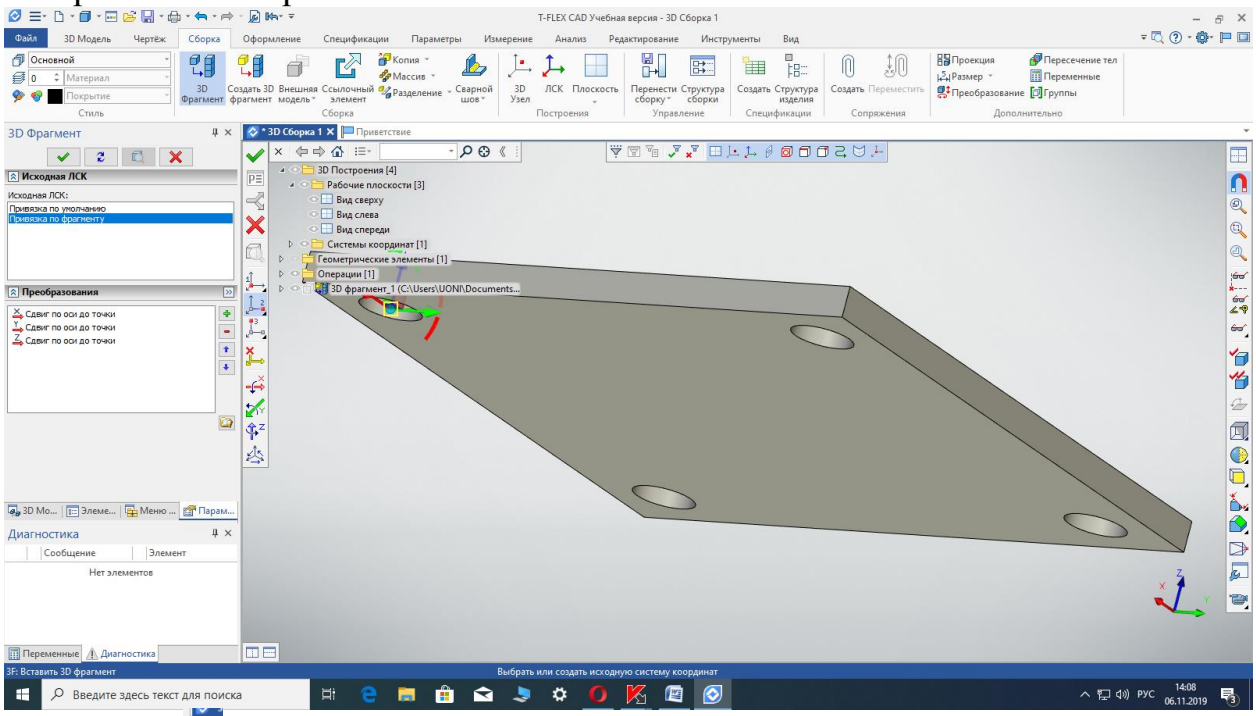


Теперь нужно совместить нижнюю поверхность новой плиты с верхней поверхностью старой. На старой плите создана локальная система координат ЛСК – это будет целевая система координат, а исходную ЛСК нужно указать на нижней грани новой плиты в отверстии.

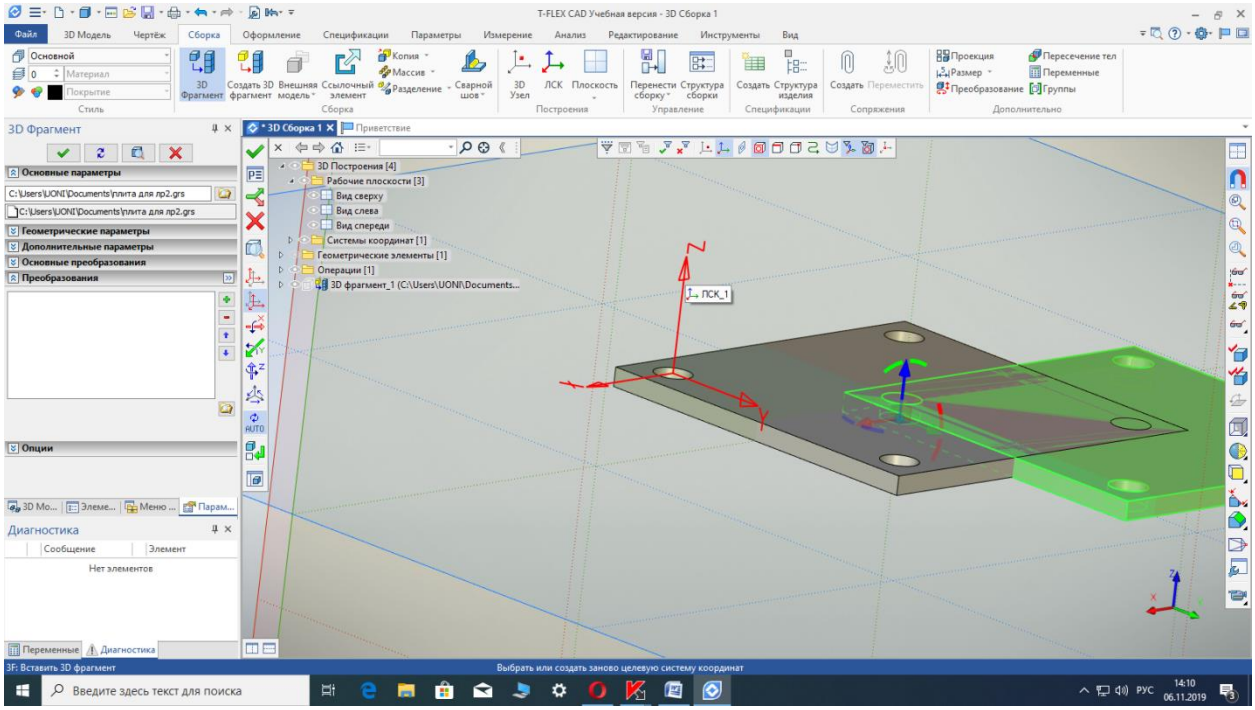
Выбираем команду «Выбрать точку, задающую начало координат»:



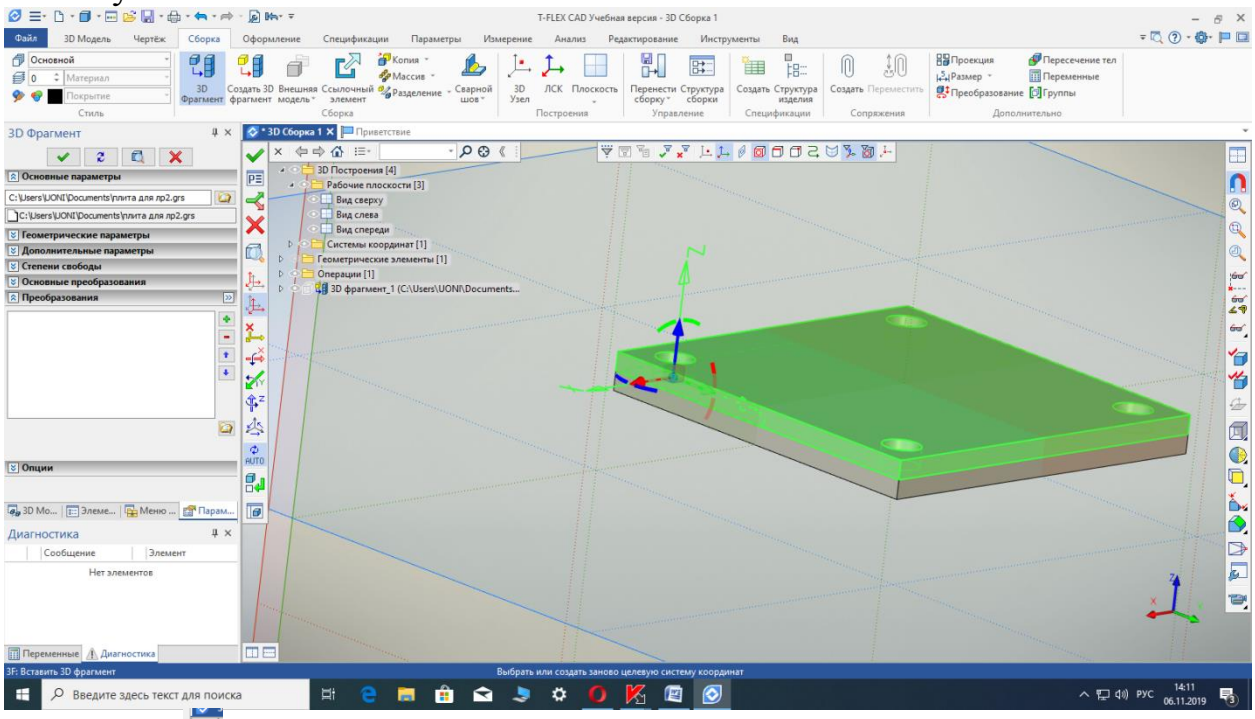
Поворачиваем плиту так, чтобы можно было указать нижнюю поверхность отверстия и выбираем ее мышью.



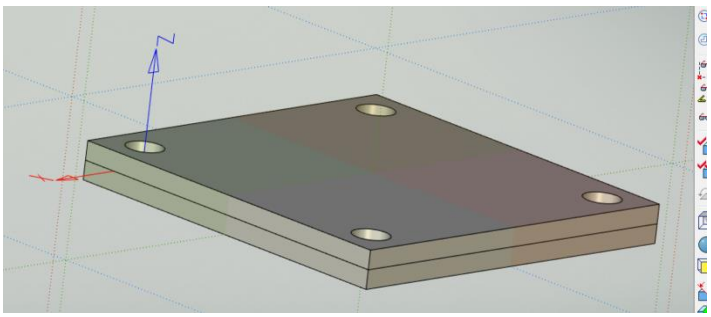
Нажимаем . Указываем целевую систему координат:



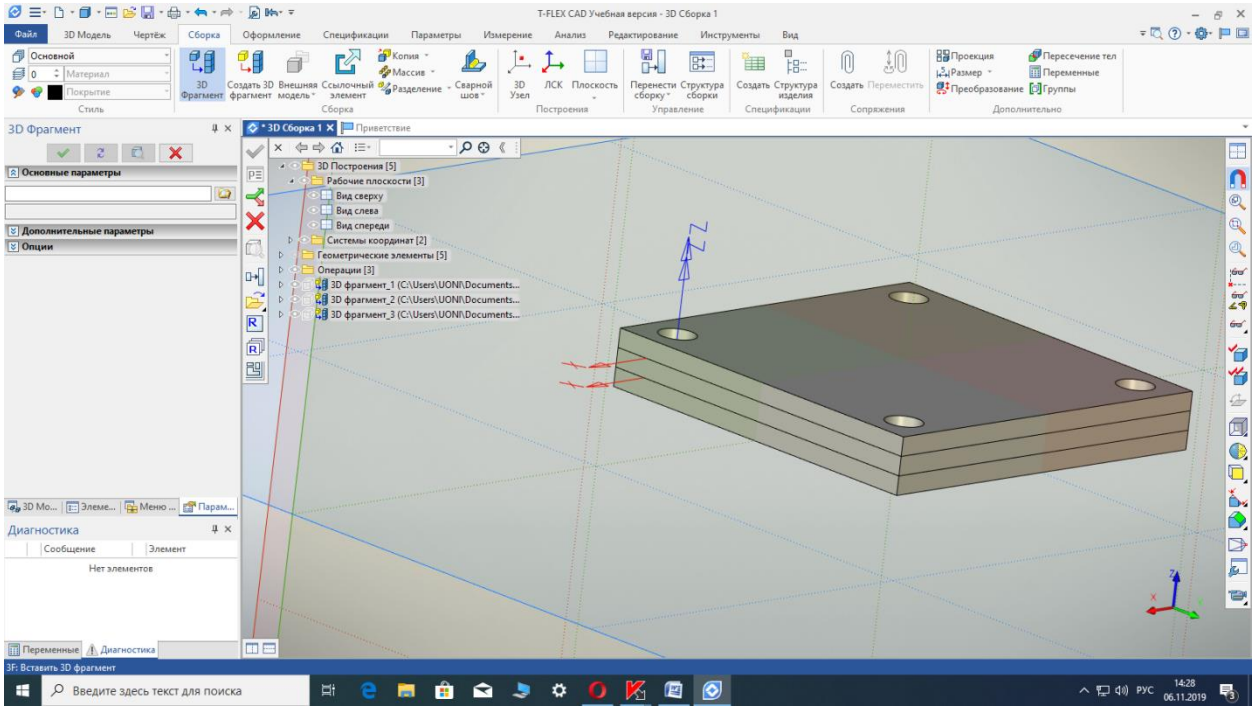
Плита установлена:



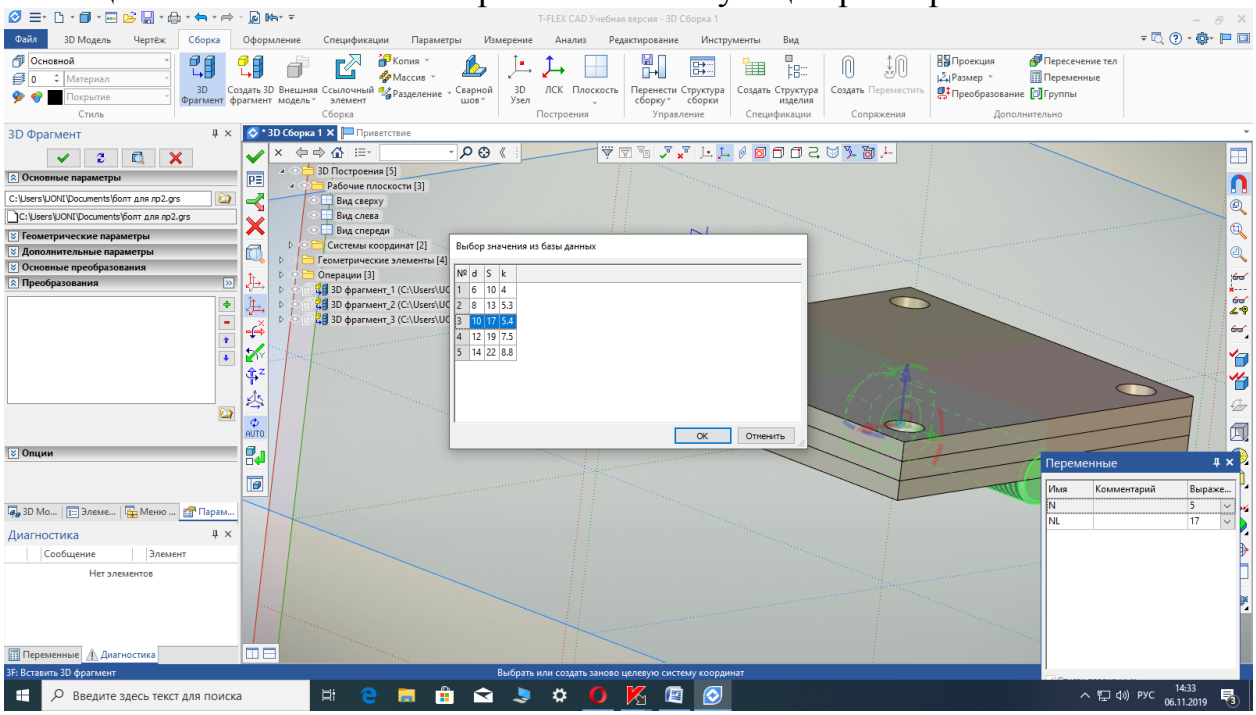
Нажимаем . В результате получаем:

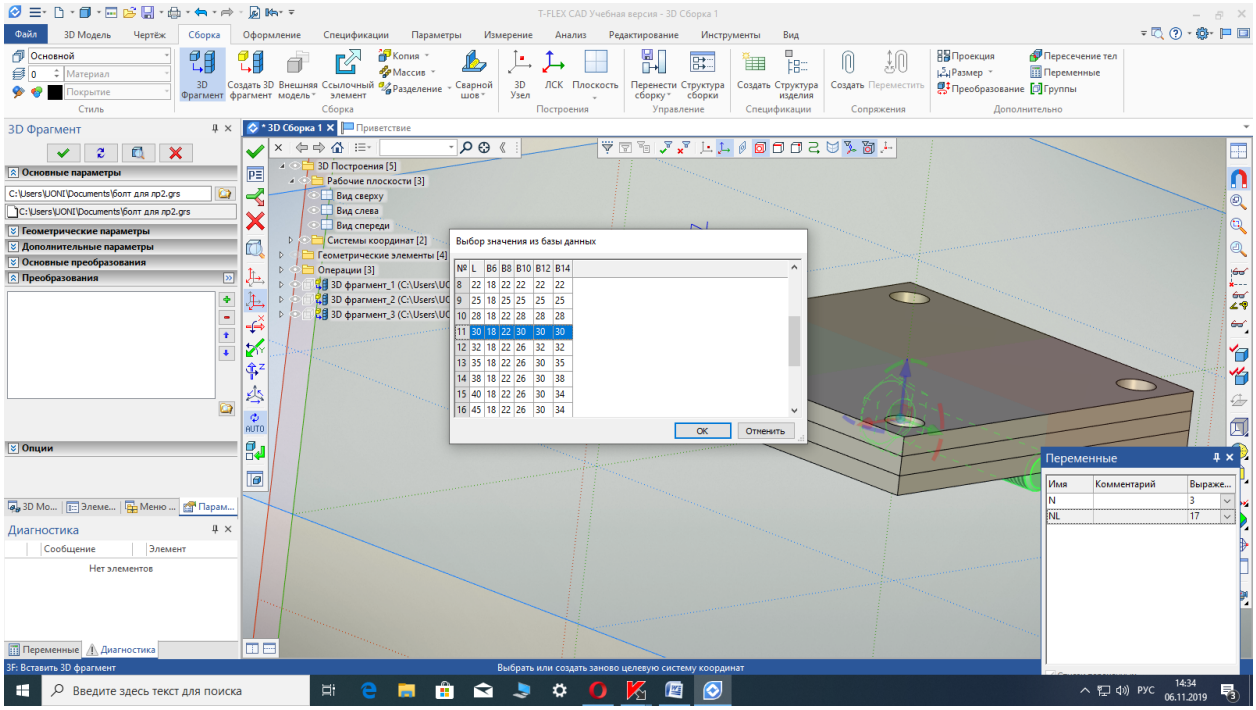


Точно также вводим третью плиту.

