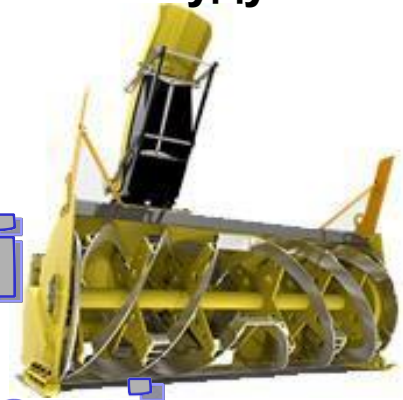
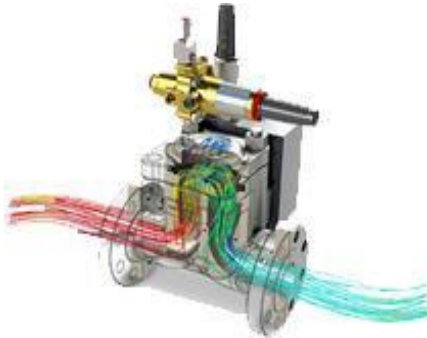


Міністерство освіти і науки України

**Центральноукраїнський національний технічний
університет**

Кафедра сільськогосподарського машинобудування



Сучасні комп'ютерні технології

методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

для студентів спеціальностей:
133 «Галузеве машинобудування» та
208 «Агроінженерія»



Кропивницький 2018

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з курсу
«Сучасні комп'ютерні технології»

для студентів спеціальностей:
133 «Галузеве машинобудування» та
208 «Агроінженерія»

Кропивницький 2018

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Сучасні комп'ютерні технології в машинобудуванні» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» та «Сучасні комп'ютерні технології в сільськогосподарському виробництві» для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Укл. С.М. Мороз, О.В. Анісімов, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, Д.І. Петренко. – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 81 с.

Укладачі: С.М. Мороз
О.В. Анісімов
О.М. Васильковський
С.М. Лещенко
Д.І. Петренко

Рецензенти: В.В. Амосов – канд. техн. наук, доцент кафедри сільськогосподарського машинобудування;
Ю.В. Мачок – канд. техн. наук, доцент кафедри сільськогосподарського машинобудування.

Ухвалено
на засіданні кафедри
сільськогосподарського
машинобудування
Протокол № 9 від 21.02.2018 р.

Курси дисциплін «Сучасні комп'ютерні технології в машинобудуванні» та «Сучасні комп'ютерні технології в сільськогосподарському виробництві» призначені для набуття студентами навичок роботи в 3D моделюванні з використанням програми SolidWorks, системних знань створення і редагування конструкторської та текстової інформації для створення презентацій проведених розробок, професійних навичок аналітично-образного мислення, оволодіння професійною термінологією, освоєння сучасних технологій створення предметного та інформаційного середовища, розширення їх об'ємно-просторового мислення.

Студенти повинні навчитися:

- створювати тривимірні моделі деталей вузлів машини;
- створювати креслення деталі з тривимірної моделі;
- проводити аналіз правильності проведених побудов з використанням спецзасобів програми SolidWorks;
- об'єктивно аналізувати процес сучасного формоутворення, розуміти його проблеми, покращувати надійність розробок, вміти раціонально використовувати матеріали.