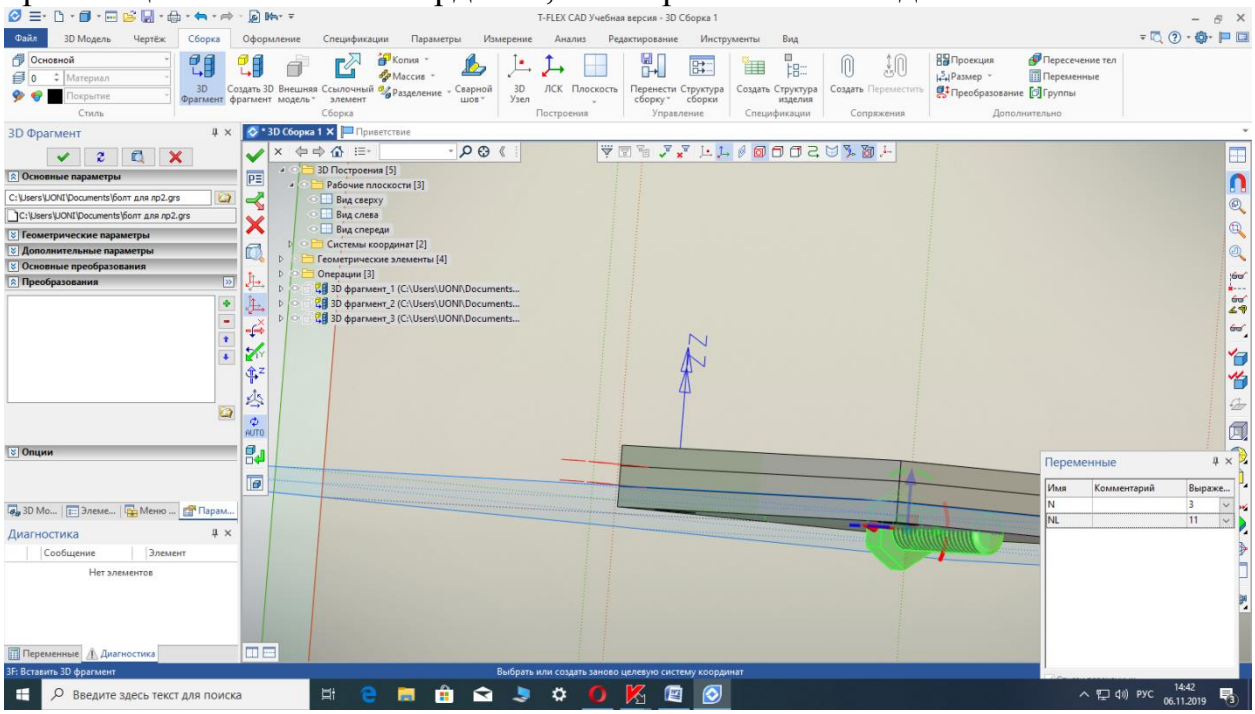


Теперь вводим болт. Действия по вводу 3D-фрагмента – аналогичные.
Так как отверстия у нас имеют диаметр 10, а толщина трех плит составляет 15 мм, выберем болт диаметром d=10 и длиной L=30. Поэтому при вводе болта в таблице его исполнений выберем соответствующие размеры:

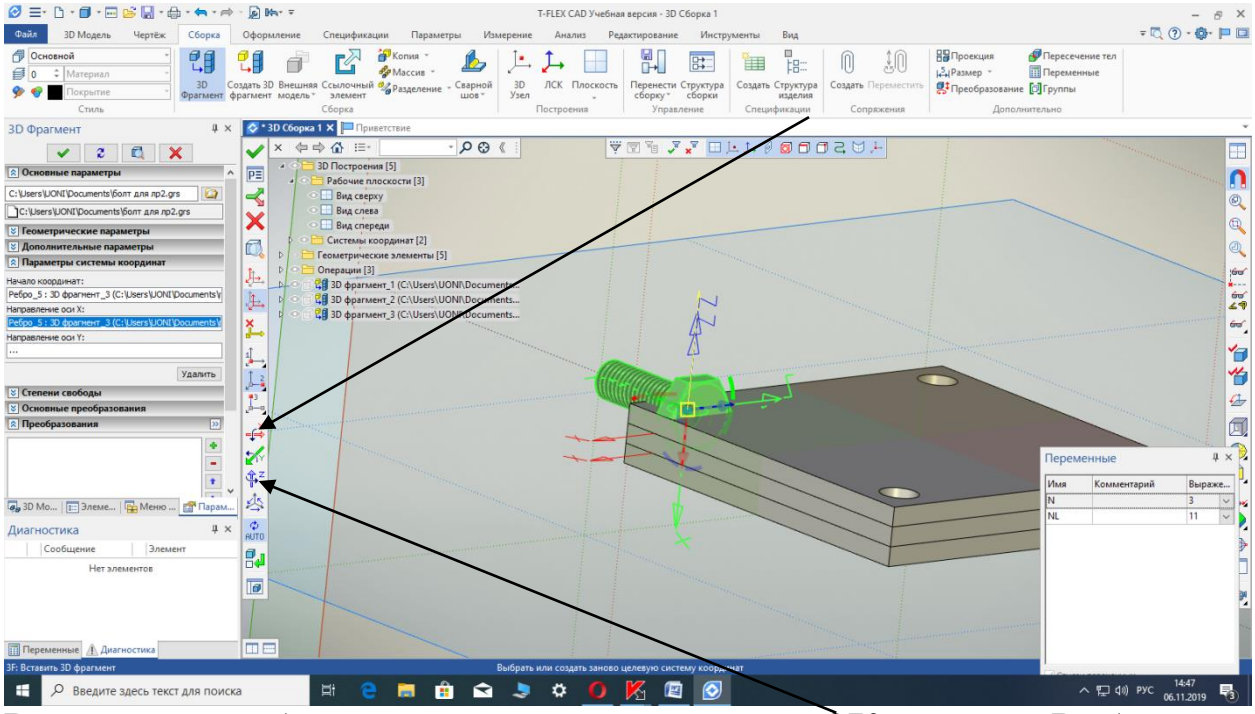




Введенный болт оказался на нижней поверхности сборки – в соответствии с той ориентацией в системе координат, в которой он был создан.



Исходная система координат болта была привязана к его шляпке – к той поверхности, которой он должен ложиться на скрепляемые детали. Поэтому ее исправлять не нужно. Нужно только указать ЛСК, к которой болт нужно привязать. Указываем ее мышью. Это – отверстие на верхней поверхности пластины. В результате болт привязан к нужному месту. Теперь его необходимо повернуть. Для этого используем соответствующие команды:



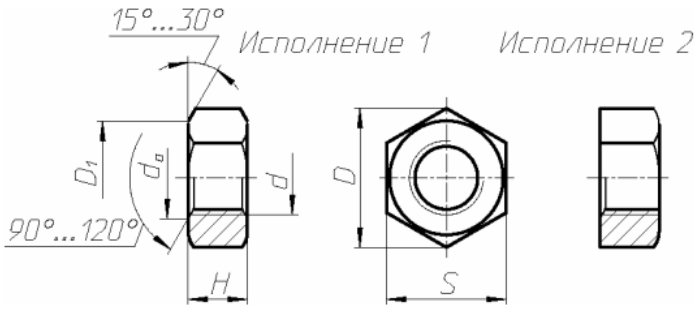
В нашем случае болт нужно повернуть по оси Z на 270 градусов. Выбираем эту команду и выполняем поворот. Болт установлен. (Выбор нужной оси поворота, если сомневаетесь, проще сделать опытным путем).

Точно также устанавливаем еще 3 болта.

Аналогично базе параметров болтов выполните базу параметров 3D-модели гайки.

Приложение 2

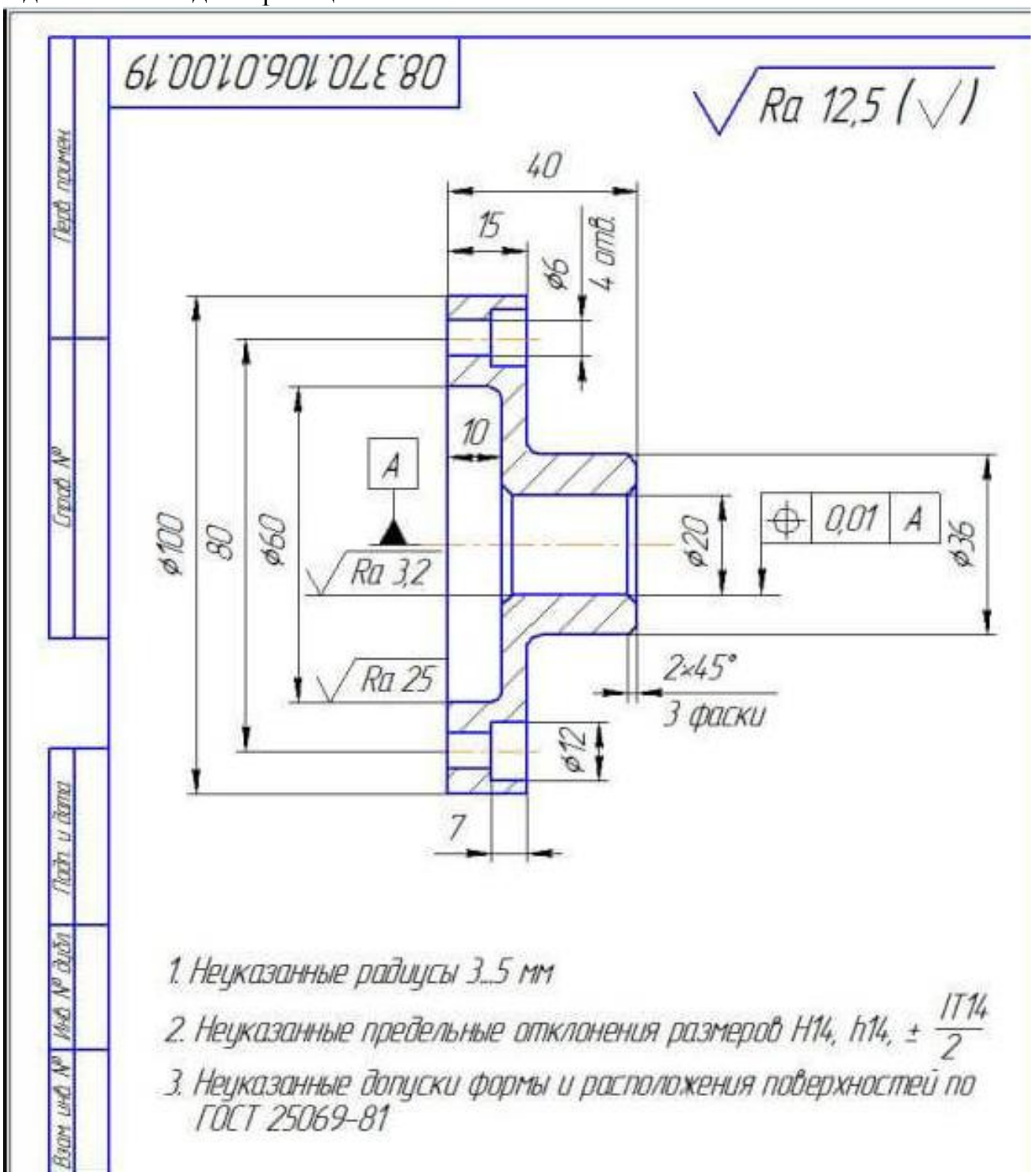
Гайки шестигранные ГОСТ 5915-70



Диаметр резьбы *d*		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36	42	48
Шаг резьбы *p*	крупный	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
	мелкий	0,75	1	1,3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0
Размер под ключ *S*		10	13	16	19	22	24	27	30	32	36	41	46	55	65	75
Диаметр опис. окружности *e*		10,9	14,2	17,6	19,9	22,?	26,5	29,9	33,3	37,3	39,6	45,2	50,9	60,8	72,1	83,4
d_a	не менее	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36	42	48
	не более	6,75	8,75	10,8	13,0	15,1	17,3	19,4	21,6	23,8	25,9	29,2	32,4	38,3	45,4	51,8
d_w не менее		9,0	11,7	14,5	16,5	19,2	22,0	24,8	27,7	31,4	33,2	38,0	42,7	51,1	61,6	70,1
Высота *m*		5,2	6,8	8,4	10,8	12,?	14,8	16,4	18,0	19,8	21,5	23,6	25,6	31,0	34	38

Установите гайки на модель сборки плиты.

Сделать 3D-модель фланца



Сделать сборку из двух фланцев с болтами и гайками.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБРАБОТКИ КОРПУСНОЙ ДЕТАЛИ НА СТАНКЕ С ЧПУ В CAM СИСТЕМЕ PEPS

CAM-СИСТЕМЫ И БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ

Основные подходы при разработке управляющих программ

Существует два основных подхода к разработке управляющих программ для станков с ЧПУ:

- разработка на самом станке на основе встроенной в УЧПУ (устройство числового программного управления) станка специализированного программного обеспечения – системы программирования;
- разработка вне станка на внешнем компьютере с использованием системы класса CAM (computer aided manufacturing).

Первый подход используется операторами станков с ЧПУ. Второй – инженерами технологических подразделений. В России традиционно разработкой управляющих программ занимаются инженеры-технологи. Львиная доля управляющих программ разработана именно с использованием CAM-систем.

Общее количество таких систем составляет несколько десятков и приближается к сотне. Их разработкой занимаются многие зарубежные и отечественные фирмы.

CAM-системы имеют модульную структуру. Модули ориентируются на определенный вид обработки и уровень сложности этой обработки. По видам обработки модули делятся на: токарную, фрезерную, для токарных обрабатывающих центров, сверлильно-расточную, электроэрозионную, лазерную.

Виды обработки реализуются разными модулями, в зависимости от количества управляемых осей (число одновременно работающих приводов подачи) они подразделяются на:

- 2D токарные;
- 2,5D фрезерные;
- 2,5D электроэрозионные (проволочные);
- 3D фрезерные;
- 4D для токарных обрабатывающих центров;
- 5D фрезерные;
- 5D для токарных обрабатывающих центров;
- 5D лазерные;

В Советском Союзе эти системы именовались системами автоматизированного программирования (САП) и в старой литературе еще можно встретить это название. В настоящее время используется международное название этих систем – CAM.

Система CAM имеет в своем составе ряд подсистем:

- подсистема ввода геометрической информации о детали (CAD-подсистема);
- подсистема «процессор», обеспечивающая формирование траектории перемещения режущего инструмента и описание этой траекторий на универсальном языке CLDATA (cutter location data – данные о положении режущего инструмента);
- подсистема трехмерного моделирования процесса обработки;
- набор подсистем – постпроцессоров, обеспечивающих формирование управляющих программ для конкретных стоек ЧПУ, конкретных станков.

Целью лабораторной работы является освоение принципов разработки управляющих программ для станков с ЧПУ в CAM-системах на примере CAM-системы PEPS Milling 2,5D. Эта система позволяет выполнять разработку управляющих программ для фрезерных 2,5 координатных станков, в которых основным рабочим перемещением режущего инструмента является перемещение в плоскости XY на фиксированной глубине, задаваемой координатой Z, т.е. обработка ведется так называемыми «строчками» - плоскими кривыми.

В управляющей программе закодированы перемещения режущего инструмента относительно неподвижной заготовки. Для однозначного описания его траектории перемещения вводят понятие эквидистанты**.**

Эквидистанта в системе ЧПУ – траектория, которую описывает некоторая точка режущего инструмента **P** в процессе обработки детали. У разных инструментов эти точки разные. Отметим, что в математике под эквидистантой понимают некоторую кривую, все точки которой смещены относительно базовой кривой на одно и то же смещение. Эквидистанта в системе ЧПУ может как совпадать с математическим понятием, так и не совпадать.

Обработка наружного контура

При обработке фрезой наружного контура понятие эквидистанты в ЧПУ совпадает с математическим определением. Действительно, все точки траектории, описываемой центром фрезы, смещены относительно обрабатываемого контура на радиус фрезы (рис.1).

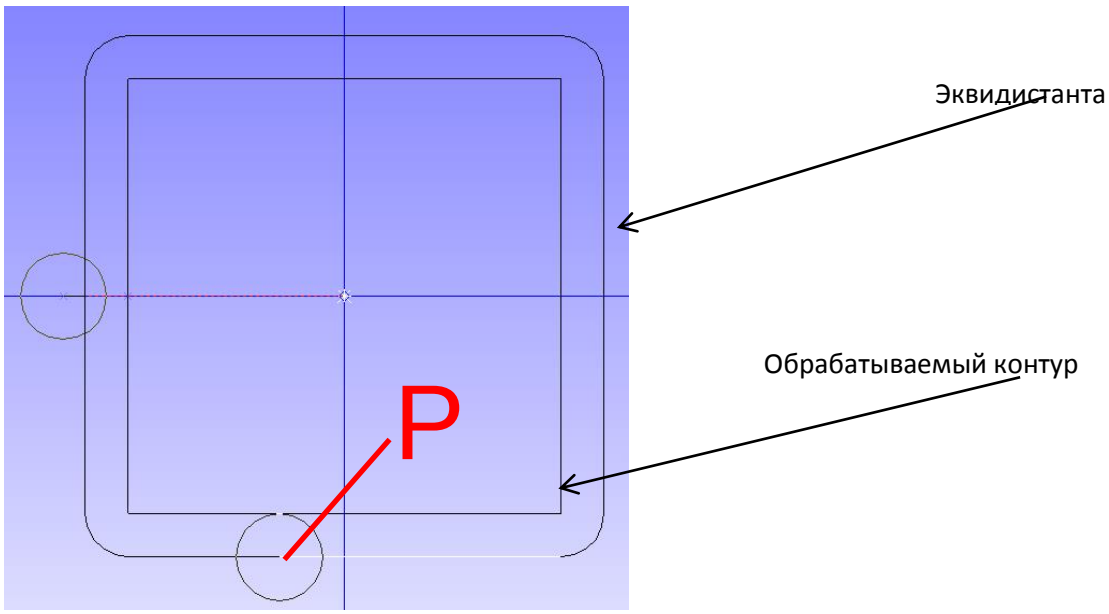


Рисунок 1 – Эквидистанта при обработке наружного контура

Обработка кармана

При обработке кармана (полость, паз внутри детали) режущий инструмент выполняет спиралевидное перемещение (рис.2). Обычно оно начинается из центра кармана.

Сначала на быстром ходу инструмент подводится к центру кармана. При этом плоскость перемещения на быстром ходу заведомо выше верхней плоскости детали (чтобы избежать столкновения инструмента с заготовкой). Затем инструмент быстро опускается к плоскости подвода (обычно это на 2-3мм выше верхней плоскости детали).

Затем следует переход на перемещение с рабочей подачей, инструмент врезается в заготовку. Возможны различные способы врезания:

- вертикально вниз, если предварительно в детали просверлено отверстие;
- врезание по спирали (инструмент, медленно опускаясь, как бы ввинчивается в заготовку);
- маятниковое врезание (инструмент «качается» из стороны в сторону и медленно опускается).

Опустившись на заданную глубину (величина одного прохода), начинается перемещение в плоскости XY (рис.2), пока не будет выбран весь материал на заданной глубине.

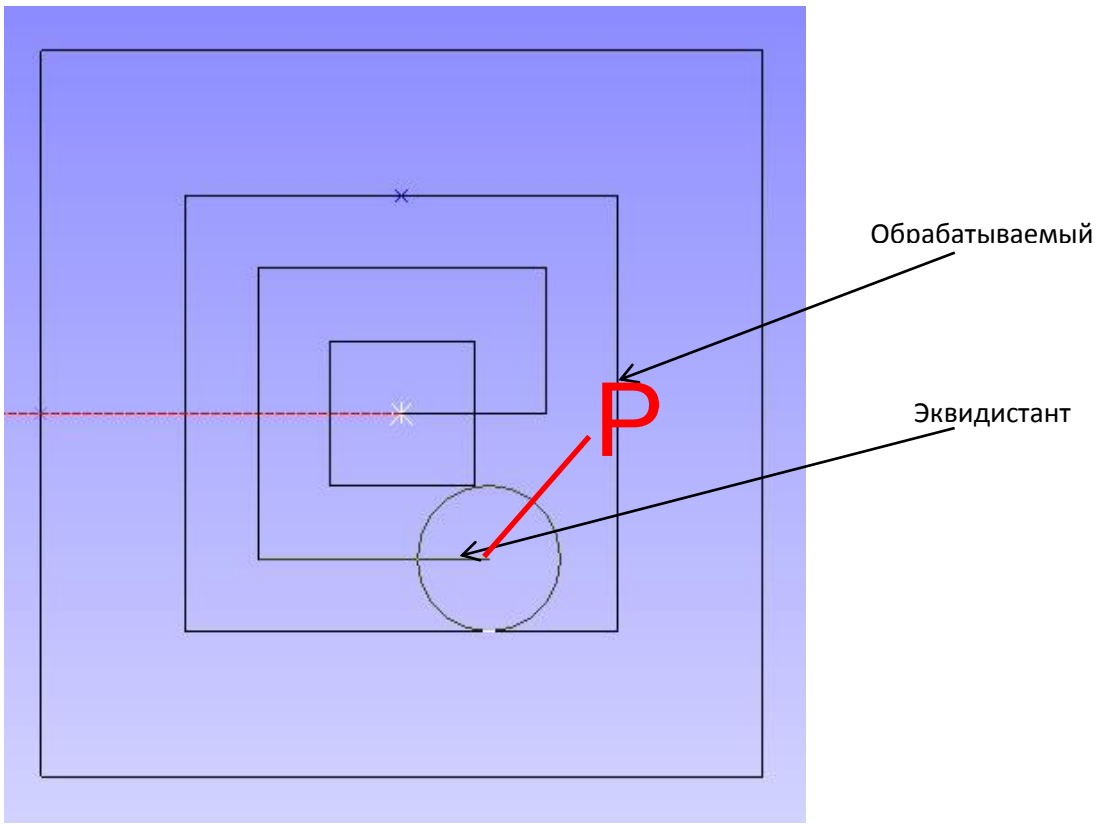


Рисунок 2 – Эквидистанта при обработке кармана

При этом траектория не совпадает с математической эквидистантой.

Этапы разработки управляющей программы и варианты заданий

Разработка управляющей программы разбивается на несколько этапов.

Первый этап – разработка геометрической модели детали. Модель детали должна содержать в себе информацию о том, как необходимо перемещать режущий инструмент для ее обработки. Эта информация содержится в обрабатываемых контурах и группах отверстий, выполняемых одним и тем же инструментом. Ввод геометрической информации возможен с помощью средств встроенной подсистемы CAD (черчение вида «сверху»), или с помощью импорта готовой 3D-модели детали, выполненной в любой системе трехмерного твердотельного моделирования, в частности, в системе T-Flex CAD 3D. На основе геометрии детали, линий, формирующих ее контур, создаются фигуры обработки – обрабатываемые контура и группы отверстий одного диаметра.

Второй этап – формирование операций обработки. Операции создаются на основе готовых шаблонов, в которые необходимо ввести недостающую информацию: указать обрабатываемый контур, припуски, параметры технологического процесса, используемого режущего инструмента. При этом подсистема «процессор» формирует все необходимые проходы, подводы и отводы инструмента.

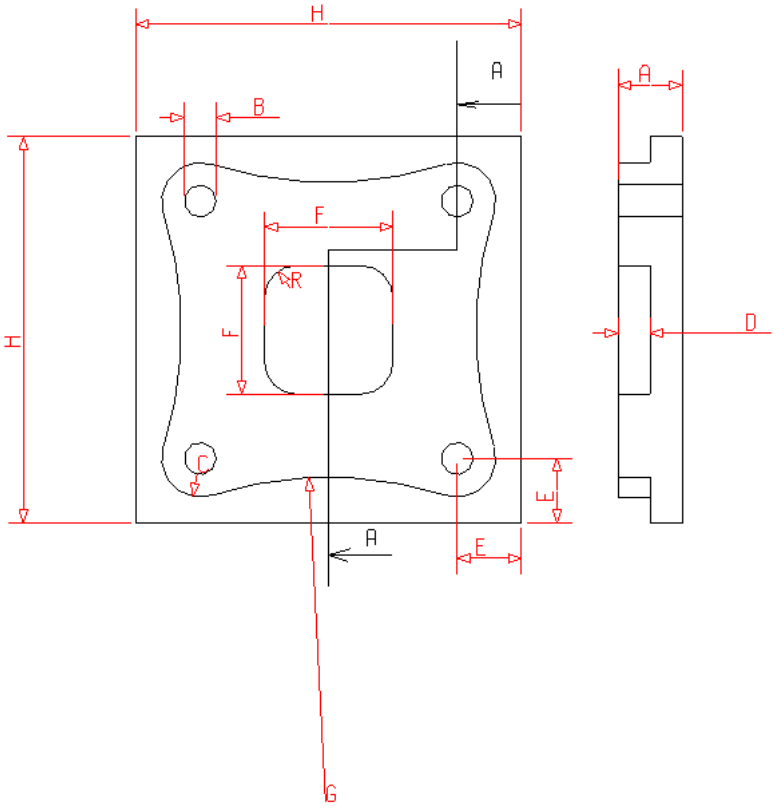
Третий этап – процесс 3D моделирования процесса обработки. Моделирование наглядно демонстрирует весь процесс обработки, при можно

обнаружить ошибки в обработке, зарезы и недорезы. По результатам моделирования осуществляется корректировка операций обработки.

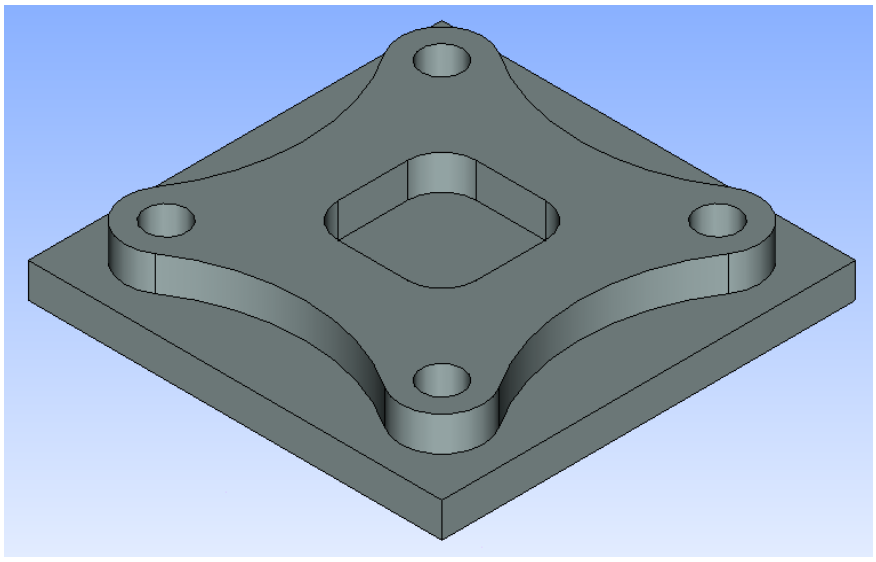
Четвертый заключительный этап – автоматическое формирование управляющей программы в кодах NC с помощью выбранного постпроцессора.

В лабораторной работе используется DEMO версия системы PEPS, поэтому четвертый этап отсутствует.

Ниже на рисунке 3 представлена деталь. Всего 15 вариантов, номер варианта выбирать по порядковому номеру в списке группы.



а)



б)

Рисунок 3 – Чертеж (*а*) и 3D-модель (*б*) детали

Таблица – Размеры вариантов детали

Размер	Значение				
	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар 4	Вар 5
A	20	22	24	26	28
B	Ø12	Ø10	Ø12	Ø10	Ø8
C	5	6	7	8	10
D	10	15	14	16	10
E	20	22	24	26	28
F	50	40	50	40	50
G	100	110	120	90	105
H	120	125	130	135	140
R	12	10	8	6	5
Размер	Значение				
	Вар 6	Вар 7	Вар 8	Вар 9	Вар 10
A	30	25	20	25	30
B	Ø12	Ø10	Ø12	Ø10	Ø8
C	10	10	6	8	10
D	16	18	14	20	25
E	25	25	20	25	30
F	50	40	50	40	50
G	100	110	120	90	105
H	140	130	120	125	135
R	10	12	6	5	8
Размер	Значение				
	Вар 11	Вар 12	Вар 13	Вар 14	Вар 15
A	40	42	44	46	48
B	Ø12	Ø10	Ø12	Ø10	Ø8
C	10	10	10	5	5
D	10	15	10	5	10
E	20	25	20	15	20
F	50	40	50	40	50
G	Ø120	Ø140	Ø100	Ø160	Ø180
H	120	120	120	120	120
K	12	10	12	8	12

ВВОД ГЕОМЕТРИИ ДЕТАЛИ

Ввод геометрии обрабатываемых контуров с помощью команд CAD-подсистемы

Процесс ввода геометрии детали рассмотрим на примере. Пусть с использованием CAM-системы PEPS Milling 2,5D необходимо разработать программу обработки на станке с ЧПУ для детали с параметрами

A	20
B	Ø12
C	7
D	10
E	20
F	50
G	100
H	120
R	12

Для формирования управляющей программы необходимо в систему PEPS ввести геометрию обрабатываемых контуров.

Поскольку обработка ведется на фрезерном 2,5 координатном станке, то для разработки управляющей программы необходимо иметь вид детали сверху – так, как она будет располагаться на столе фрезерного станка.

Для этого воспользуемся возможностями модуля черчения системы PEPS. Для фрезерной 2,5D обработки детали необходимо на виде сверху ввести геометрию контуров, задающих перемещение режущего инструмента.

Основными геометрическими элементами детали (вид сверху) являются

- прямоугольник (квадрат) внешнего контура;
- скругленный прямоугольник (квадрат) внутреннего кармана;
- четыре угловых отверстия диаметром 12мм;
- контур выступа, образованный восемью сопрягающимися окружностями.

Для ввода указанных элементов геометрии воспользуемся командами CAD-подсистемы PEPS:

- черчение прямоугольника;
- черчение окружности;
- черчение сопряженных окружностей;
- обрезка объектов;
- скругление углов радиусом.

Основные геометрические элементы вида сверху

Определим координаты геометрических элементов вида сверху, исходя из того, что нижний левый угол вида сверху размещается в начале координат - точке X0Y0 (рис.4). Деталь полностью симметрична, центр ее симметрии - X60Y60.

Тогда координаты основных элементов детали будут:

1. Основной внешний контур – прямоугольник с координатами X0Y0, X120Y120;
2. Карман – скругленный прямоугольник с координатами X35Y35, X85Y85 и радиусом скругления R=12;
3. Четыре угловых отверстия с координатами центров X20Y20, X100Y100, X20Y100, X100Y20 и диаметром B=12.

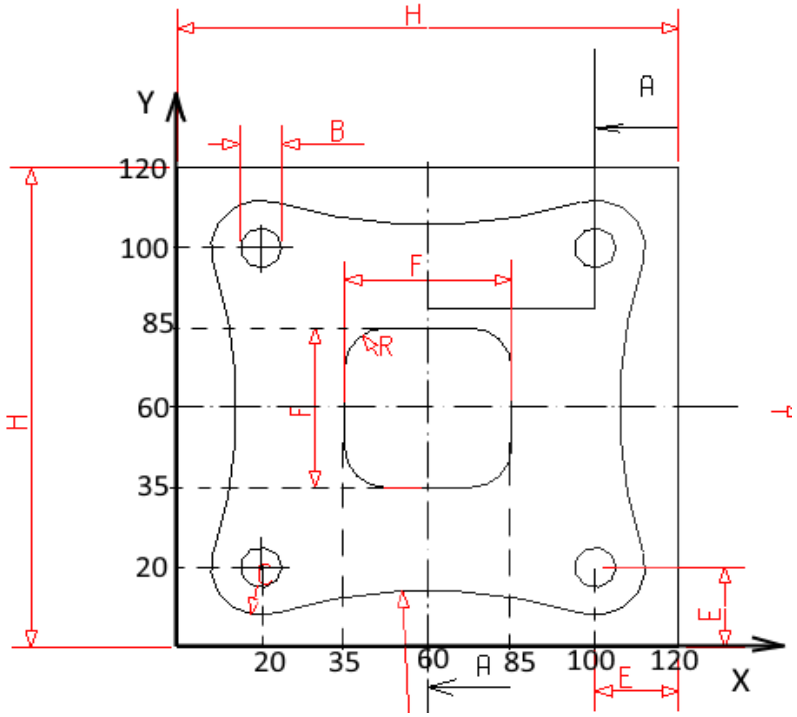


Рисунок 4 - К определению координат основных геометрических элементов

Ввод наружного контура

Войдите в систему PEPS/2D Milling/Milling 2.5D Demo.

Нажатой ЛКМ (не отпуская!) наведите на указанную на рисунке 5 команду, находящуюся в 4-й сверху линейке команд, и после того, как курсор будет указывать эту команду, отпустите ЛКМ.

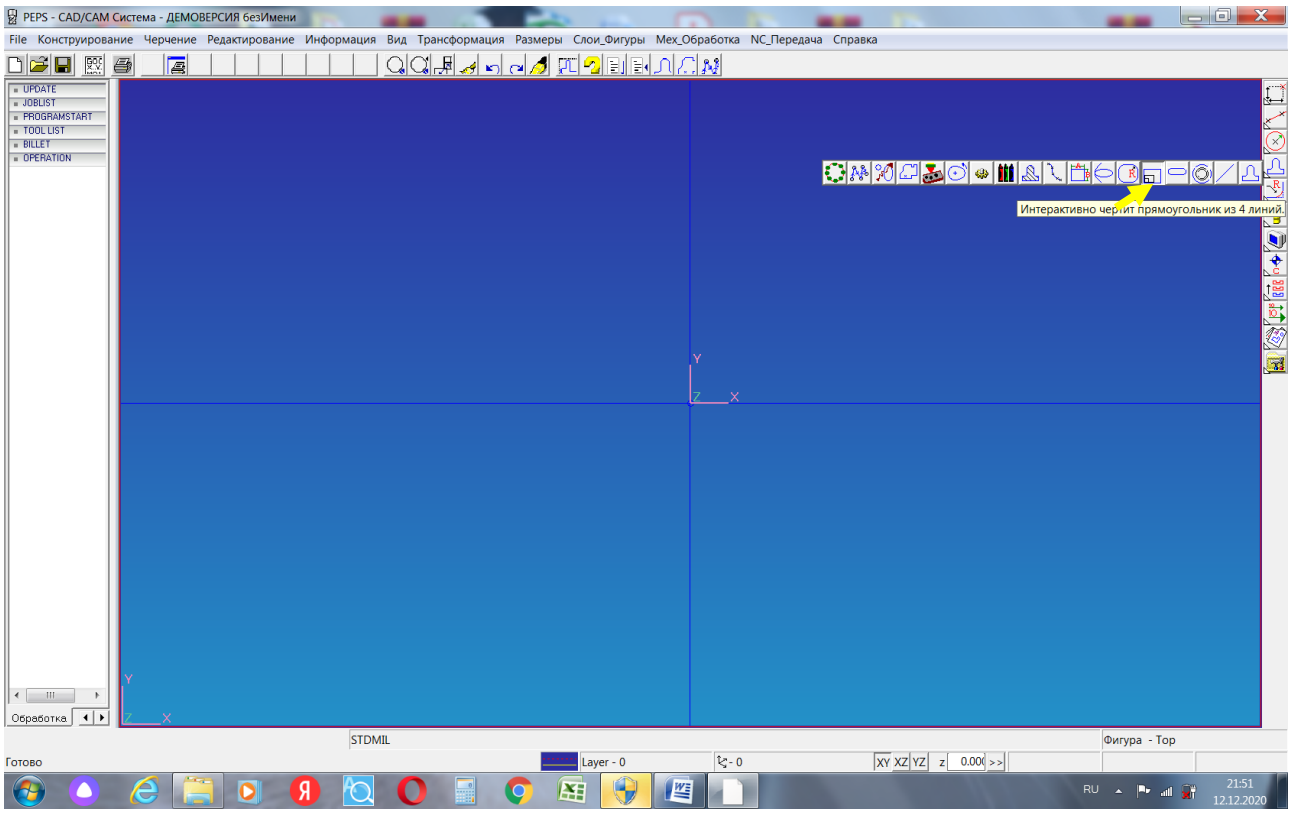


Рисунок 5 - Ввод команды "Черчение прямоугольника"

Переключите русский алфавит на английский, иначе ввод координат не получится.

Введите с клавиатуры x0y0 (без пробелов) и нажмите Enter - первая по диагонали точка прямоугольника.

Введите с клавиатуры x120y120 и нажмите Enter - вторая точка прямоугольника.

Имеем:

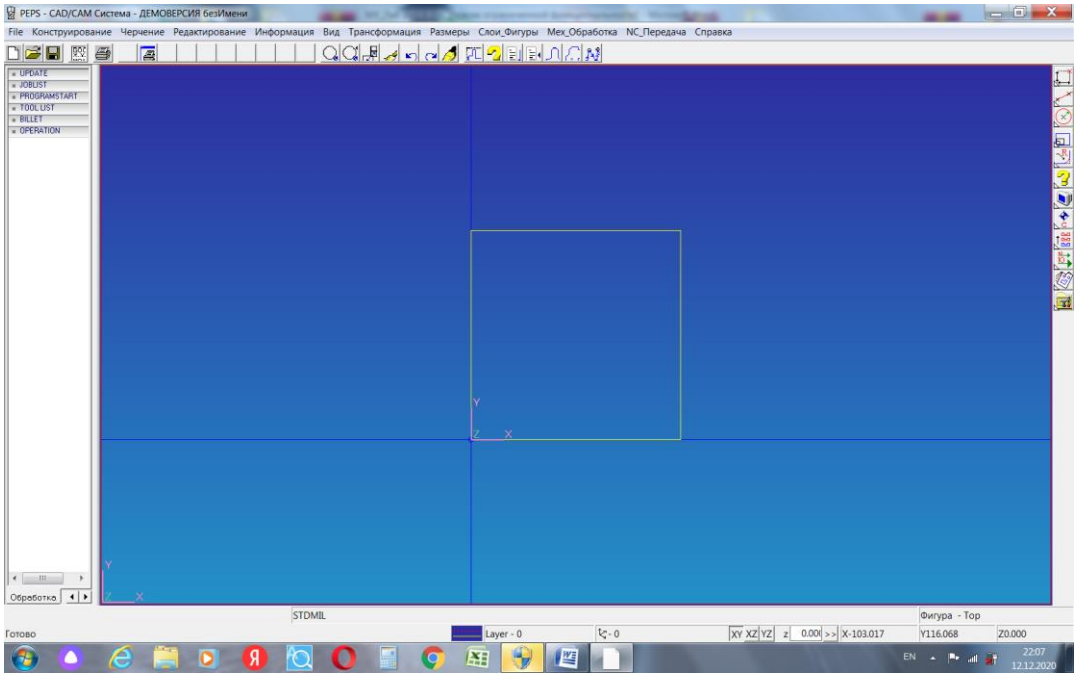


Рисунок 6 - Ввод наружного контура

Ввод контура кармана

Нажатой ЛКМ наведите на указанную на рисунке 6 команду, находящуюся в 4-й сверху линейке команд, и после того, как курсор будет указывать эту команду, отпустите ЛКМ.

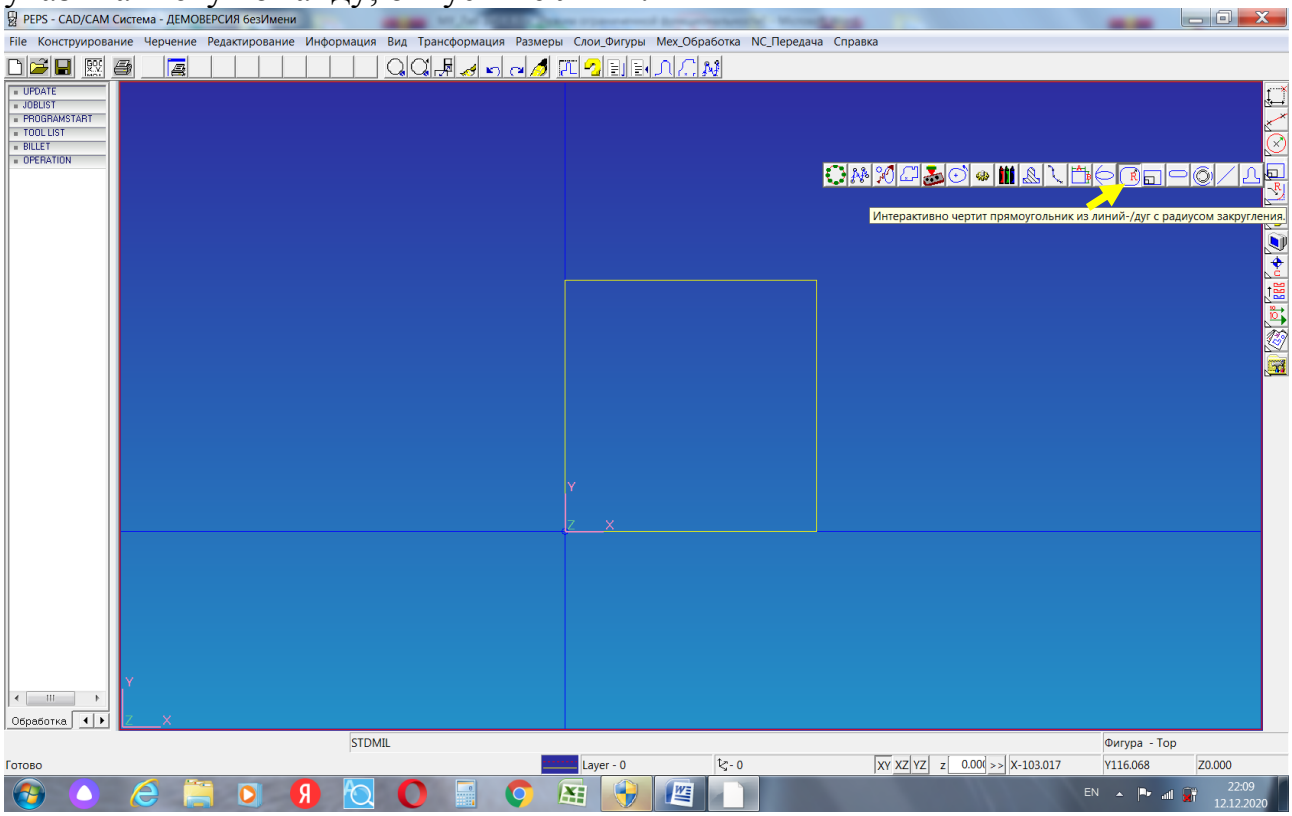


Рисунок 7 - Ввод команды "Черчение скругленного прямоугольника"

Введите с клавиатуры 12 и нажмите Enter - радиус скругления.
Введите с клавиатуры x35Y35 и нажмите Enter.
Введите с клавиатуры x85Y85 и нажмите Enter.
Имеем:

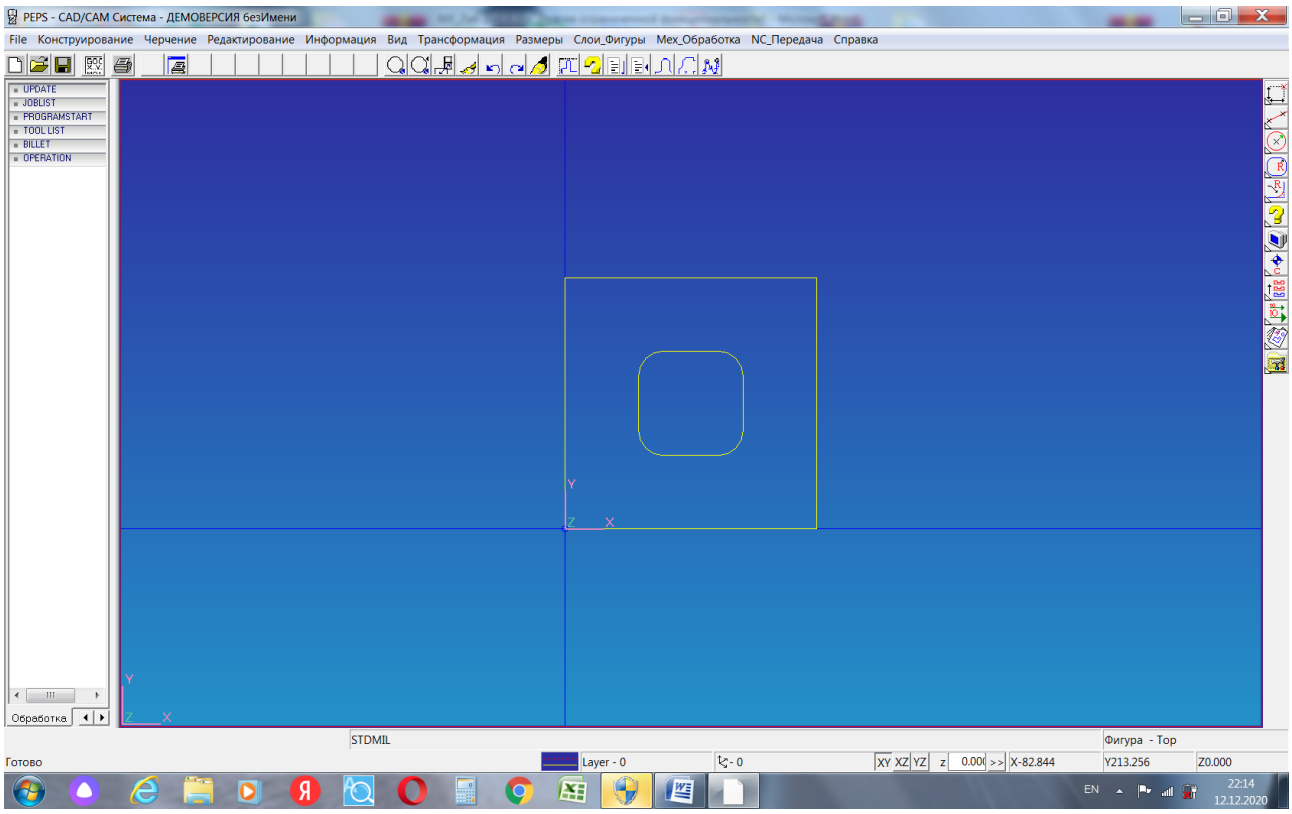


Рисунок 8 - Ввод контура кармана

Ввод отверстий

Нажатой ЛКМ наведите на указанную на рисунке 8 команду, находящуюся в 4-й сверху линейке команд, и после того, как курсор будет указывать эту команду, отпустите ЛКМ.