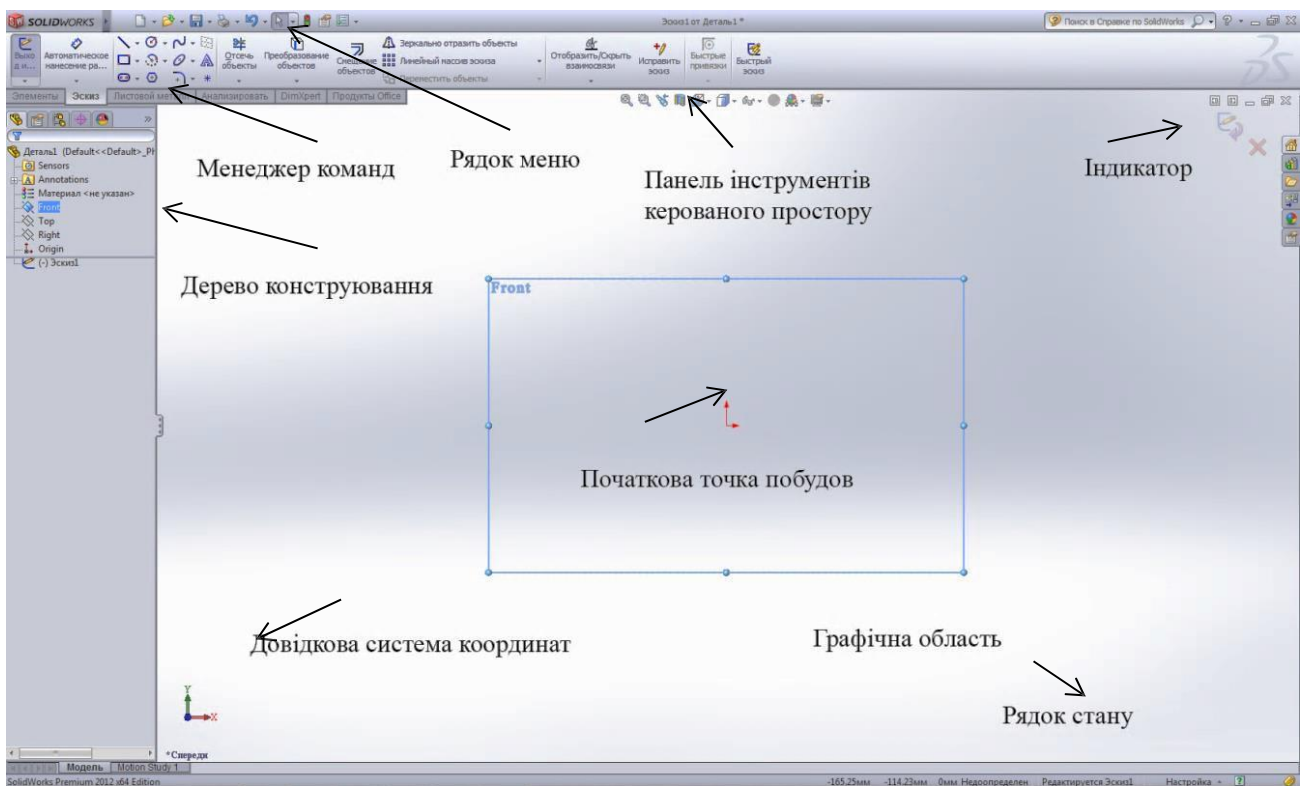
Лабораторна робота №1

Побудова простих деталей методом видавлювання


Мета роботи: отримати навички побудови простих деталей сільськогосподарських машин, використовуючи метод видавлювання в програмі SolidWorks.

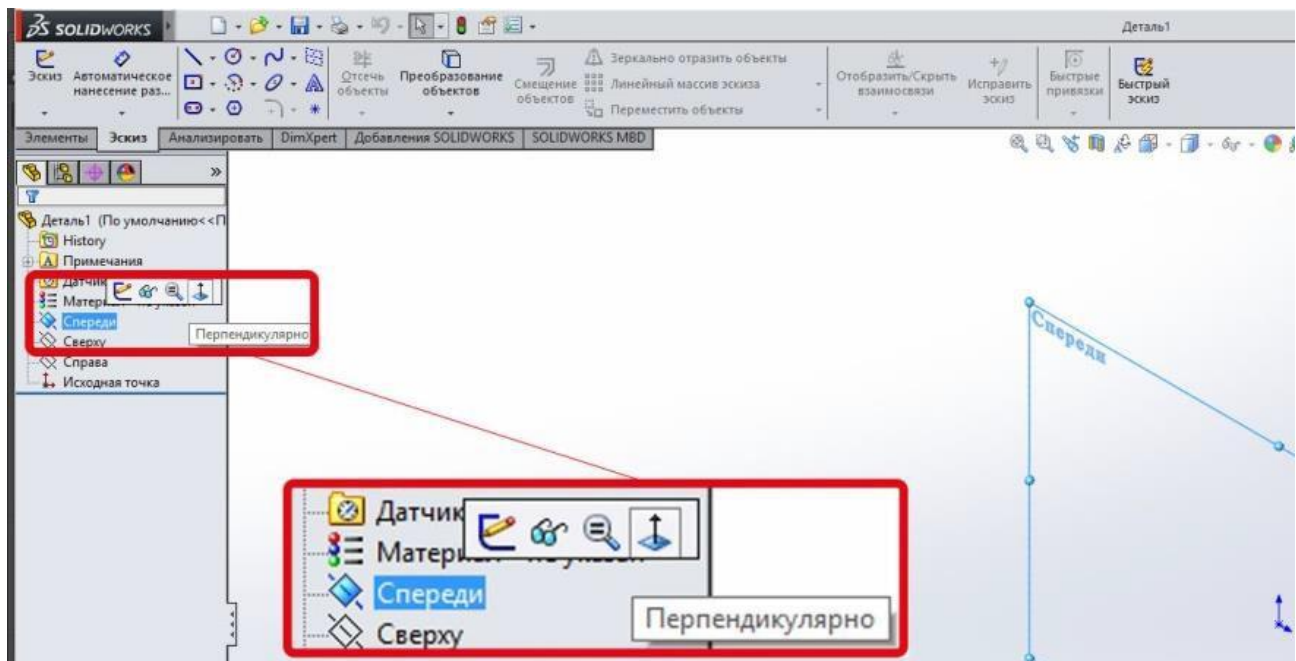
Порядок виконання роботи


Ознайомитися з інтерфейсом програми SolidWorks.



Побудова нової деталі починається з натиснення кнопки **Создать** на панелі інструментів **Стандартная**.