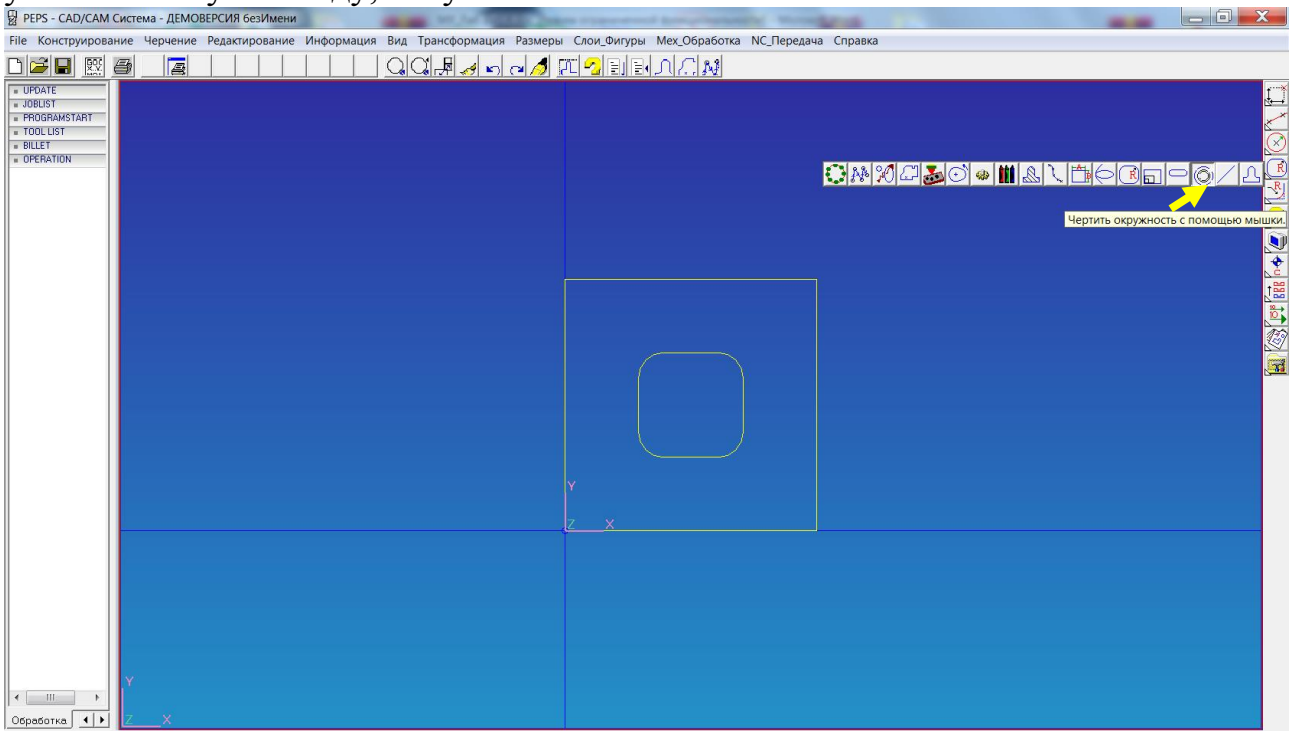


Рисунок 9 - Ввод команды черчения отверстий

Введите с клавиатуры x20Y20 и нажмите Enter - центр первого отверстия.

Введите с клавиатуры 6 и нажмите Enter - радиус отверстия.

Введите с клавиатуры x20Y100 и дважды нажмите Enter. После ввода первого отверстия система запомнила радиус отверстия, поэтому еще раз его вводить не надо.

Введите с клавиатуры x100Y20 и дважды нажмите Enter.

Введите с клавиатуры x100Y100 и дважды нажмите Enter.

Имеем:

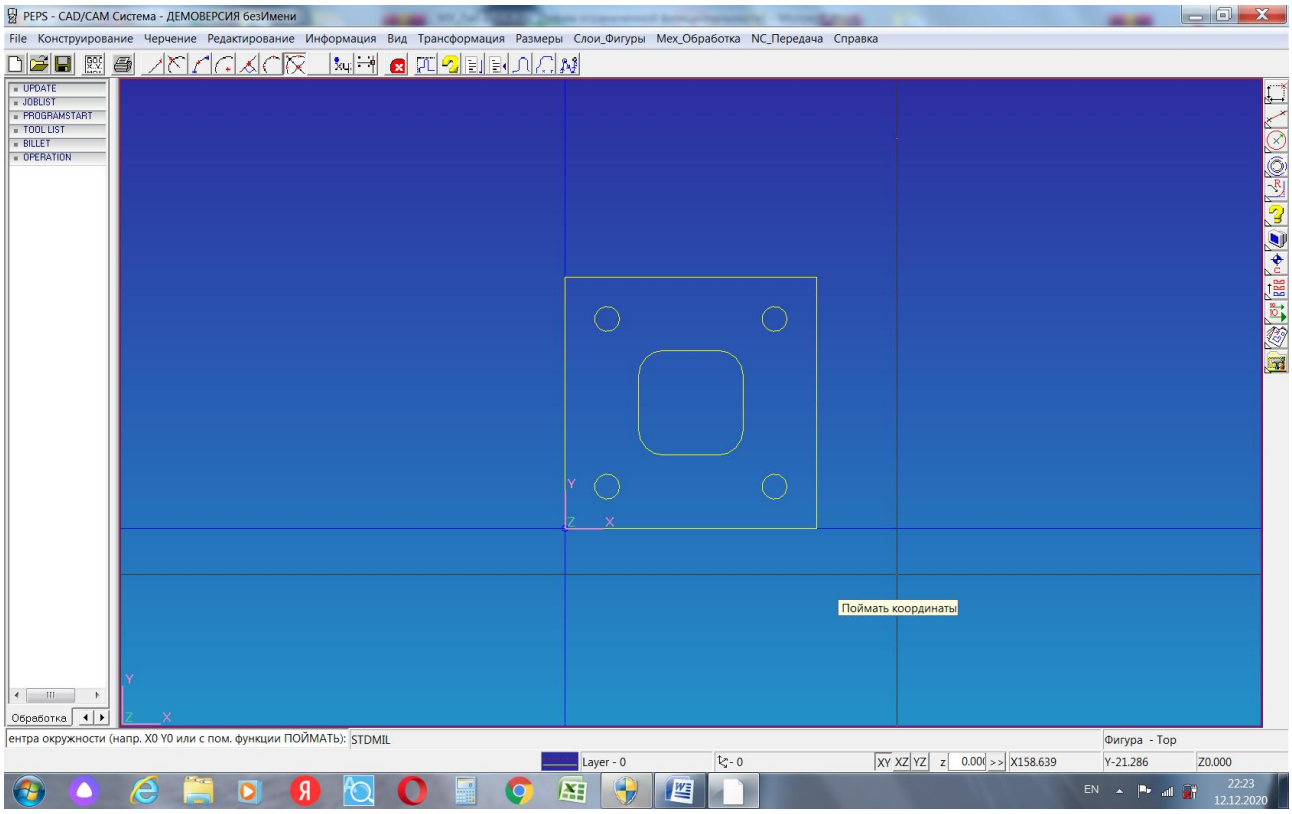


Рисунок 10 - Ввод отверстий

Построения для формирования контура фигурного выступа

Выступ состоит из участков четырех окружностей радиусом C+B/2=13мм (см. рис.3) и участков четырех окружностей радиусом G=100мм, касающихся окружностей радиусом 13мм. Поскольку окружности касаются, то для их построения необходимо выполнить вспомогательные построения – окружности из центров отверстий радиусом R=G+C+B/2, т.е. 113мм. Точки пересечения указанных окружностей будут соответствовать центрам окружностей, сопрягающих окружности радиусом 13мм.

Начертите 4 окружности радиусом 13. Центры окружностей можно вводить, как и раньше, координатами. Но, поскольку они уже на чертеже имеются, можно воспользоваться командой "Поймать центр" (рис. 11). Кликните по этой команде в верхней строке команд.

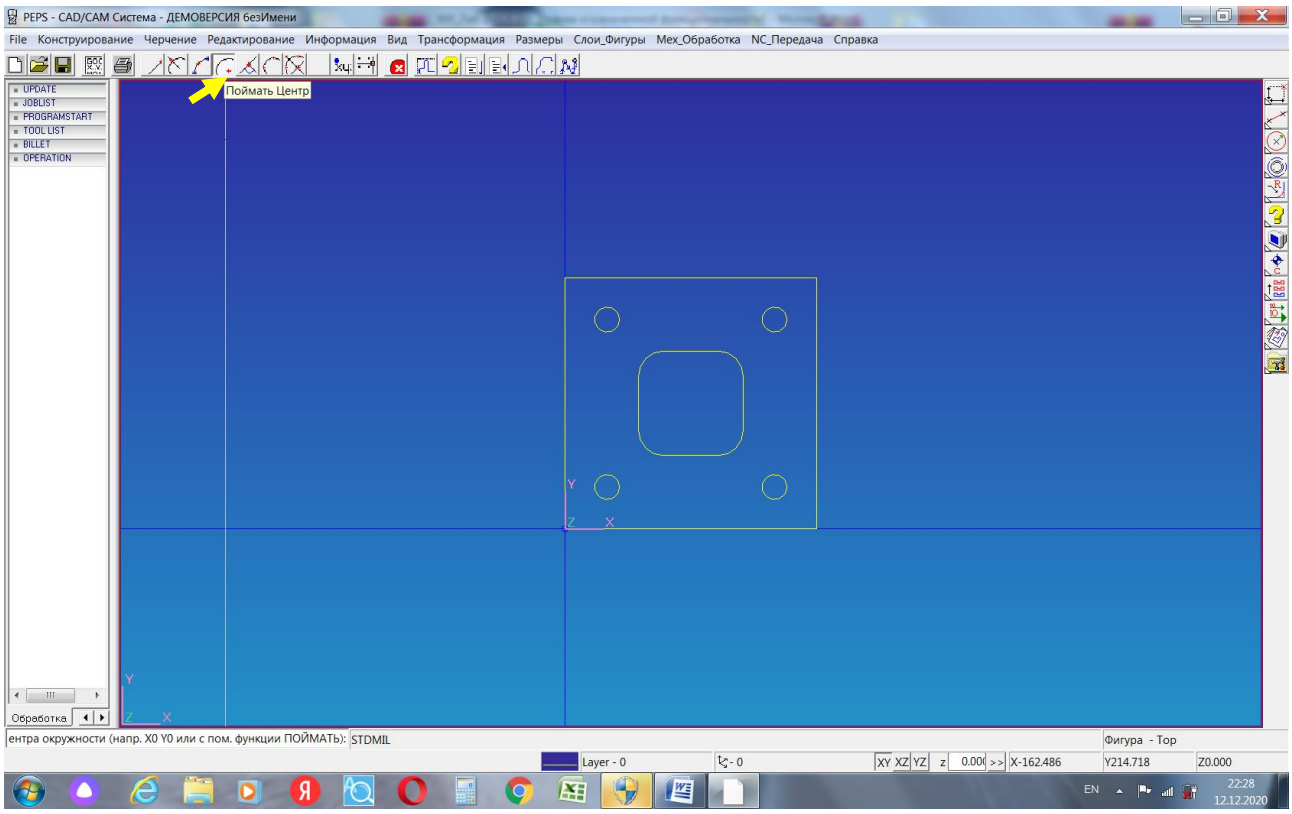


Рисунок 11 - Ввод команды "Поймать центр"

Наведите курсор на кусочек контура любого из отверстий, при этом высветится надпись "Поймать центр", и кликните ЛКМ (рис. 12).

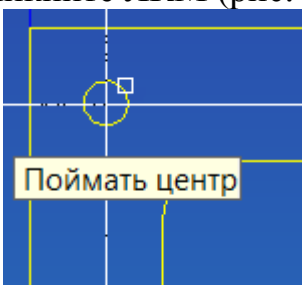


Рисунок 12 - Выполнение команды "Поймать центр"

Центр введен, теперь введите с клавиатуры радиус 13 и нажмите Enter. Получим введенную окружность радиусом 13.

Если на экране при перемещении курсора остаются белые вертикальные и горизонтальные линии - следы перемещения курсора, колесом мыши "вперед-назад" очистите экран от них.

Аналогично введите остальные окружности. В результате имеем (рис.13)

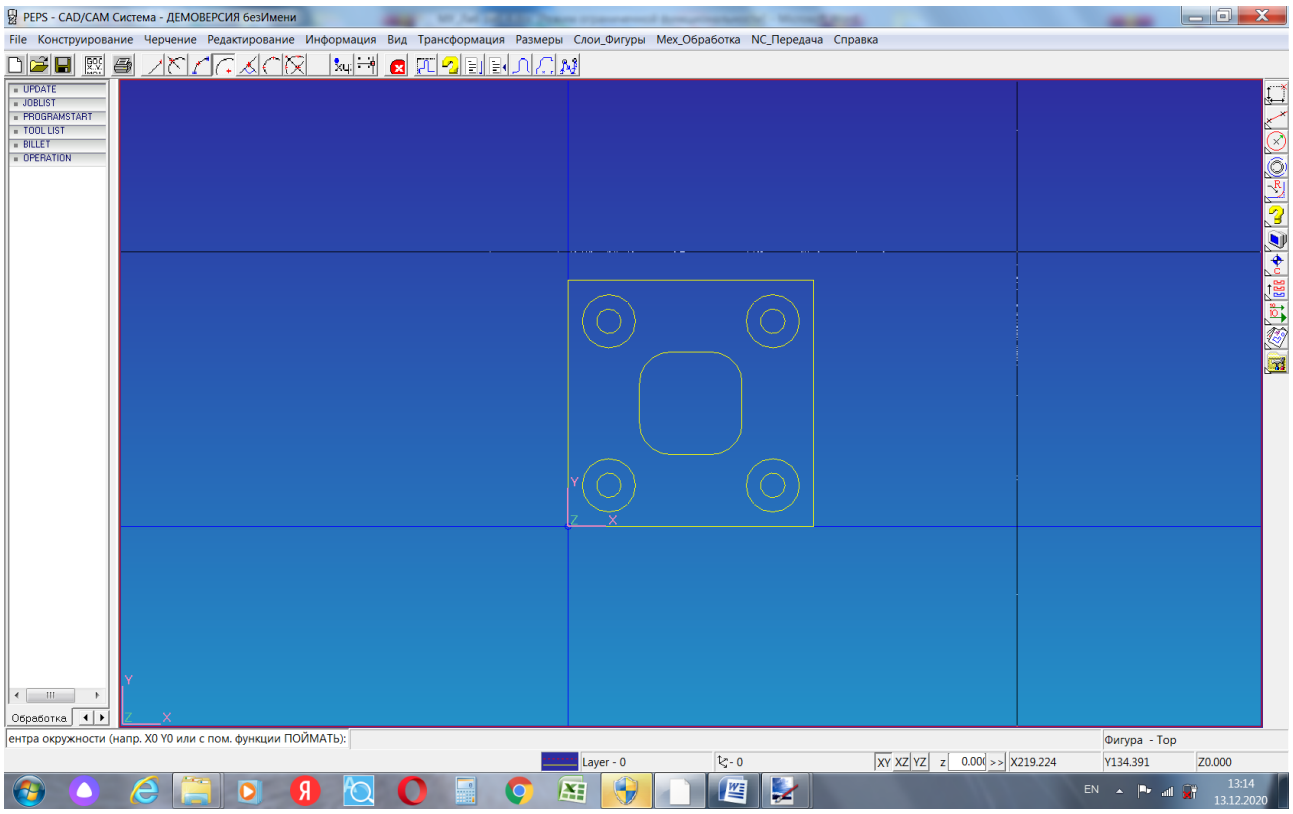


Рисунок 13 - Введение четырех окружностей с помощью команды "Поймать центр"

Теперь введите 4 вспомогательных окружности для нахождения центров окружностей, формирующих выступ, которые имеют радиус G. Вспомогательные окружности имеют радиус R= G+C+B/2=113.

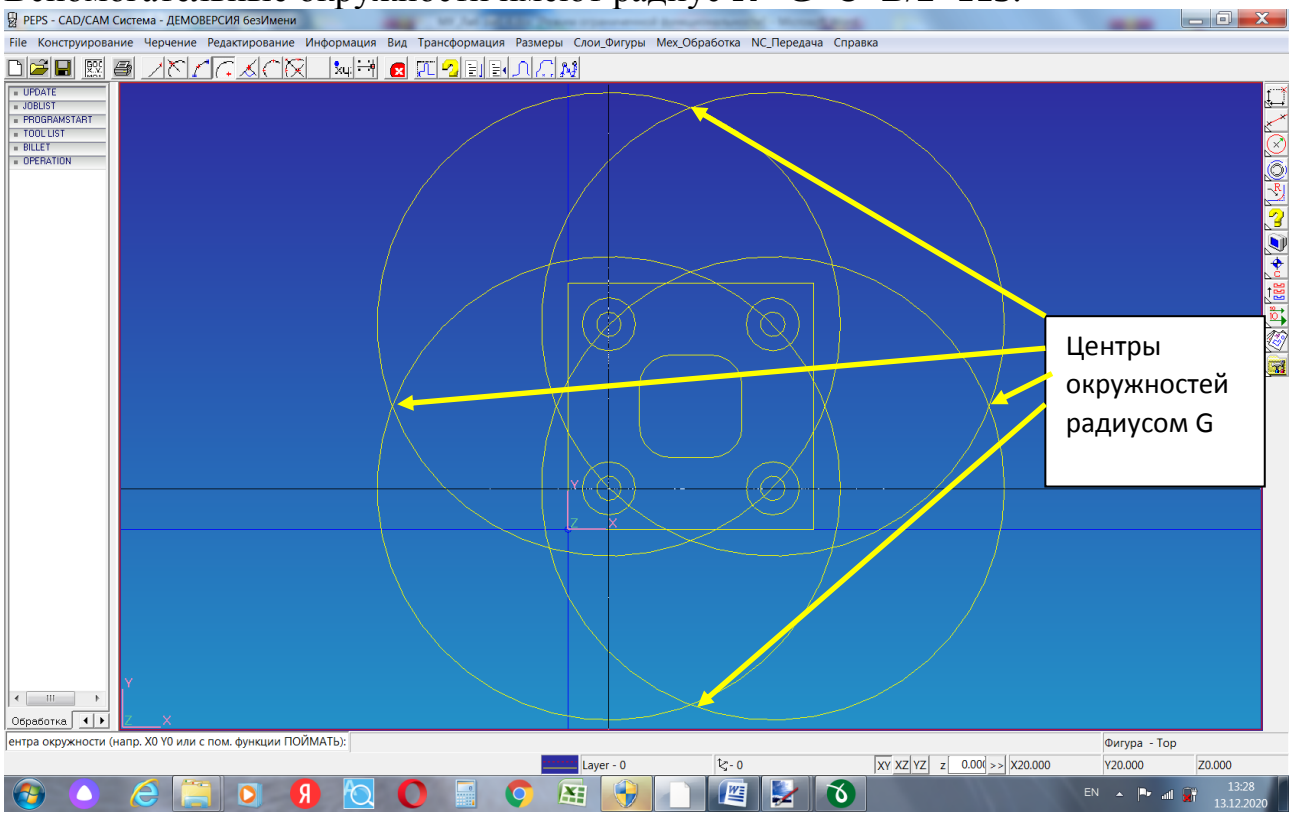


Рисунок 14 - Введение вспомогательных окружностей

Центры окружностей радиусом G вводятся с помощью команды "Поймать точку пересечения" (рис.15).

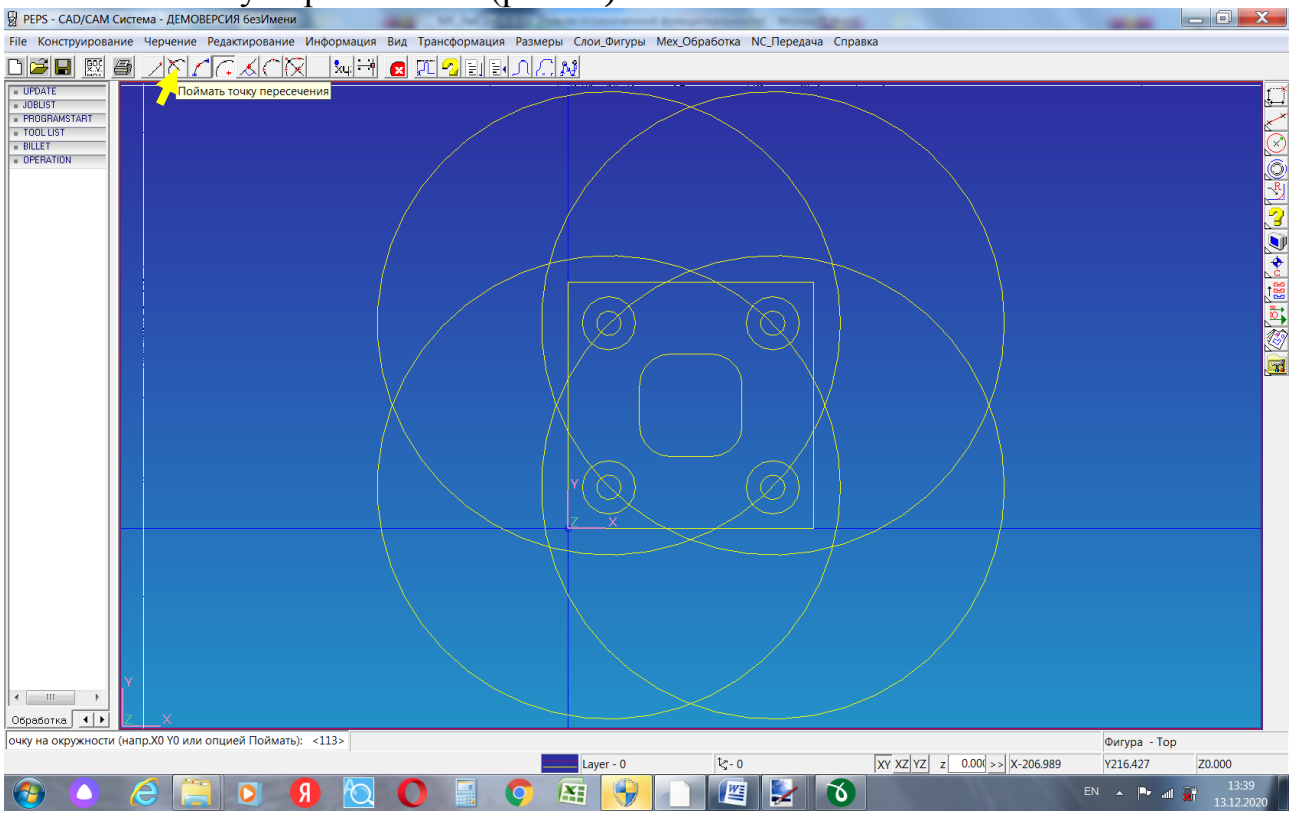


Рисунок 15 - Ввод команды "Поймать точку пересечения"

Если Вы вышли из команды черчения окружностей, войдите в нее (рис.7), затем включите команду "Поймать точку пересечения", затем кликните по центру будущей окружности радиусом G, затем введите с клавиатуры 100 - радиус G для данного варианта и нажмите Enter. Аналогично постройте еще 3 окружности - рис.16.

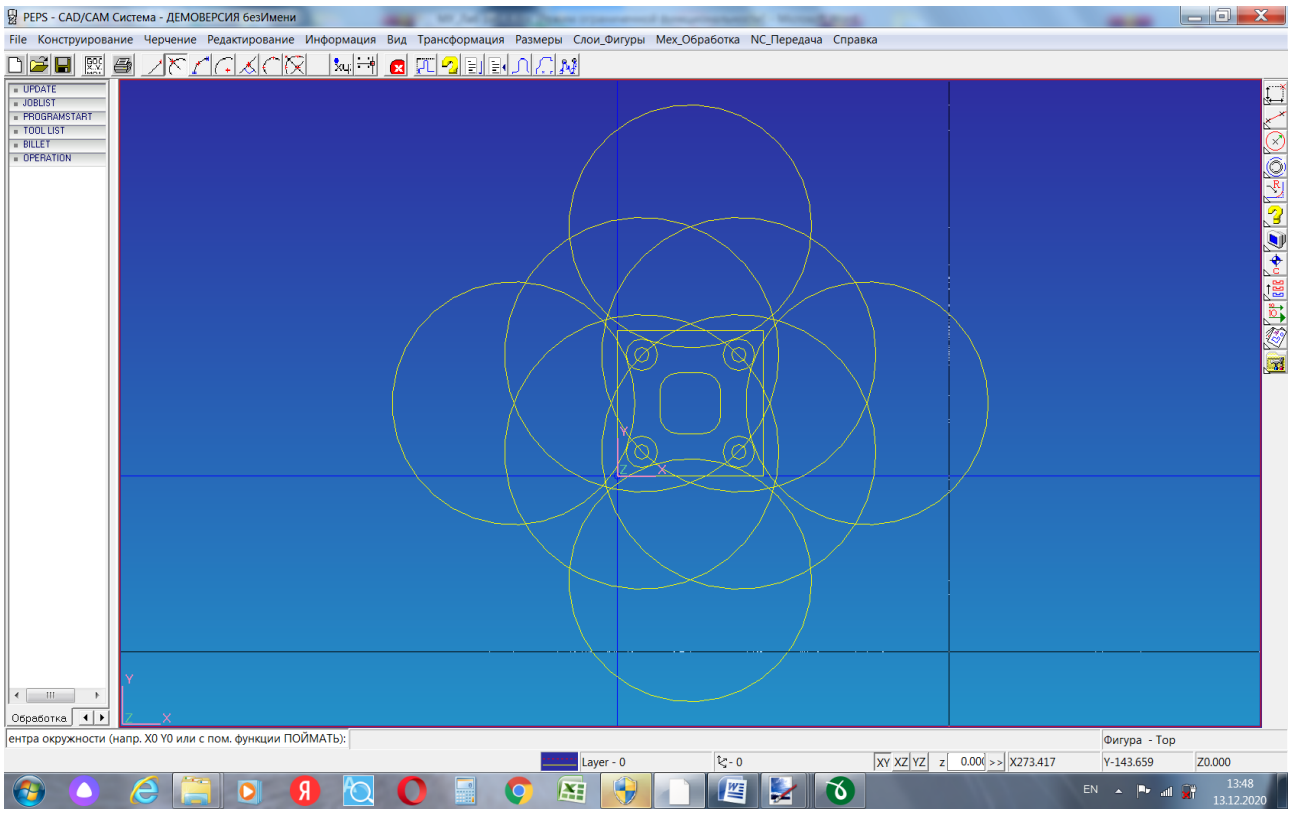


Рисунок 16 - Ввод окружностей радиусом G

Выйдите из команды черчения окружностей, нажав на - "Выход из команды" в верхней линейке команд (рис.17).

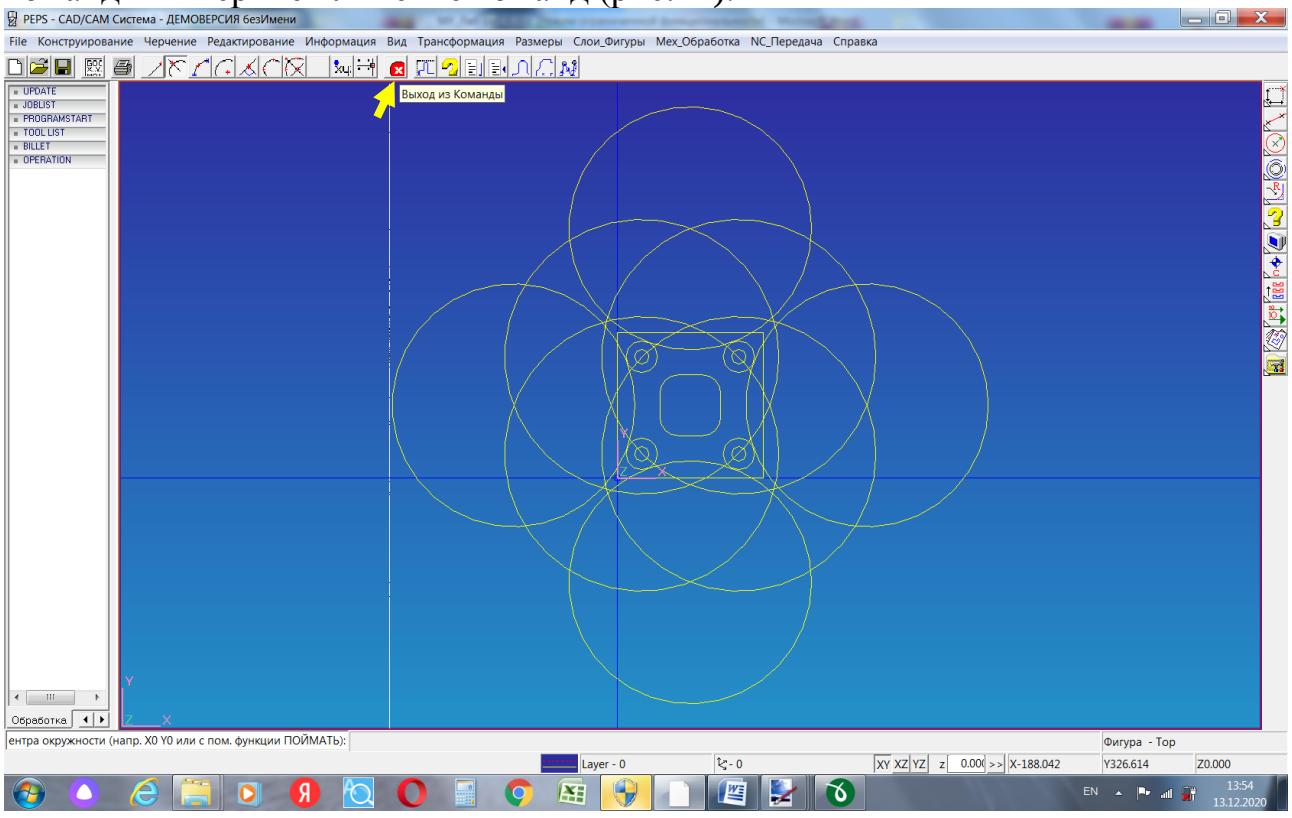


Рисунок 17 - Выход из команды

Включите команду "Удаление выбранных объектов" (рис.18).

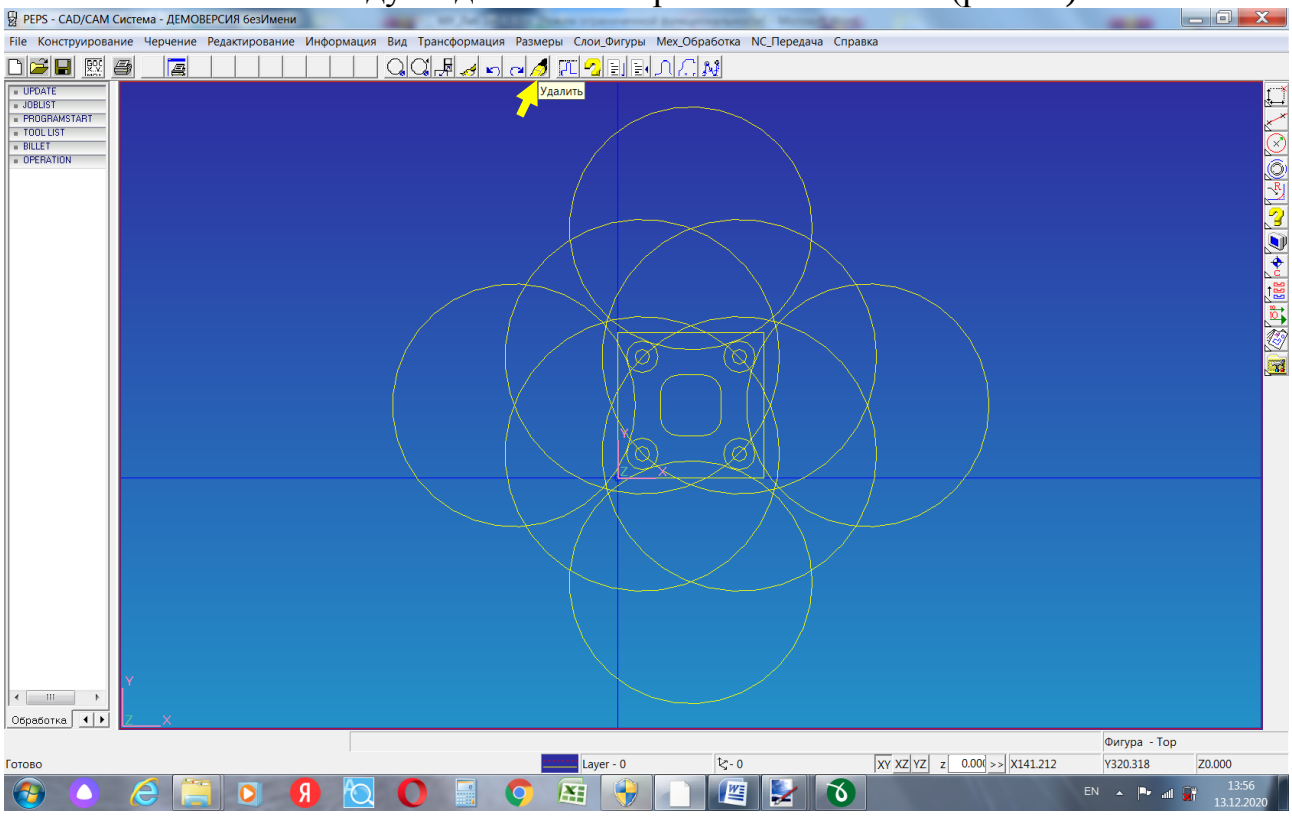


Рисунок 18 - Ввод команды "Удаление выбранных объектов"

Кликните по четырем вспомогательным окружностям (они подсветятся) и нажмите Enter. Окружности удалятся (рис.19).

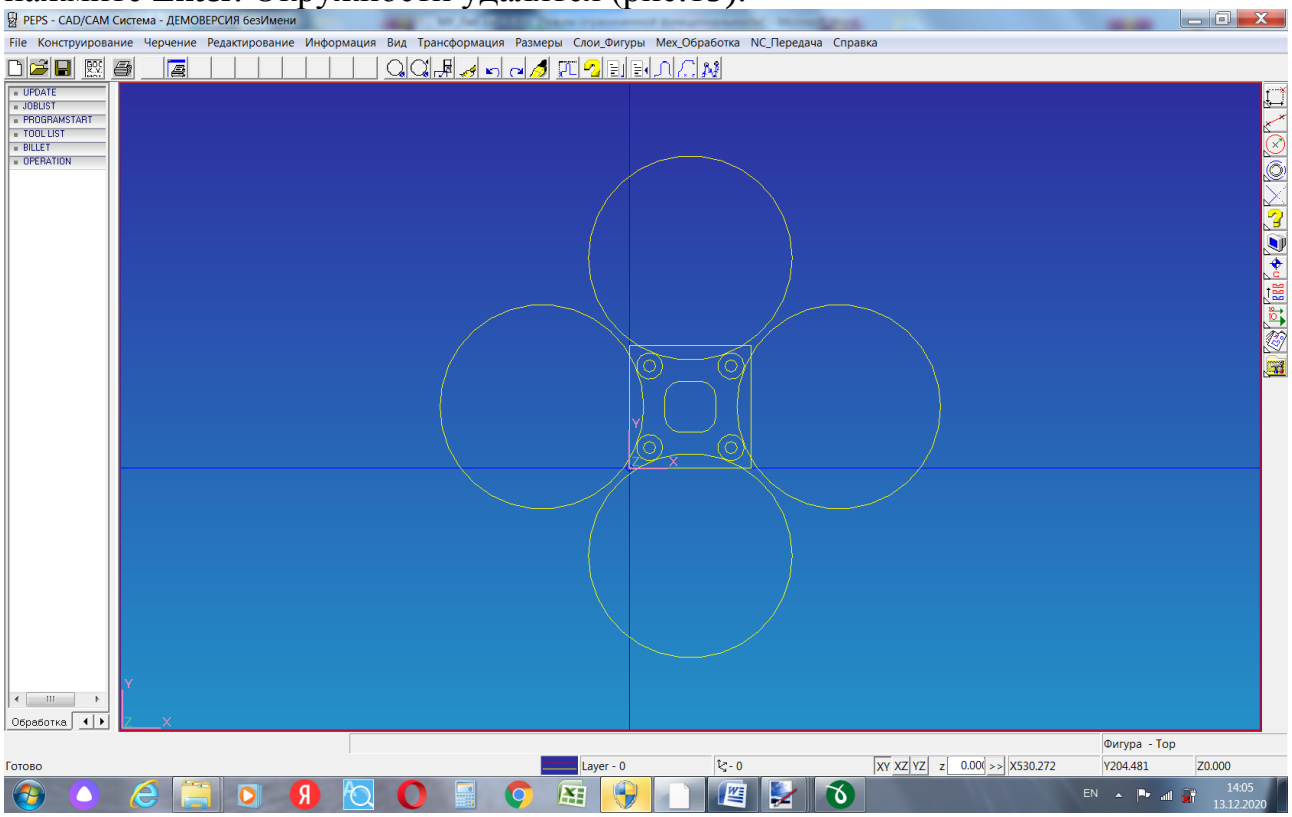


Рисунок 19 - Удаление вспомогательных окружностей

Нажатой ЛКМ наведите на указанную на рисунке 20 команду "Обрезка объектов", находящуюся в 5-й сверху линейке команд, и после того, как курсор будет указывать эту команду, отпустите ЛКМ.

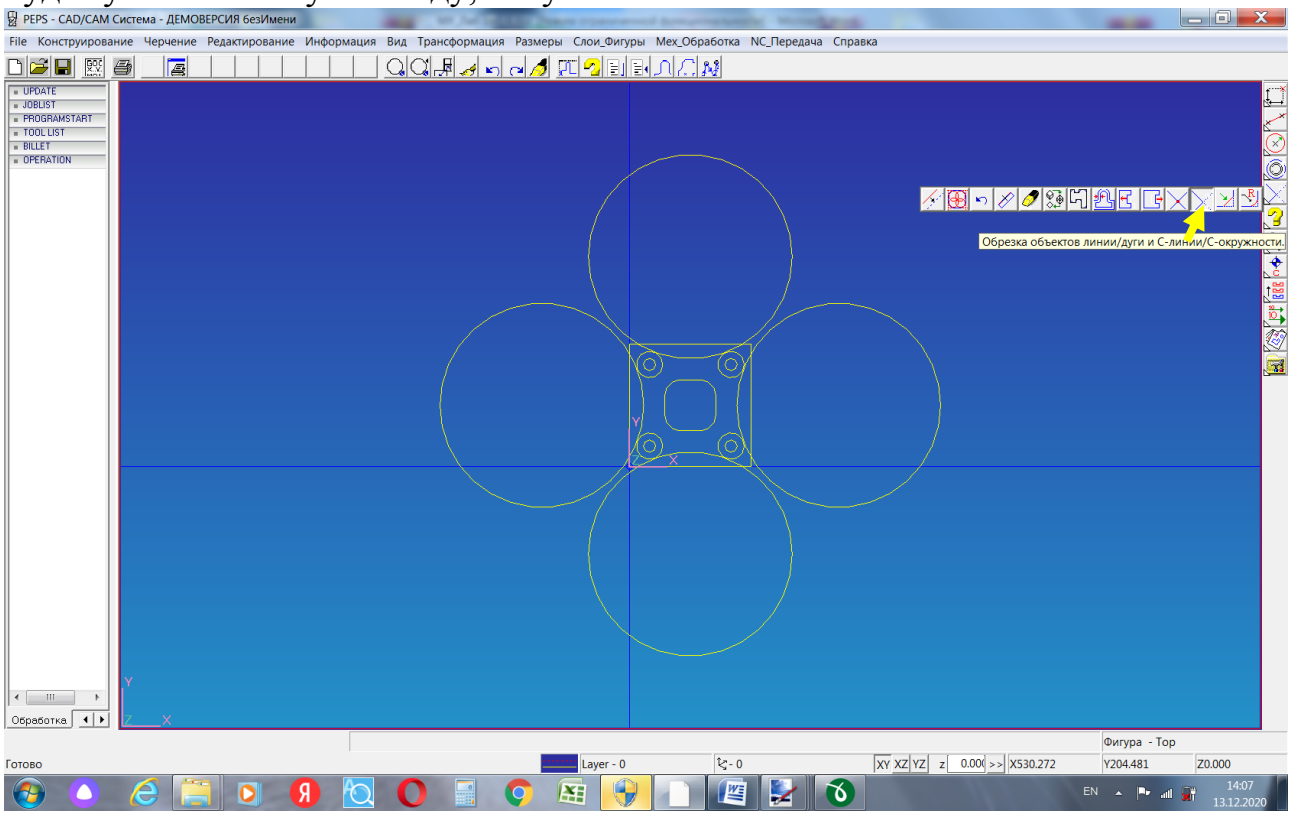


Рисунок 20 - Ввод команды "Обрезка объектов"

Последовательно кликните по четырем большим окружностям радиусом G и четырем малым окружностям радиусом C+B/2. Они подсветятся - рис. 21.

Нажмите Enter. Обрезаемые окружности введены.