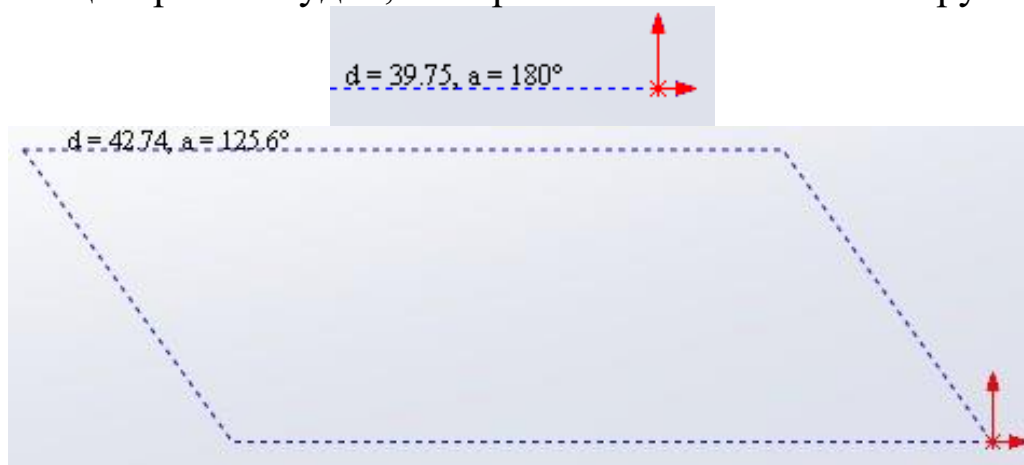
Далі необхідно вибрати в дереві конструювання площину **Спереди** та натиснути на кнопку **Перпендикулярно** .




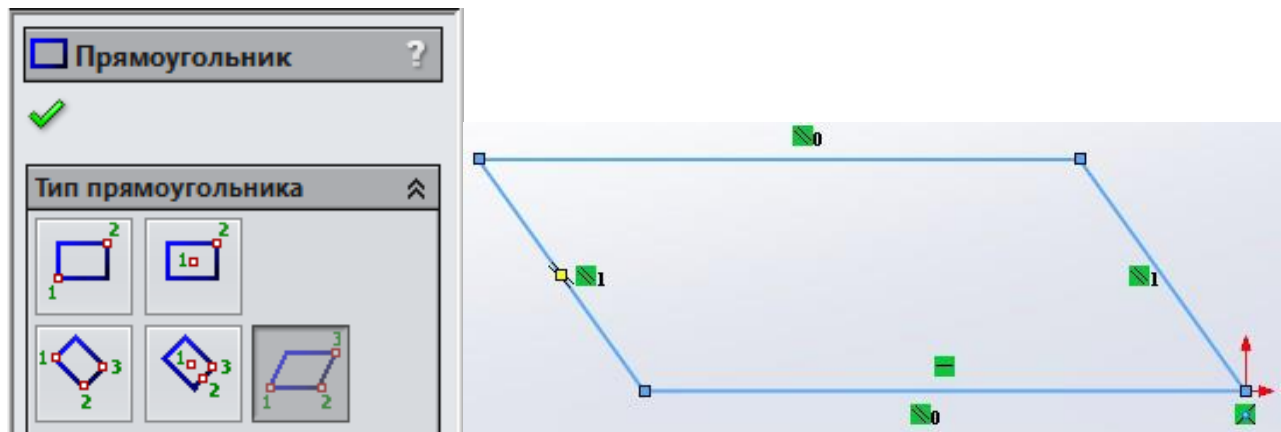
Необхідно відкрити двовірний ескіз, натиснувши кнопку **Эскиз**  на панелі інструментів **Эскиз**.


Обираємо інструмент **Параллелограмм**  на панелі інструментів **Инструменты эскиза**.

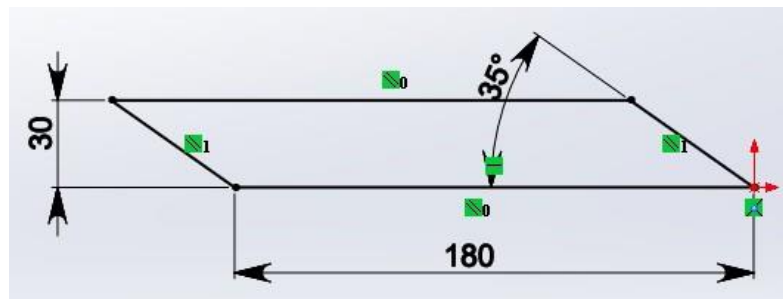
Щоб створити паралелограм задайте вихідну точку ескизу, яка співпадає з центром побудов, та перемістіть покащик нагору й ліворуч.




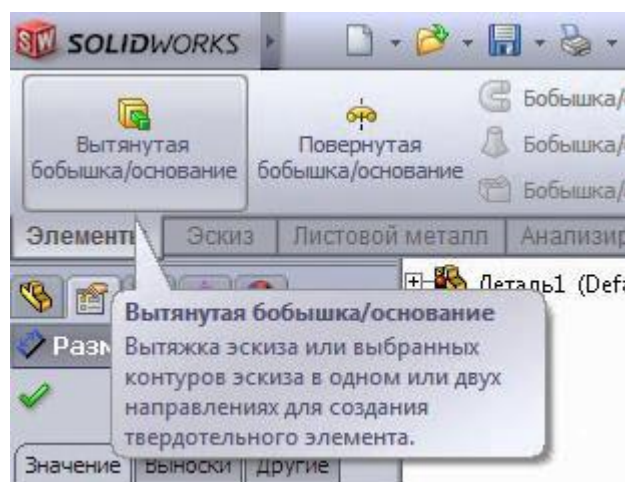
Натиснути ще раз кнопку миші, щоб закінчити побудову паралелограма та на значку **ОК**  у менеджері властивостей **Прямоугольник**.