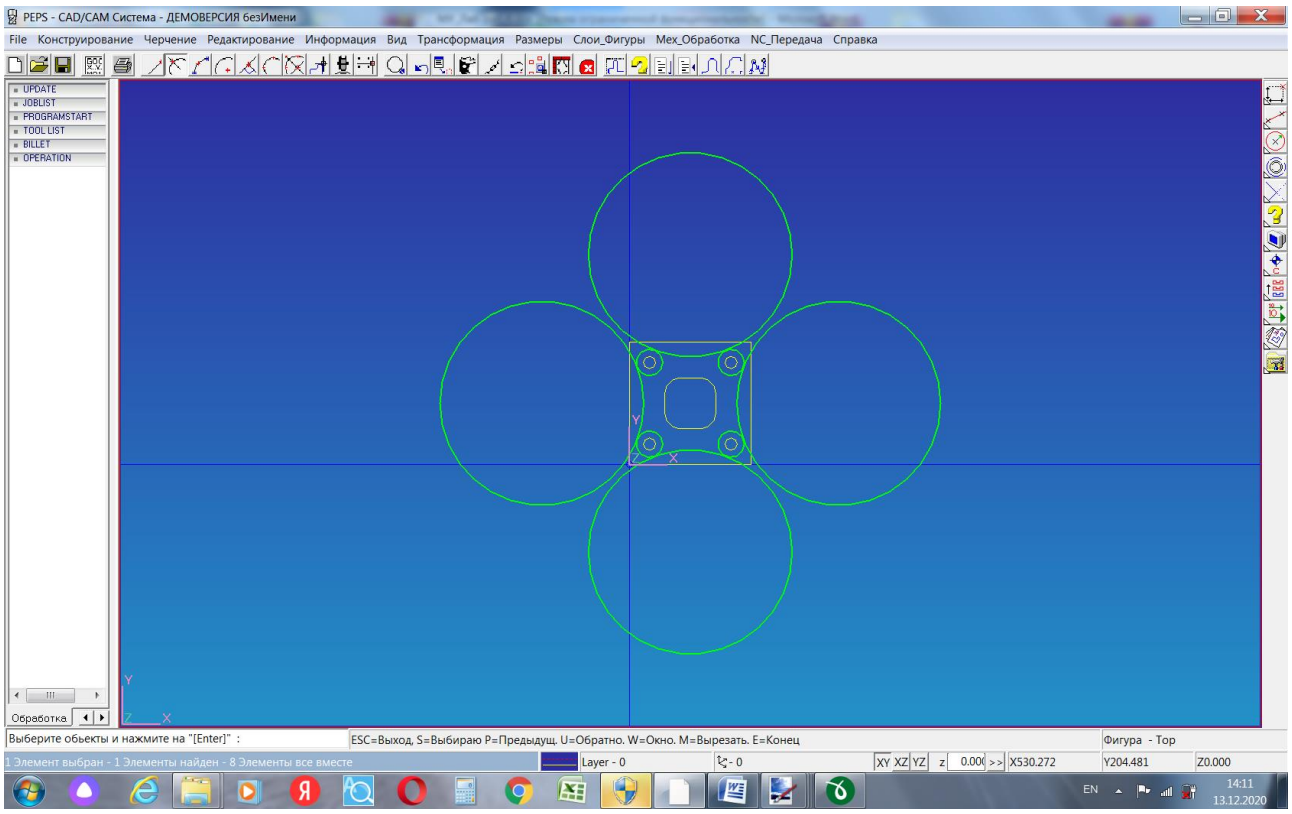


Рисунок 21 - Ввод окружностей перед их обрезкой

Последовательно кликайте по всем удаляемым участкам окружностей. При каждом клике указанный кликом участок удаляется. Фигурный контур выступа сформирован (рис.22).

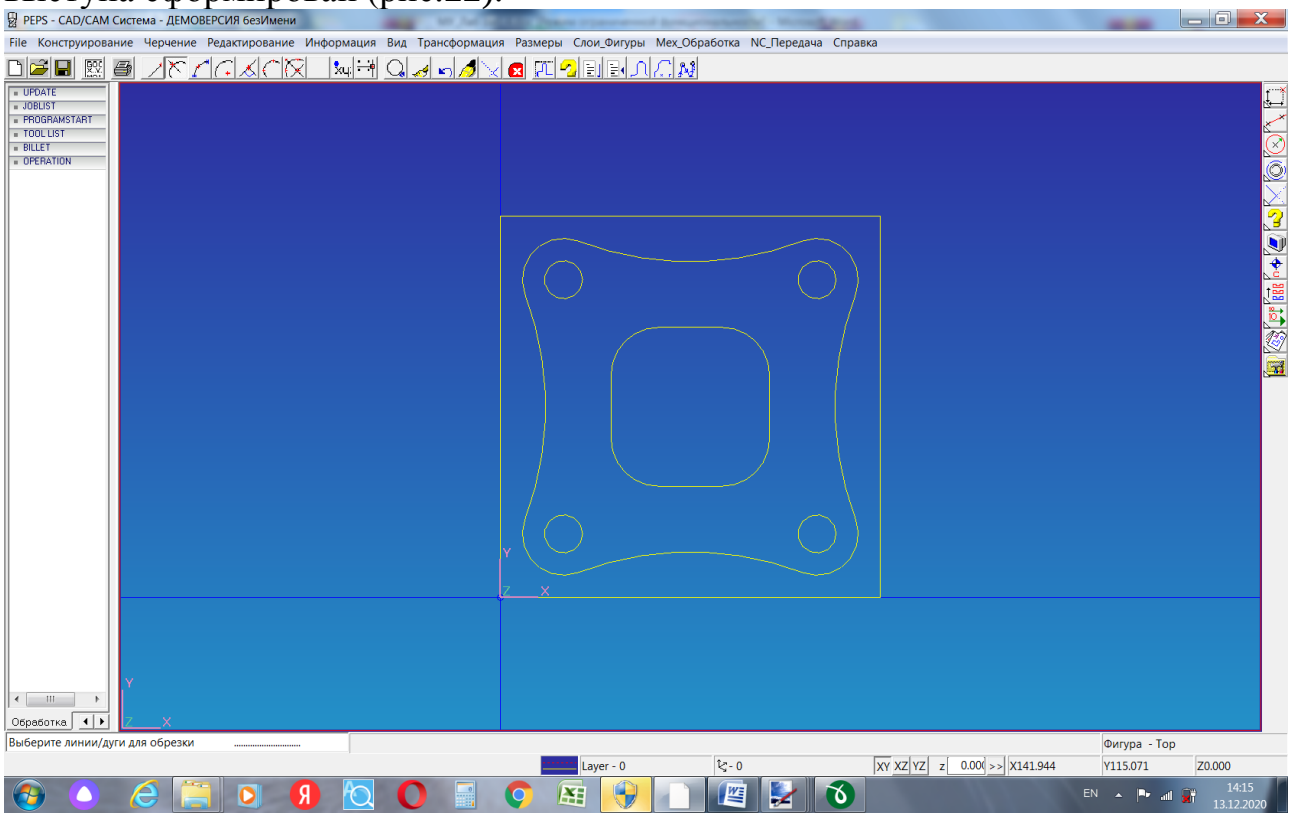


Рисунок 22 - Окончательный вид вида сверху детали

Формирование фигур обработки

Формирование фигур обработки выполним с помощью соответствующей команды «Создать фигуру обработки из линий/дуг» (рис.23) с использованием команды **Соединить цепь** **.**

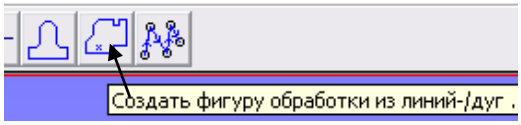


Рисунок 23 – Ввод команды «Создать фигуру обработки из линий/дуг»

Всего необходимо сформировать три фигуры обработки:

1) Основной контур в форме квадрата с наименованием фигуры **Vnesh kontur** (в русский шрифт не переходите!)**;**
2) Контур выступа с наименованием фигуры **Vistup;**
3) Контур кармана в виде скругленного квадрата с наименованием фигуры **Karman.**

После выбора команды создания фигуры обработки вводим в окне «Создание фигуры» вместо **Fig 000** (рис.24) наименование фигуры – например, «**Vnesh kontur**», «**Vistup**», «**Karman**».

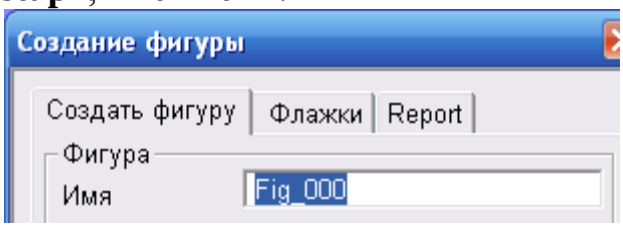


Рисунок 24 – Окно «Создание фигуры»

Затем нажимаем нижнюю кнопку «Выбор линий/дуг», расположенную внизу диалогового окна, нажимаем кнопку , наводим курсор на любой участок контура и делаем щелчок ЛКМ. При этом выбранный контур подсветится, после чего нажимаем **Enter**. Фигура будет сформирована, а система выдаст окно для формирования следующей фигуры.

По окончании всех фигур нажмите кнопку «Принять».

Формирование группы отверстий

Для обработки отверстий одного диаметра, которые будут обрабатываться в одной операции одним инструментом необходимо сформировать группу G. Формирование группы осуществим с помощью соответствующей команды (рис.25).

Рисунок 25 –Ввод команды «Создать группу»

После вызова этой команды в окне формирования группы нажмите левую нижнюю кнопку

. При этом откроется доступ к чертежу, на котором последовательно, в том порядке, в котором будет выполняться сверление, нужно щелчком ЛКМ отметить все отверстия одного диаметра. Для этого используйте команду «Поймать центр» (использование команды - см. рис.10, 11). После каждого клика по окружности в ее центре появляется крестик

Итоговый вид геометрических элементов для формирования операций обработки показан на рисунке 26.

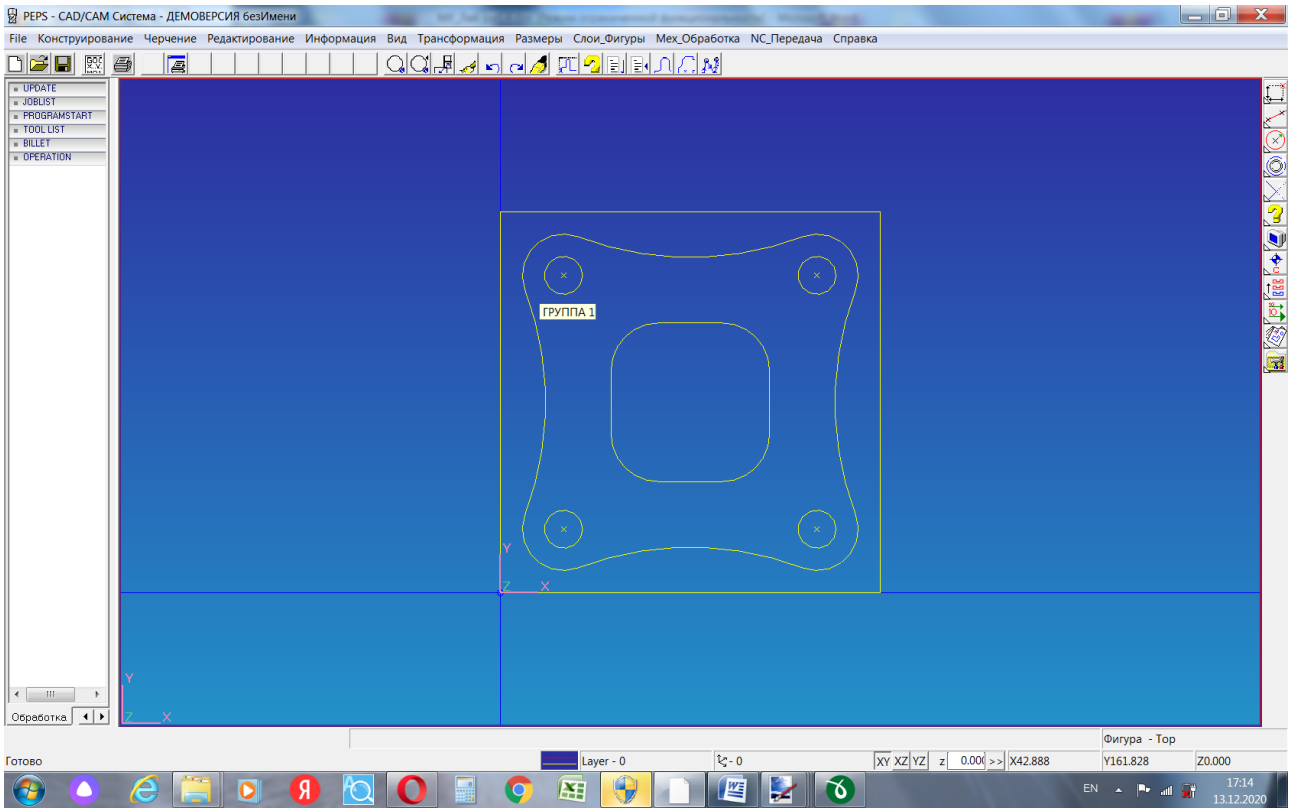


Рисунок 26 – Итоговый вид всех геометрических элементов (вид сверху)

В результате выполненных действий будет сформирована вся геометрическая информация, необходимая для работы подсистемы «процессор» – обрабатываемые контуры и группы отверстий одного диаметра.

Это можно проверить, последовательно наводя курсор на элементы контуров. Если раньше при наведении на элемент высвечивалось «линия» или «дуга», то теперь будут высвечиваться наименования сформированных контуров – «**Vnesh kontur**», «**Vistup**», или «**Karman**» - как их сформировали. При наведении на центр отверстия будет высвечиваться "Группа 1" - обозначение группы отверстий.

Для отчета о выполненной лабораторной работе необходимо сохранить ключевые скриншоты. Итоговый вид геометрических элементов вида сверху - скриншот №1.

Так как мы работаем в DEMO-версии, система не сохраняет никаких промежуточных файлов и попытки сохранить ни к чему не приведут.

ФОРМИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ

Формирование осуществляется поэтапно, сначала необходимо выполнить начальную установку, затем определить форму заготовки, после чего последовательно сформировать все операции обработки.

Определение исходных данных для управляющей программы

Для определения исходных данных используется окно **Установка** (рисунок 27), открываемое при нажатии команды .

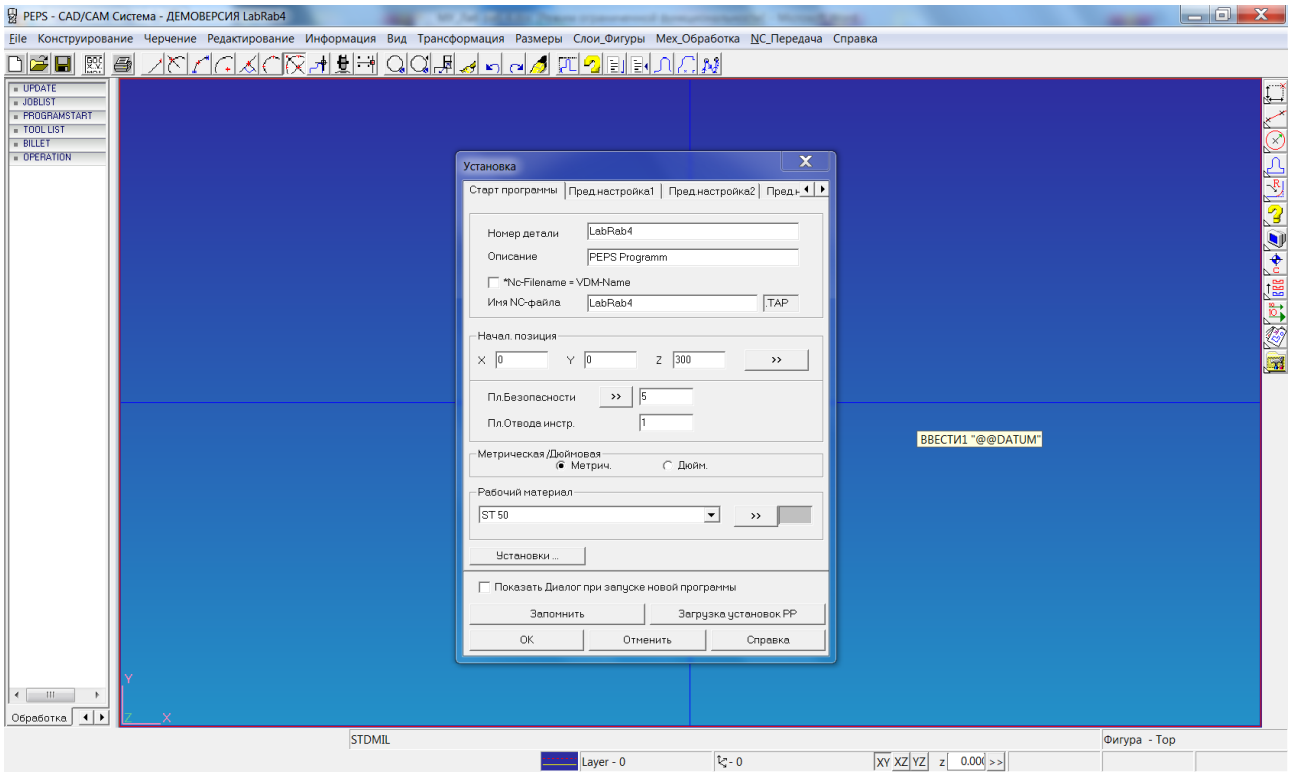


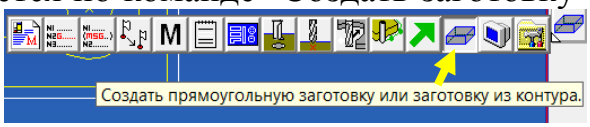
Рисунок 27 - Окно "Установка"

Сохраните параметры установки, заданные по умолчанию - нажмите OK.

Определение заготовки

В качестве заготовки будем использовать заготовку в форме прямоугольного параллелепипеда (блок) с припусками относительно готовой детали по 3 мм.

Таким образом, координаты противоположных углов заготовки составят X-3Y-3 и X123Y123, соответственно.

Координаты верхней и нижней плоскостей составят Z3 и Z-23, соответственно. Диалоговое окно для определения параметров заготовки представлено на рисунке 28. Оно открывается по команде "Создать заготовку", расположенную в нижней линейке команд 

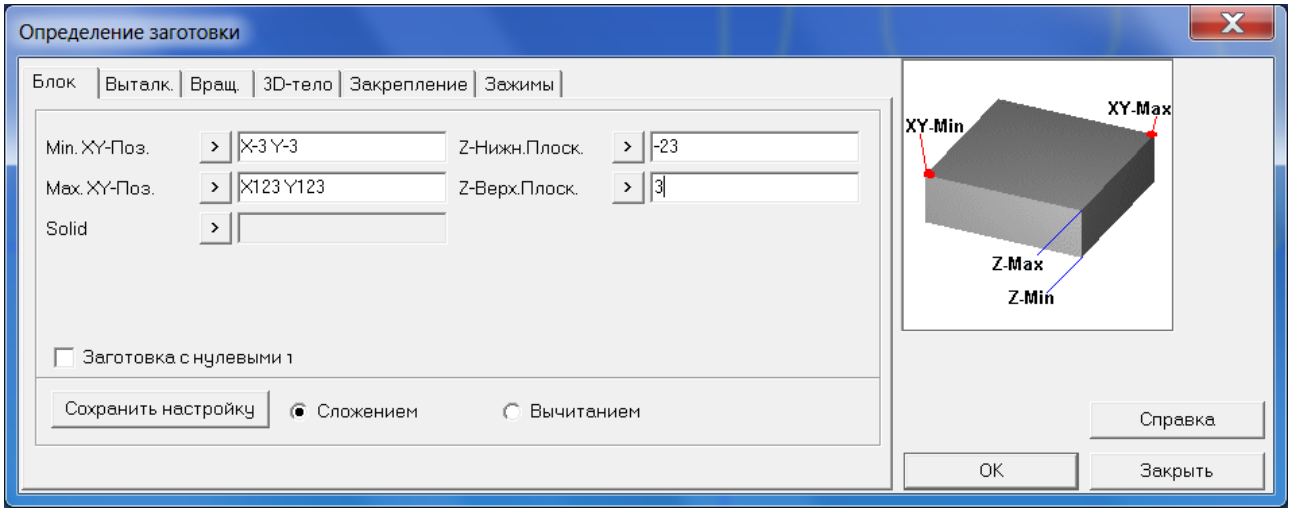


Рисунок 28 – Диалоговое окно **Определение заготовки**

После проставления всех координат точек нажмите кнопку ОК. Заготовка создана. Затем нажмите в окне кнопку «**Закрыть**». **Внимание: повторное нажатие на ОК приведет к дублированию команд описания заготовки. Это неправильно!**

В результате на экране отобразится вид заготовки.

На рисунке 29 показан окончательный вид обрабатываемых контуров и заготовки. Чтобы получить аксонометрический вид, наведите курсор в низ окна с изображением детали по центру, нажмите ЛКМ, и, не отпуская ЛКМ, перемещайте мышь. Для работы по формированию операций обработки нужен аксонометрический вид, как показано на рисунке 29.