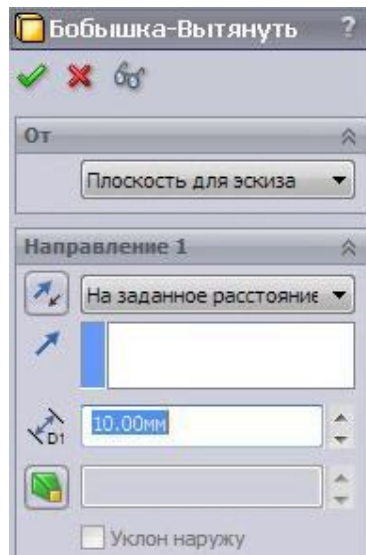
Використовуючи інструмент **Автоматическое нанесение размеров**  установите размеры параллелограмма, как показано ниже.



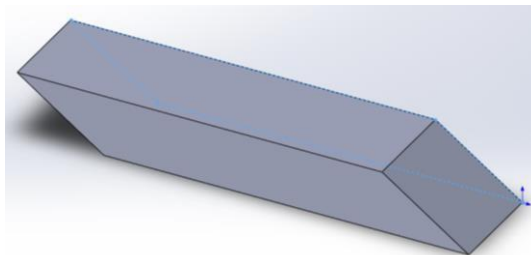
Перейдите с панели инструментов **Эскиз** на панель **Элементы** та натисніть кнопку **Вытянутая бобышка/основание** .




З'явиться діалогове вікно **Бобышка–Вытянуть**.




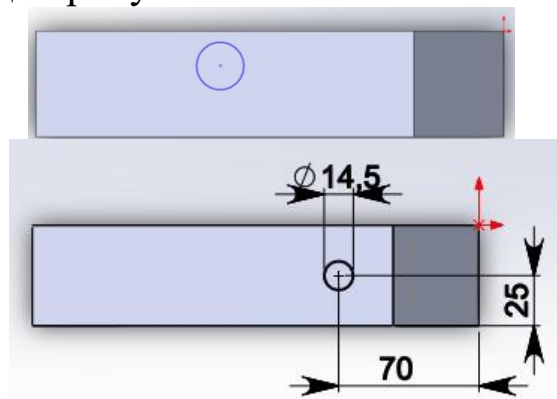
Змініть налаштування глибини на відстань 50. Створіть витяжку й натисніть кнопку **ОК**.



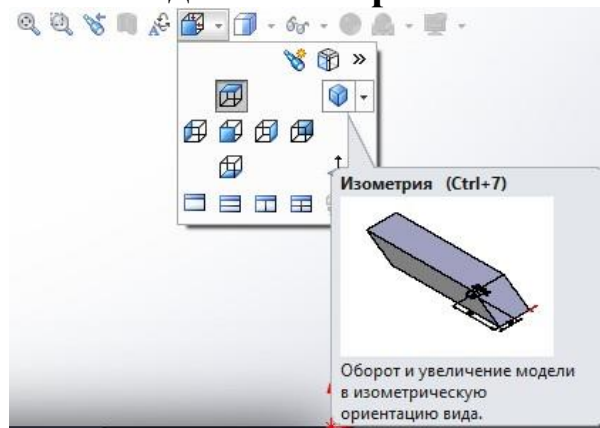
Долото кріпиться до лапи за допомогою різьбового з'єднання. Крім того, після зношування гострої крайки його перевстановлюють шляхом обертання навколо осі на 180° . Таким чином, в деталі необхідно створити два отвори під болти.

Створюємо новий ескіз. Обираємо в дереві конструювання площину **Сверху**. Щоб грань, на якій створюється ескіз, стала перпендикулярно до нас, тиснемо кнопку **Перпендикулярно** .



Тиснемо кнопку **Эскиз** на панелі інструментів **Эскиз** та створюємо коло довільного розміру в довільному місці на виді деталі. Використовуючи інструмент **Автоматическое нанесение размеров**  установіть розміри згідно рисунка.

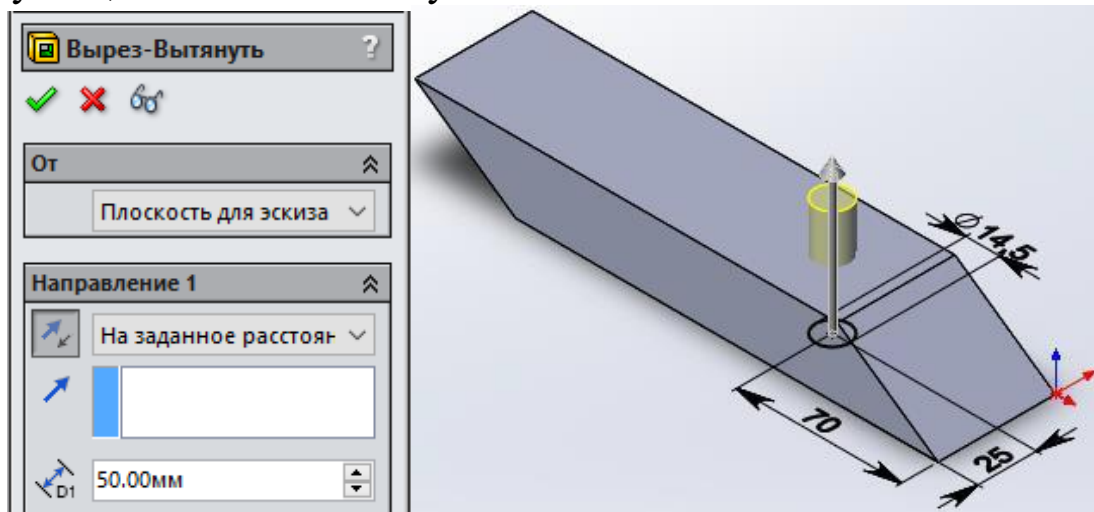


Створюємо отвір. Для цього на панелі **Ориентация видов** слід обрати режим відображення видів **Изометрия**.