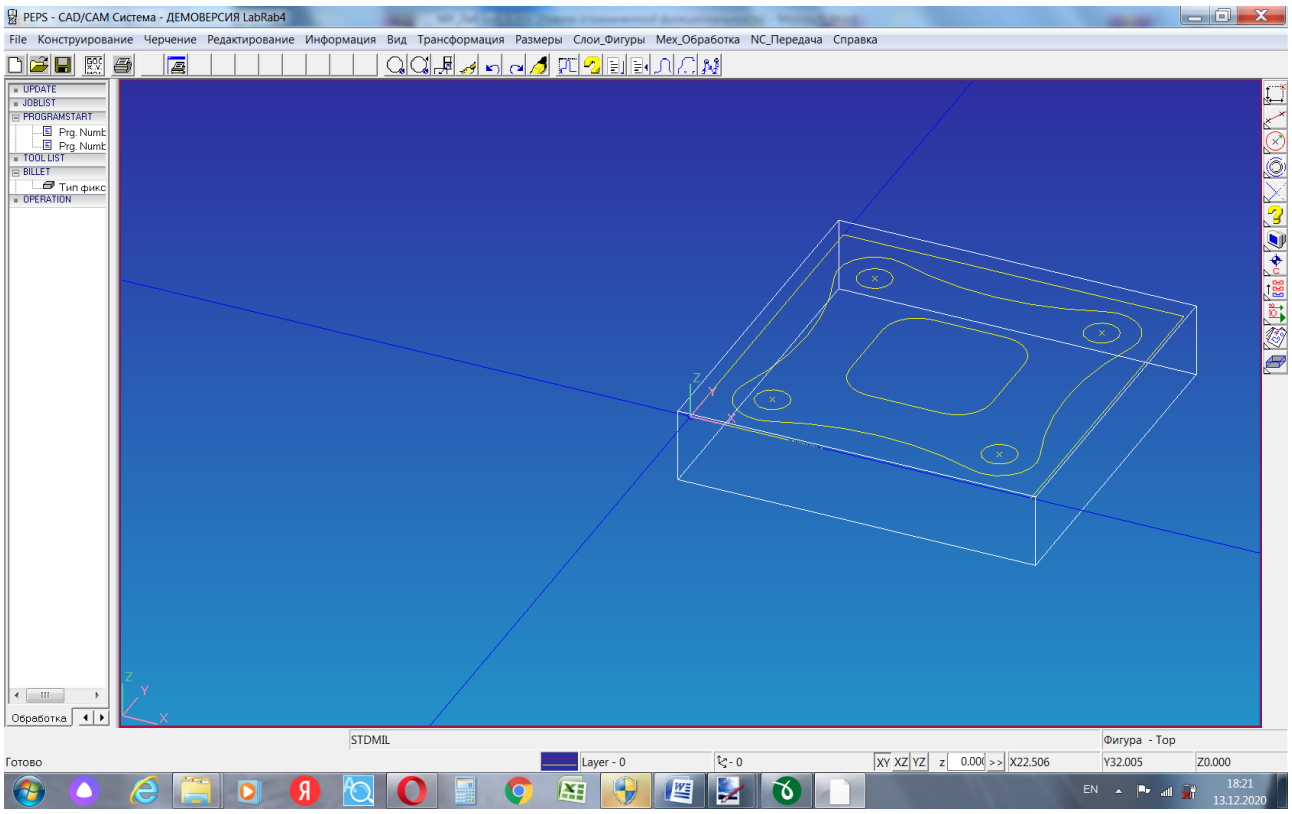


Рисунок 29 – Вид заготовки и обрабатываемых контуров

Это ключевой скриншот №2.

Определение операций обработки

Определим следующий порядок обработки заготовки.

1) Фрезерование верхней плоскости детали.
2) Черновая обработка наружного контура.
3) Обработка кармана.
4) Черновая обработка контура выступа.
5) Чистовая обработка контура выступа.
6) Чистовая обработка наружного контура.
7) Сверление 4-х отверстий.

Все операции обработки выбираются из нижней линейки команд, показанной на рисунке рис.30. Для обработки нам понадобятся две основные команды – «Фрезерование кармана, профиля и поверхности» и «Сверление, снятие фаски и нарезание резьбы».

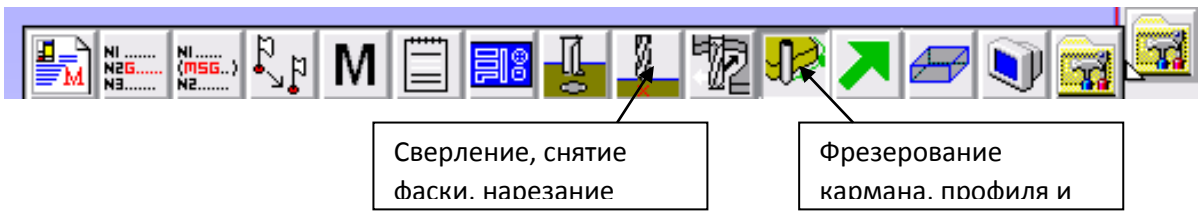


Рисунок 30 – Основная линейка команд для формирования операций обработки

Операция 1 «Фрезерование верхней плоскости детали»

Данную операцию выполним с помощью типового цикла "**Поверхность**" торцевой фрезой диаметром 150мм за один проход. Вызовите команду - см. рис.25 - нажатой ЛКМ наведите на и отпустите. Кликните в окне по закладке "Поверхность". Параметры обработки:

- фигура обработки – контур заготовки (BILLET);
- точка быстрого подвода инструмента – X-80Y60 (слева от детали). Инструмент подводится таким образом, чтобы при его опускании на плоскость обработки он не врезался в заготовку, в нашем примере край заготовки - X=-3 – см. рис.28, радиус фрезы – 75мм, плюс зазор 2мм, итого X=-80.
- начальная глубина – 3 (припуск 3мм на заготовку);
- глубина – 0 (верхний уровень плоскости готовой детали);
- количество проходов – 1 (по вертикали);
- перекрытие – 100 (т.е. обрабатываются все 100% поверхности);
- припуск на сторону – 1мм (это значит, что инструмент будет выводиться за пределы контура заготовки на 1мм. **Внимание**: такая интерпретация припуска действует только в операции фрезерования верхней плоскости детали);
- охлаждение – «Наружное охлаждение»;
- опция – «К позиции смены инструмента» – ВКЛ, так как выбранный инструмент больше использоваться не будет;
- инструмент – торцевая фреза диаметром D=150мм с начальным номером 1;
- скорость вращения шпинделя – 530 об/мин, что соответствует скорости резания V=250м/мин (для справки: скорость резания - это скорость, с которой край вращающейся фрезы движется относительно заготовки, измеряется в метрах в минуту);
- горизонтальная подача – 100мм/мин;
- вертикальная подача – 50мм/мин;
- длина инструмента и используемая длина инструмента – по 45мм.

Вид формы для программирования операции фрезерования лицевой поверхности и формы для определения параметров инструмента и режимов резания показаны на рисунках 31 и 32.

Все параметры обработки набираются вручную с клавиатуры. Обрабатываемый контур – верхний контур заготовки. Чтобы его выбрать, нажмите кнопку «Новый» в верхнем левом углу окна и щелкните ЛКМ по одному из ребер верхнего контура заготовки, он подсветится. Нажмите Enter.

Система откроет окно «Создать фигуру» и запросит ввести стартовую точку подвода центра торцевой фрезы, откуда начнется обработка верхней плоскости. Это поле «Начал. Точки». В нашем примере это X-80Y60. Введите

координаты и нажмите «Выполнить». У вас координаты нужно вычислить по той же методике с учетом ваших размеров.

Введите в окне рис. 32 параметры обработки.

Для ввода параметров инструмента курсор нужно навести на низ окна, изображенного на рисунке 32, на букву Т, при этом курсор отобразится в виде фрезы. Нажмите ЛКМ и введите в окне инструмента (рис.33) его параметры.

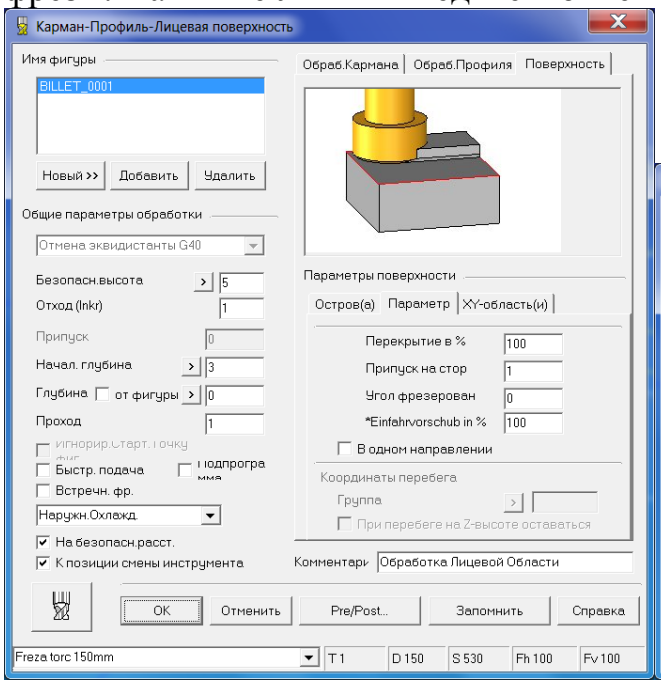


Рисунок 32 – Форма для программирования операции 1 «Фрезерование лицевой поверхности

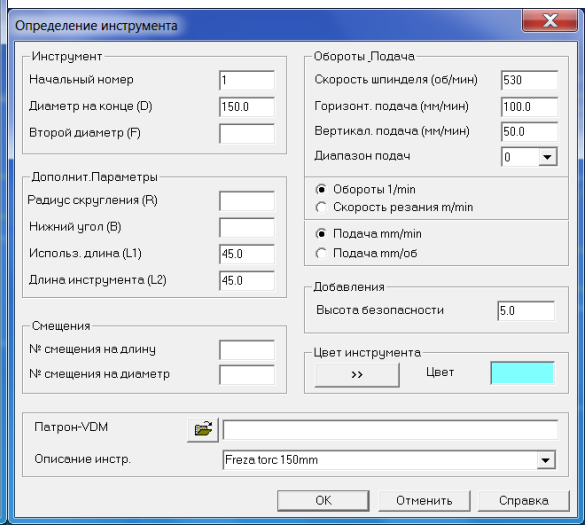


Рисунок 33 – Форма для определения параметров инструмента операции 1

Это ключевые скриншоты №3 и 4

В окне для определения параметров инструмента необходимо также ввести **Цвет инструмента** с помощью клавиши >>, а также ввести описание инструмента в нижнем поле. Рекомендуется для каждого нового инструмента использовать новый цвет.

После того, как параметры инструмента определены, нажмите OK, при этом происходит возврат к окну операции. В окне операции нажмите OK, при этом система покажет процесс выполнения операции и сформирует ее – в дереве технологического процесса появится операция.

Смоделируйте операцию – см. «Моделирование обработки».

Операция 2 «Черновая обработка наружного контура»

Данную операцию выполним с помощью типового цикла **Обработка профиля.** Вызовите команду, как в предыдущем случае. Кликните в окне по закладке "Обработка профиля". Параметры обработки:

- фигура обработки – наружный контур;

- точка быстрого подвода инструмента – X-18Y60 (точка подвода рассчитывается с учетом диаметра инструмента – концевой фрезы, которая в нашем случае равна 20мм, зазор - 5 мм. В нашем случае припуск у заготовки - минус 3, радиус фрезы - 10, зазор - 5, итого -18);
- начальная глубина – 0 (поскольку верхняя плоскость заготовки уже обработана);
- глубина – -25 (на 2 мм ниже нижнего уровня заготовки);
- количество проходов – 4 (по вертикали);
- припуск на чистовую обработку – 0,5мм, т.е. снимаем 2,5мм из 3 припуска заготовки;
- охлаждение – «Наружное охлаждение»;
- опция – «К позиции смены инструмента» – ВЫКЛ, так как инструмент – концевую фрезу будем использовать в следующей операции обработки кармана;
- инструмент – концевая фреза диаметром 20мм с начальным номером 2;
- скорость вращения шпинделя – 1600об/мин (скорость резания - 100 м/мин);
- горизонтальная подача – 100мм/мин;
- вертикальная подача – 50мм/мин:
- длина инструмента и используемая длина инструмента – по 45мм.

Вид формы для программирования операции 2 и формы для определения параметров инструмента и режимов резания показаны на рисунках 34 и 35.

Нажмите на "Новый", кликните по наружному контуру детали (подсветится), нажмите Enter. Система запросит координаты точки подвода центра фрезы в поле «Начал. Точки». В нашем примере это X-18Y60 (слева от детали по центру, деталь 120x120). У вас будет другое значение Y - в зависимости от размеров детали. Введите все параметры обработки (рис. 34).

Инструмент для выполнения операции – концевая фреза. Ее номер 2. Проставьте в окне «Определение инструмента» новые параметры инструмента и режимов резания (рис.35).

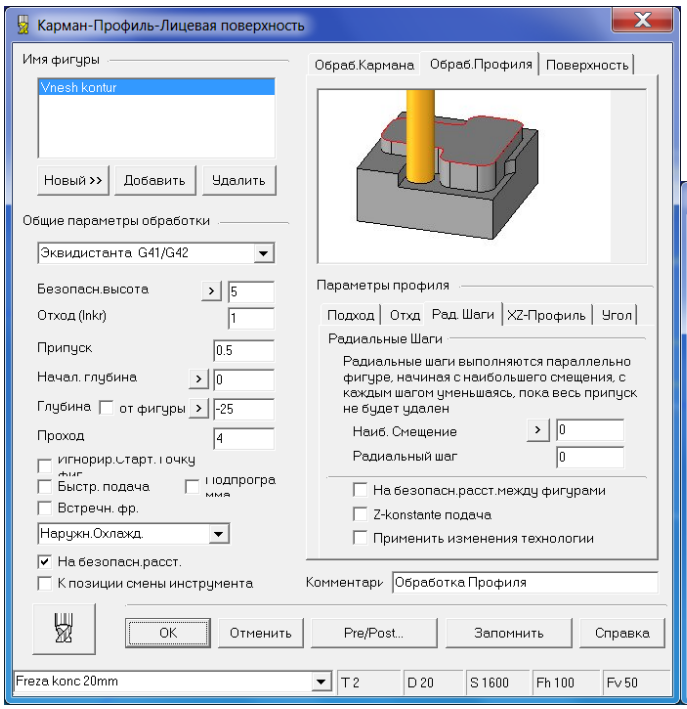


Рисунок 34 – Форма для программирования операции 2 «Черновая обработка наружного контура»

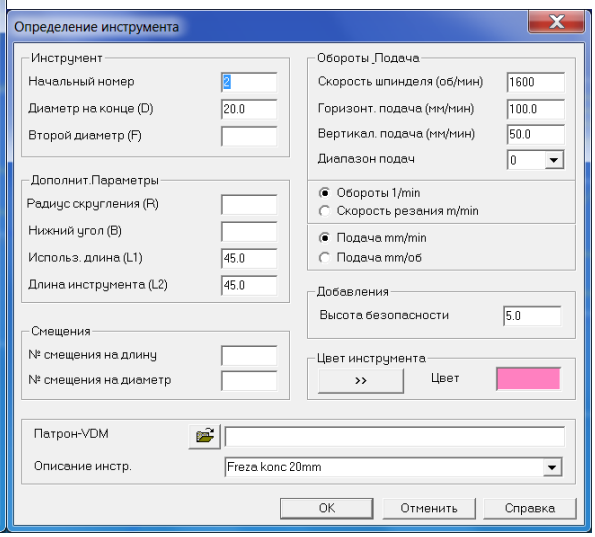


Рисунок 35 – Форма для определения параметров инструмента операции 2

Это ключевые скриншоты №5 и 6

Выберите новый цвет инструмента и введите его описание. После того, как параметры инструмента определены, нажмите OK, в окне **Определение инструмента**.

Запустите формирование операции клавишей OK в окне операции.

Смоделируйте операцию (раздел «Моделирование обработки»).

Операция 3 «Обработка кармана»

Данную операцию выполним с помощью типового цикла **Обработка кармана.** Вызовите команду, как в предыдущем случае. Параметры обработки:

- фигура обработки – «Карман»;
- точка быстрого подвода инструмента – X-60Y60 (центр заготовки) (у вас - см. габариты детали);
- начальная глубина – 0;
- глубина – -10 (у вас - см. чертеж детали);
- количество проходов – 3 (по вертикали);
- припуск на чистовую обработку – 0мм (обработка кармана выполняется за одну операцию);
- опция «Погружение в материал»:
  - форма траектории – по спирали;
  - угол спуска – 10 градусов;
  - радиус спирали – 10 мм;
- охлаждение – «Наружное охлаждение»;

- опция – «К позиции смены инструмента» – ВКЛ, так как следующая операция будет выполняться другим инструментом;
- инструмент и режимы резания - те же.

Вид формы для программирования операции показан на рисунке 36. Точка подвода центра фрезы здесь – центр заготовки.

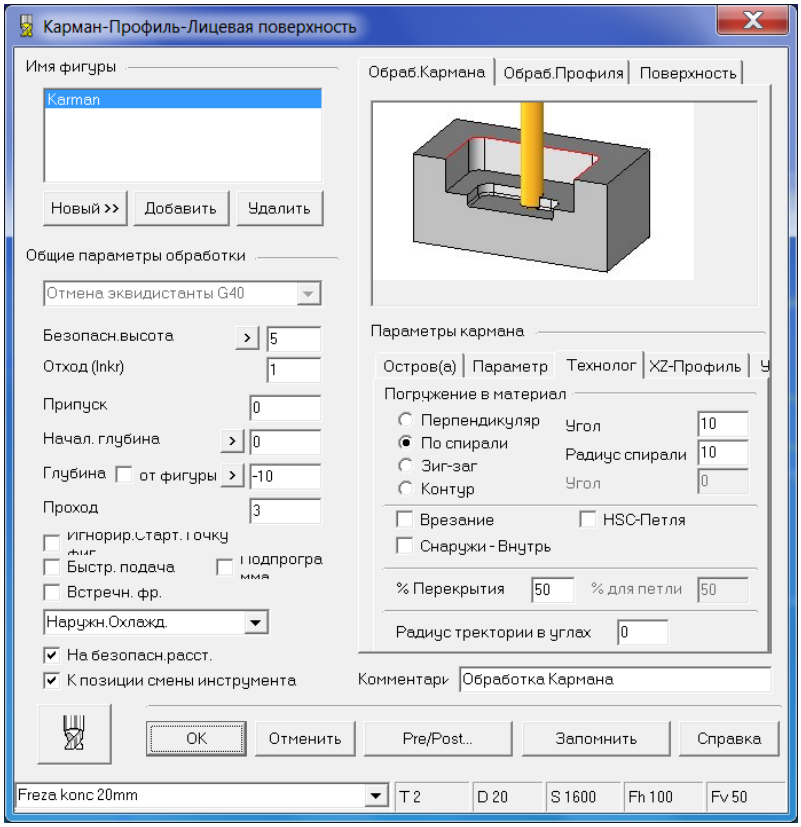


Рисунок 36 – Форма для программирования операции «Обработка кармана»

Это ключевой скриншот №7

Запустите формирование операции обработки кармана кнопкой OK. Смоделируйте операцию.

Операция 4 «Черновая обработки контура выступа»

Данную операцию выполним с помощью типового цикла **Обработка профиля** со следующими параметрами обработки:

- фигура обработки – Выступ;
- точка быстрого подвода инструмента – X-20Y60;
- начальная глубина – 0;
- глубина – -10;
- количество проходов – 4 (по вертикали);
- припуск на чистовую обработку – 0,5мм;
- охлаждение – наружное охлаждение;

- опция – «К позиции смены инструмента» – ВЫКЛ, так как инструмент будет использоваться в следующей операции;
- инструмент – концевая фреза диаметром 30мм с начальным номером 3
- скорость вращения шпинделя – 1060об/мин;
- горизонтальная подача – 100мм/мин;
- вертикальная подача – 50мм/мин;
- длина инструмента и используемая длина инструмента – по 45мм;
- опция «Радиальные шаги» (определяет порядок выполнения проходов на одном уровне Z):
    - наибольшее смещение – 8мм (определяет параметры эквидистанты относительно контура - в нашем случае выступа для первого чернового прохода – останется неснятым припуск в 8мм);
    - радиальные шаги – -2мм (знак «-» показывает, что это не количество проходов, а величина снимаемого припуска за один проход, т.е. 8 мм припуска будут вырезаться по 2 мм за проход).

Вид формы для программирования операции и формы для определения параметров инструмента и режимов резания показаны на рисунках 37 и 38.