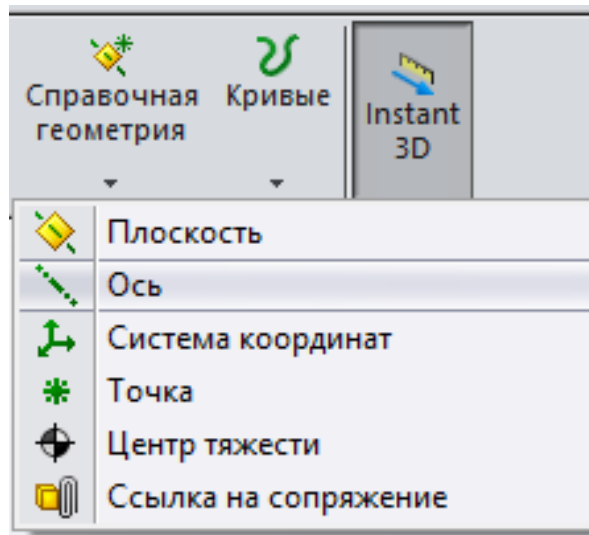
Всі наступні побудови здійснюються в режимі відображення видів **ИЗОМЕТРИЯ**.

Перейдіть спочатку на панель інструментів, потім на панель **Элементы** та натисніть кнопку **Вытянутый вырез** . В менеджері властивостей, що з'явився, у вікні **Направление 1** змінити параметр **На заданное расстояние** параметром **Насквозь**. Натисніть спочатку кнопку реверсу , а потім на кнопку **ОК**.

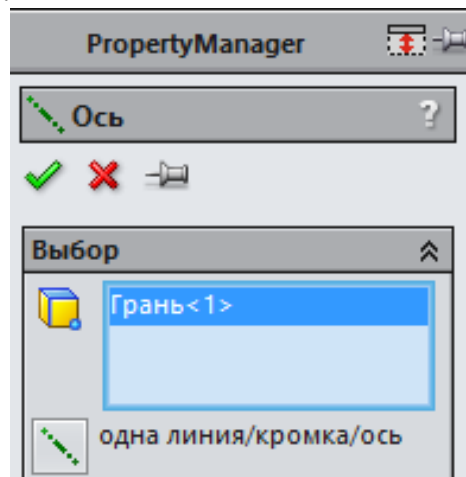


Щоб болт не міг обертатися під час кріплення долота до лапи необхідно створити квадратні отвори для його підголівника.

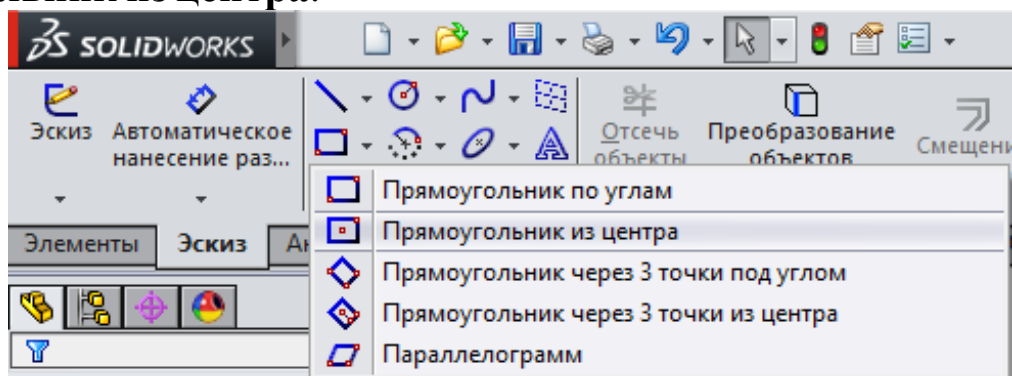
Для цього створимо довідкову вісь. На панелі інструментів **Элементы** в списку інструментів **Справочная геометрия** обираємо інструмент **Ось**.



З'явиться менеджер властивостей **Ось**. Виділіть поверхню отвору та клацніть на кнопці **ОК**.



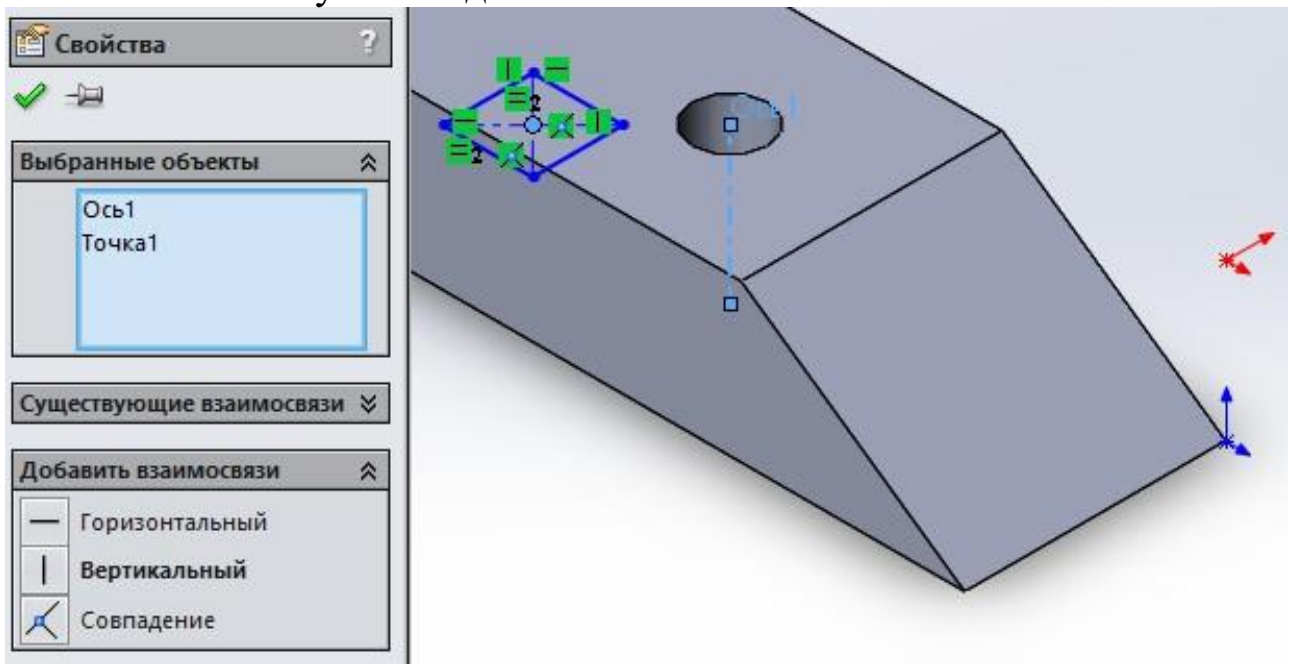
Створюємо новий ескіз шляхом виділення верхньої грані деталі (клацнути на ній лівою кнопкою миші). На панелі інструментів **Эскиз** у списку інструментів **Прямоугольник** обираємо інструмент **Прямоугольник из центра**.



Створюємо прямокутник довільного розміру в довільному місці.

Проводимо суміщення осі майбутнього квадратного отвору з віссю існуючого циліндричного. Виділяємо в дереві конструювання **Ось 1**, натискаємо на клавіатурі клавішу **Ctrl** та клацаємо по центральній точці

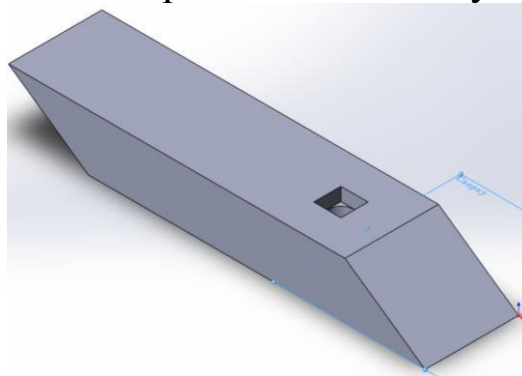
прямокутника. З'явиться менеджер властивостей **Свойтва**. В ньому натискаємо кнопку **Совпадение**.



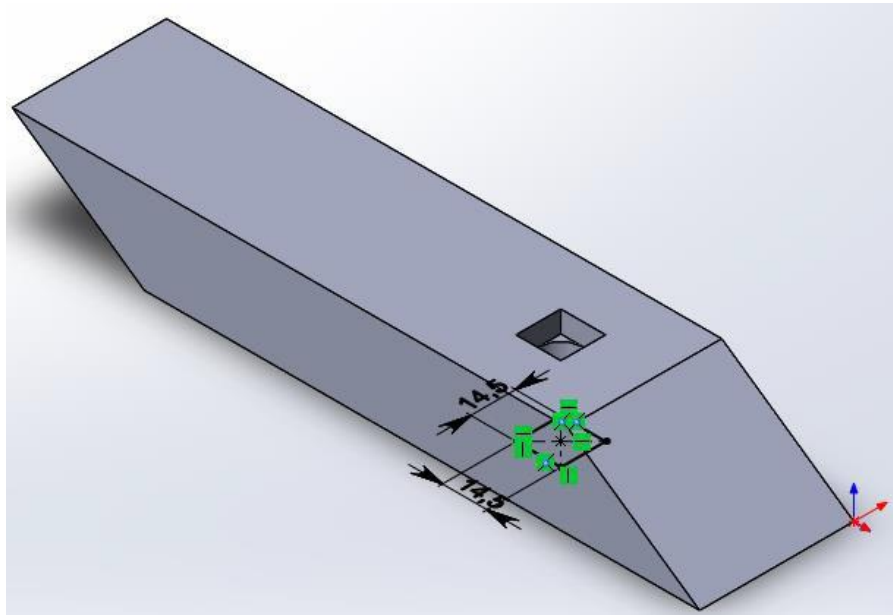
Використовуючи інструмент **Автоматическое нанесение размеров**  установить размеры сторон прямоугольника 14,5 мм.

Створіть виріз глибиною 7 мм.

Створюємо квадратний отвір з нижнього боку долота.