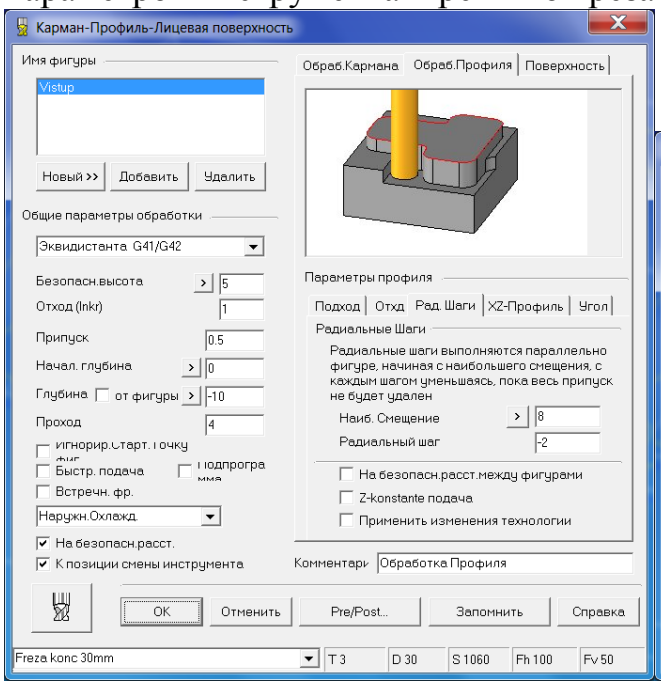


Рисунок 37 – Форма для программирования операции 4 «Черновая обработка контура выступа»

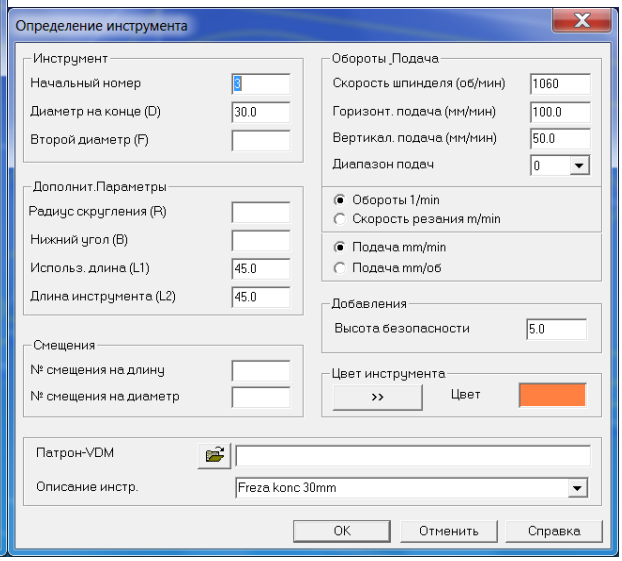


Рисунок 38 – Форма для определения параметров инструмента операции 4

Это ключевые скриншоты №8 и 9

Запустите формирование операции черновой обработки контура выступа. Смоделируйте операцию.

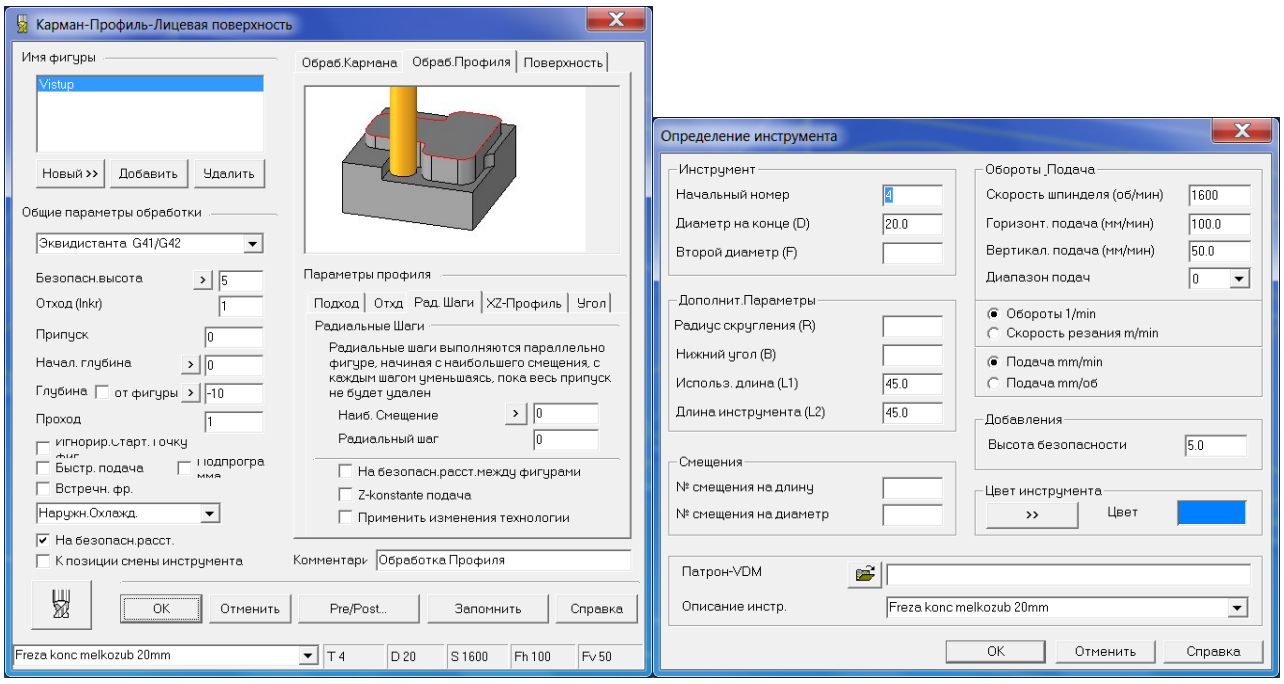
Операция 5 «Чистовая обработка контура выступа»

Данную операцию выполним с помощью типового цикла **Обработка профиля,** но в качестве шаблонной операции будем использовать предыдущую операцию черновой обработки, но обработку будем выполнять фрезой диаметром 20мм с мелким зубом. Для этого скопируем эту операцию в дереве операций (ПКМ по операции, выберем опцию Copy (копировать)), затем щелкнем ПКМ по этой операции и с помощью опции Paste (вставить) вставим операцию в дерево.

Отличия в параметрах обработки по сравнению с черновой операцией следующие:

- количество проходов – 1 (снятие припуска за один проход по вертикали);
- припуск на чистовую обработку – 0;
- подход – «По дуге» с радиусом дуги 2мм (врезание осуществляется с подводом инструмента по касательной дуге к обрабатываемой поверхности);
- опция – «К позиции смены инструмента» – ВЫКЛ, так как инструмент будет использоваться в следующей операции;
- опция «Встречное фрезерование» – ВКЛ, чтобы чистовая обработка выполнялась в направлении, противоположном черновой;
- опция «Радиальные шаги» – не используется, т.к. оставшийся припуск 0,5мм снимается за один проход.

Вид формы для программирования операции чистовой обработки наружного контура показан на рисунке 39а, инструмента – рис.30б. (Если для чистовой обработки вы будете использовать другой инструмент, например фрезу другого диаметра, или с более мелким зубом, то в предыдущее операции черновой обработки необходимо проставить в опции – «К позиции смены инструмента» – ВКЛ, а в форме «Определение инструмента» описать новый инструмент и параметры резания.)



а) б)

Рисунок 39 – Формы для программирования операции «Чистовая обработка контура выступа»

Это ключевые скриншоты №10 и 11

Запустите формирование операции чистовой обработки контура выступа. Смоделируйте операцию.

Операция 6. «Чистовая обработка наружного контура»

Операцию чистовой обработки наружного контура выполним с помощью типового цикла **Обработка профиля**. В качестве шаблона будем использовать предыдущую операцию. Операцию выполняем тем же инструментом. Скопируйте операцию черновой обработки - щелкнуть ПКМ по последней операции и выполнить опцию «Paste» - вставить.

Удалим контур Выступа в окне "Имя фигуры" и введем вместо него наружный контур

Отличия в параметрах обработки:

- Глубина - -25;
- опция – «К позиции смены инструмента» – ВКЛ, так это последняя операции обработки;

Вид формы для программирования операции чистовой обработки наружного контура показан на рисунке 40.

Заполните форму и запустите операцию кнопкой OK.

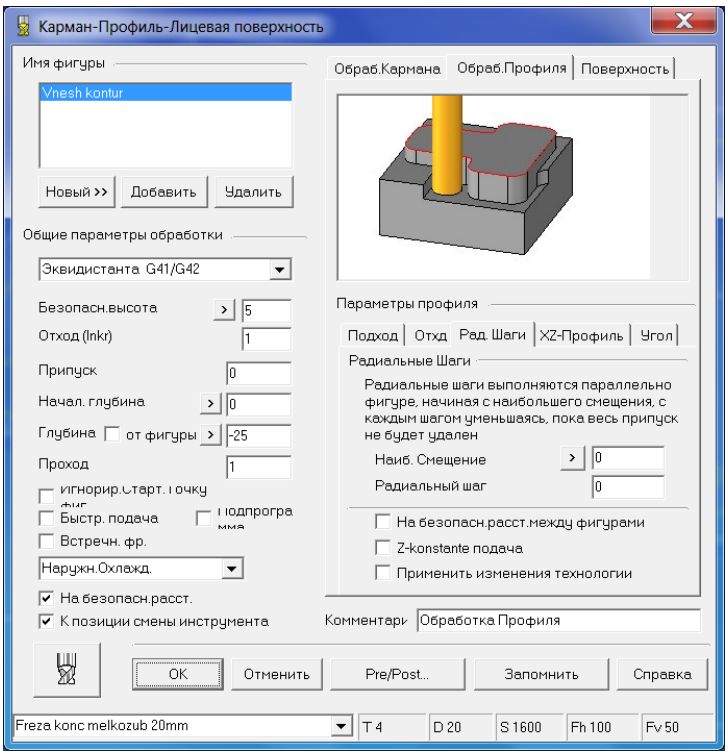


Рисунок 40 – Форма для программирования операции «Чистовая обработка наружного контура»

Это ключевой скриншот №12

Смоделируйте операцию.

Операция 7. «Сверление 4-х отверстий»

Операцию сверления 4-х отверстий выполним с помощью типового цикла **Однопроходного сверления G74/G84**.

Параметры обработки:

- группа обработки – G1;
- начальная глубина – 0;
- глубина – -25 (на 21 мм ниже нижнего уровня заготовки);
- охлаждение – «Наружное охлаждение»;
- опция – «К позиции смены инструмента» – ВКЛ, так как инструмент не будет использоваться в следующей операции;
- опция «Выход инструмента» – ВКЛ (система автоматически по параметрам сверла и указанной глубине вычислит необходимый размер перемещения сверла по оси Z с учетом конусности сверла);
- инструмент – сверло диаметром 12мм с начальным номером 4;
- диаметр на конце – 0;
- второй диаметр – 12мм;
- нижний угол – 118;
- скорость вращения шпинделя – 300об/мин;
- горизонтальная подача – 100мм/мин;
- вертикальная подача – 50мм/мин:

- длина инструмента и используемая длина инструмента – по 45мм и 65мм, соответственно.

Группа G1 вводится через «Новый» - клик по любому из центров отверстий (они уже объединены в группу), затем Enter. (Тысячу раз кликать по крестику не надо, достаточно одного, иначе при каждом клике эта группа еще раз запишется в список обработки). Вид формы для программирования операции сверления 4-х отверстий и формы для определения параметров инструмента и режимов резания показаны на рисунках 41 и 42.

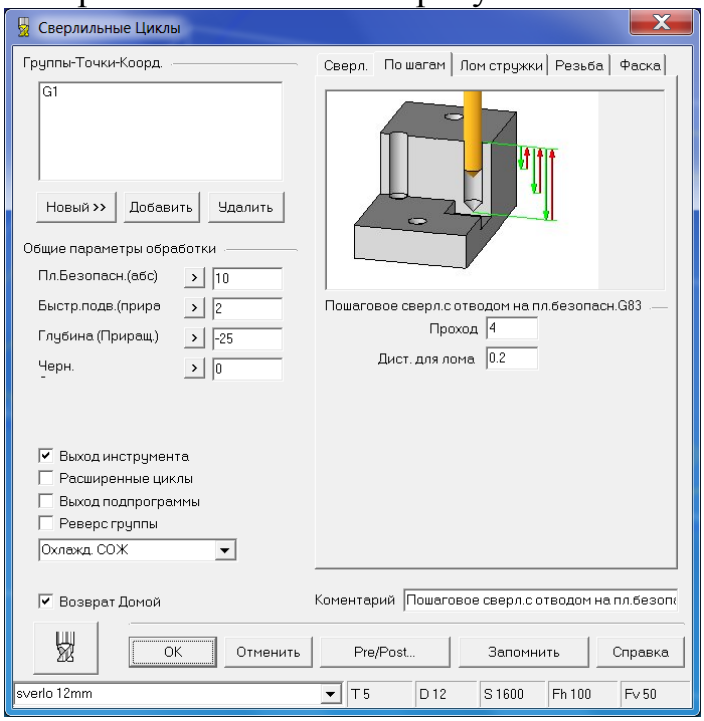


Рисунок 41 – Форма для программирования операции «Сверление 4-х отверстий»

Это ключевой скриншот №13

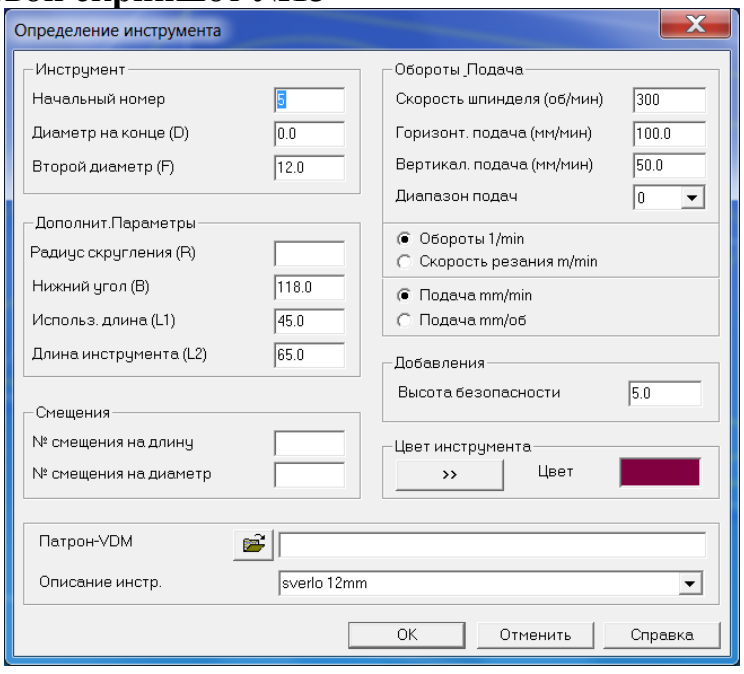


Рисунок 42 – Форма для программирования инструмента

Это ключевой скриншот №14.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ

После формирования программы можно наблюдать, как обрабатывается заготовка. Для этого необходимо воспользоваться подсистемой моделирования, имеющейся в составе PEPS Milling 2,5D.

Отобразите на экране изометрическое изображение детали.

Нажмите кнопку **Моделирование обработки** на Инструментальной панели (на рисунке 43 показана стрелкой).

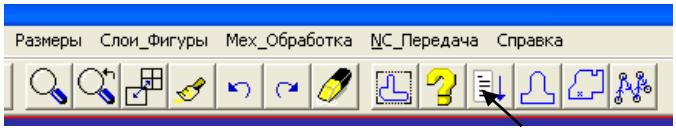


Рисунок 43 – Включение моделирования обработки

В открывшемся окне выберите опцию Solid. Будет отображено твехмерное тело, представляющее заготовку.

Также на экране будет отображено диалоговое окно управления моделированием (рис.44).

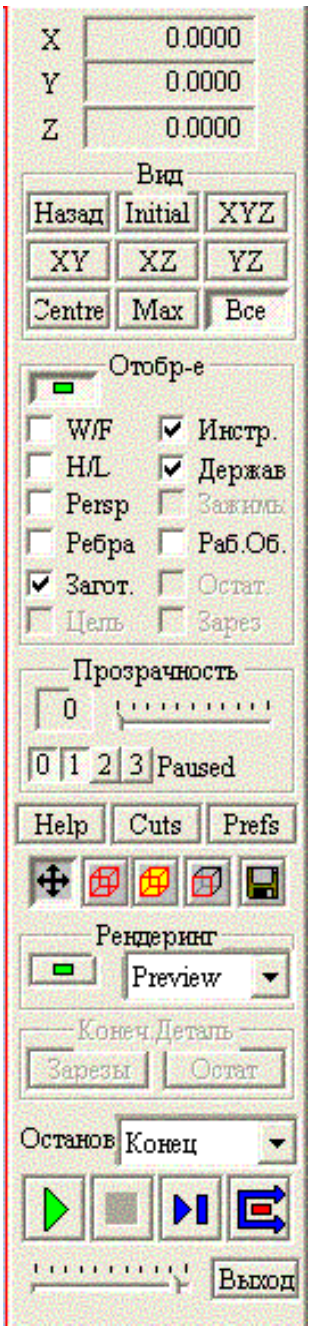


Рисунок 44 – Панель управления моделированием обработки

С помощью регулятора, расположенного в низу панели, можно управлять скоростью моделирования. С помощью нажатой левой клавиши мыши переместите регулятор в среднее положение.

Чтобы начать процесс моделирования, необходимо нажать кнопки в нижней части панели. Кнопка обеспечивает непрерывное отображение всех сформированных операций от первой до последней. Возможна настройка остановок моделирования с помощью переключателя «Конец». При этом в выпадающем списке можно выбрать отображение до конца программы (Конец), с остановками при смене инструмента или при выполнении быстрых перемещений.

Кнопка обеспечивает пошаговый просмотр всех операций, включая отдельные рабочие проходы.

С помощью кнопки можно формировать сечения детали и рассматривать результат обработки внутренних полостей детали. При нажатии этой кнопки система выдает окно для управления показом сечений (рис.45).

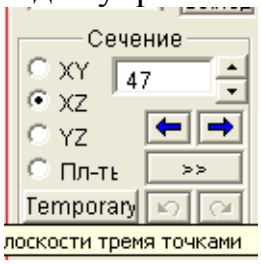


Рисунок 45 – Панель управления сечениями

Плоскость сечения можно перемещать с помощью кнопок . При этом плоскость будет перемещаться в указанном направлении XY, XZ, или YZ.

Само сечение реализуется с помощью кнопок .

В заключении система покажет окончательный вид обработанной детали.

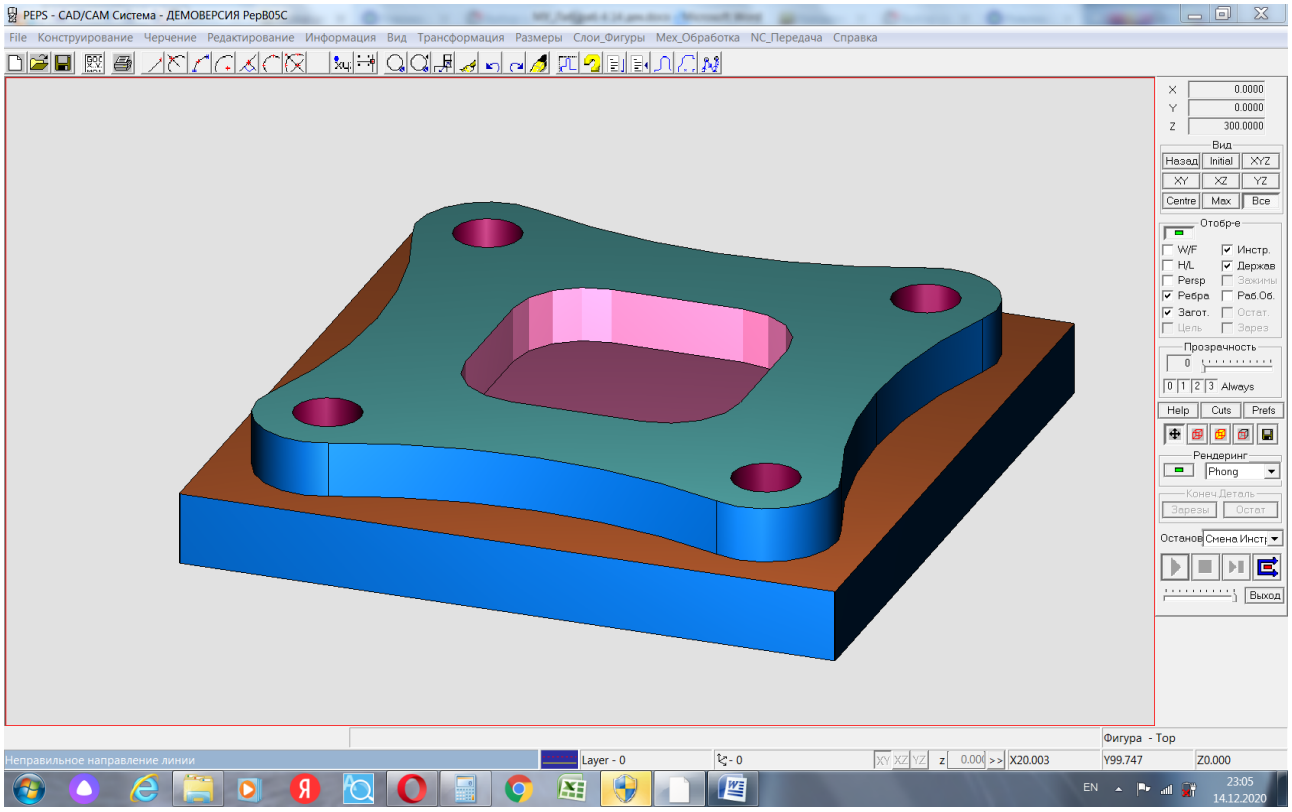


Рисунок 46 – Обработанная деталь

Это ключевой скриншот №15

Когда моделирование закончено, нажмите кнопку **Выход**, чтобы выйти из моделирования.

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Ленков Михаил Владимирович, Заведующий кафедрой АИТП	**07.07.25** 14:47 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Ленков Михаил Владимирович, Заведующий кафедрой АИТП	**07.07.25** 14:47 (MSK)	Простая подпись