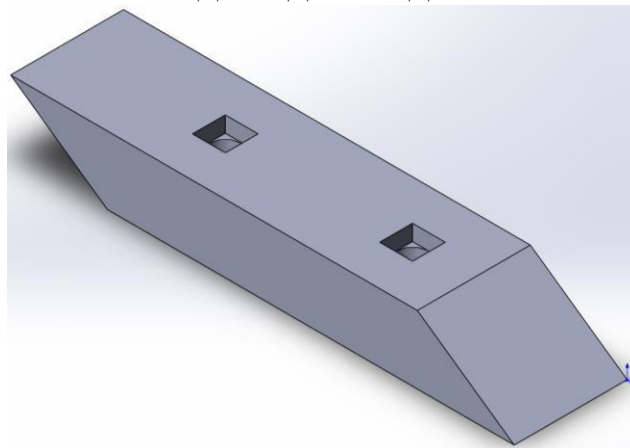


В дереві конструювання виділяємо площину **Сверху**. Створюємо прямокутник із центра довільного розміру. Суміщаємо центр прямокутника з додатковою віссю 2, як робили раніше. Задаємо розмір сторін прямокутника 14,5×14,5 мм та створюємо виріз глибиною 7 мм.



Створюємо другий отвір. Для цього в дереві конструювання виділяємо площину **Сверху** та створюємо коло на відстані 110 мм від центру побудов таким самим чином, як при створенні першого отвору. Всі інші побудови здійснюємо аналогічно створенню першого отвору.

В результаті отримаємо модель деталі долота.



КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Які елементи були використані для створення деталі?
2. Що робить елемент **Вырез-Вытянуть**?
3. Як визначити лінійний розмір елементу деталі?
4. Як визначити кут між елементами деталі?
5. Як змінити значення розміру?
6. Як називається елемент, що використовується для створення порожнини в деталі?
7. Як називається область екрана, на якій відображається робота програми?
8. Для чого служить діалогове вікно **Изменить**?

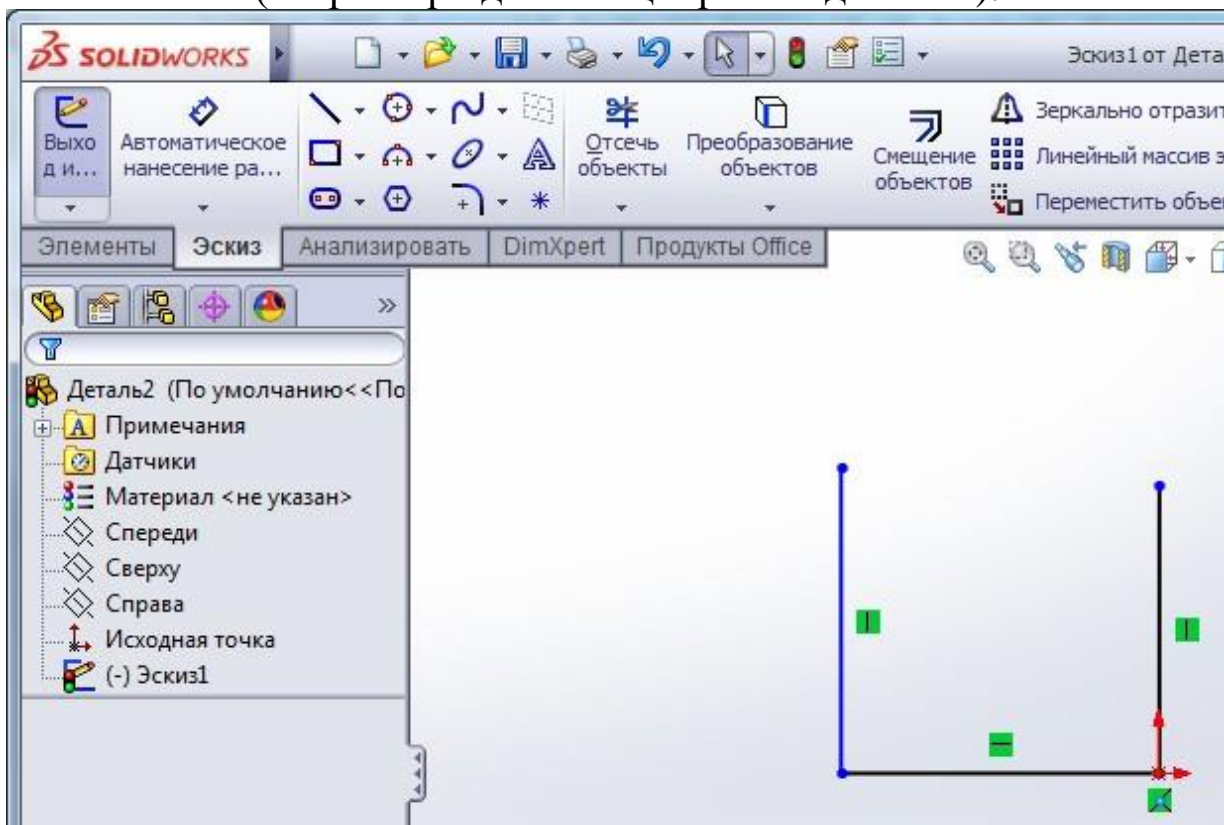
Лабораторна робота №2

Побудова призми

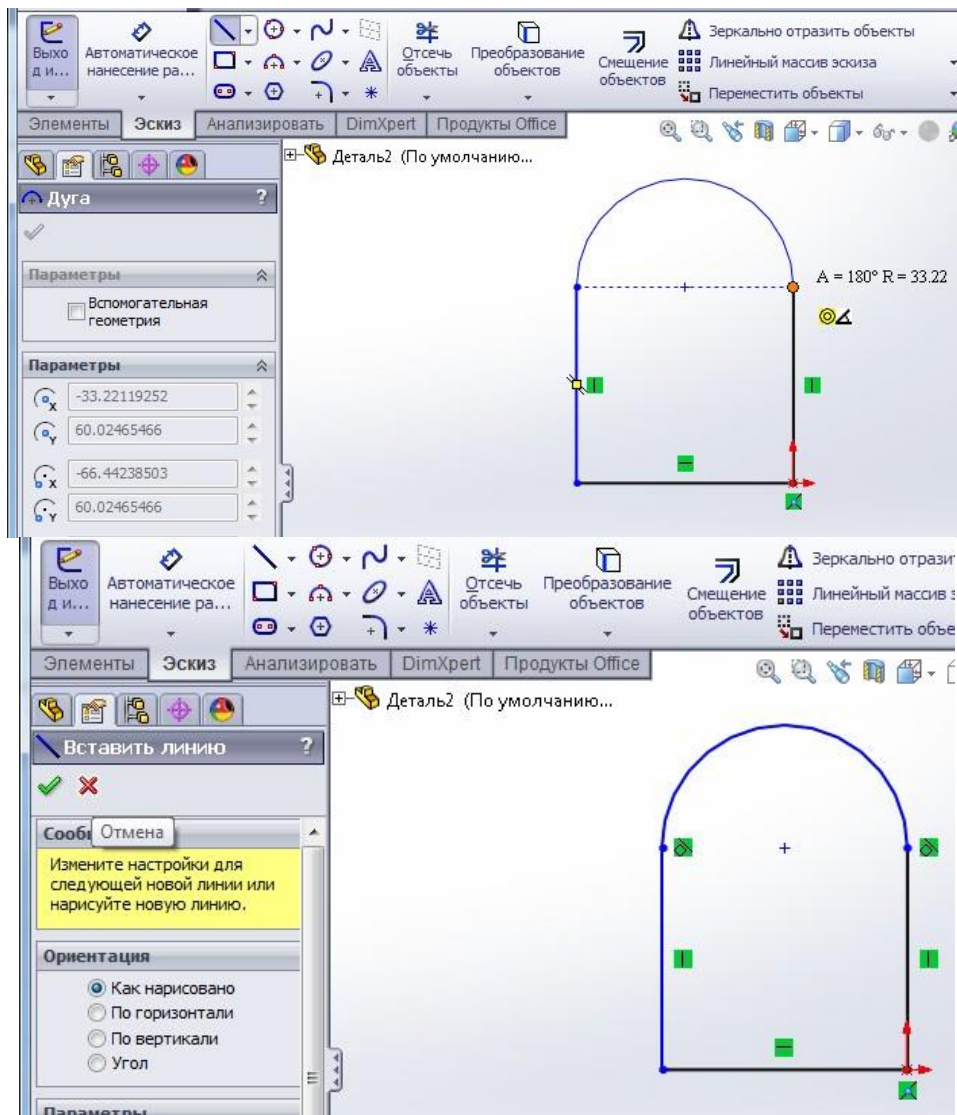
Мета роботи: отримати навички побудови призматичних деталей сільськогосподарських машин, використовуючи метод видавлювання в програмі SolidWorks.

Порядок виконання роботи

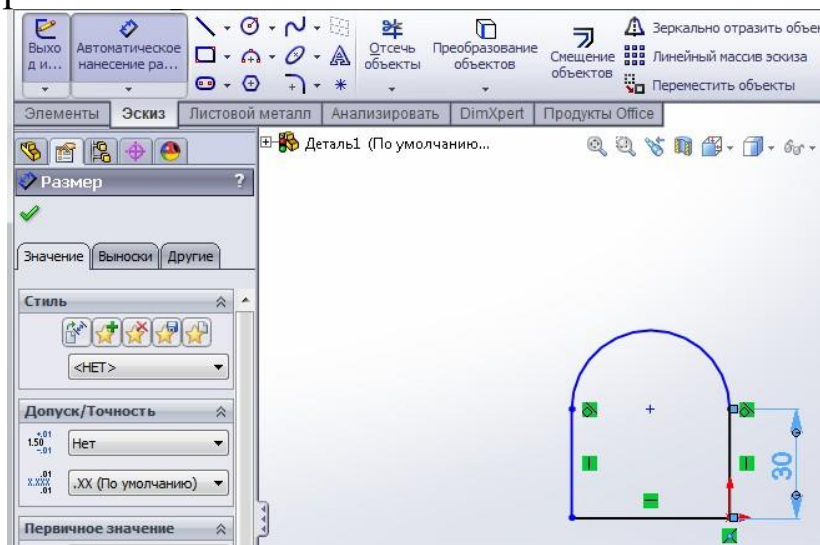
Побудуємо з перпендикулярних відрізків ламану фігуру як показано нижче (всі розміри деталі в цій роботі довільні).

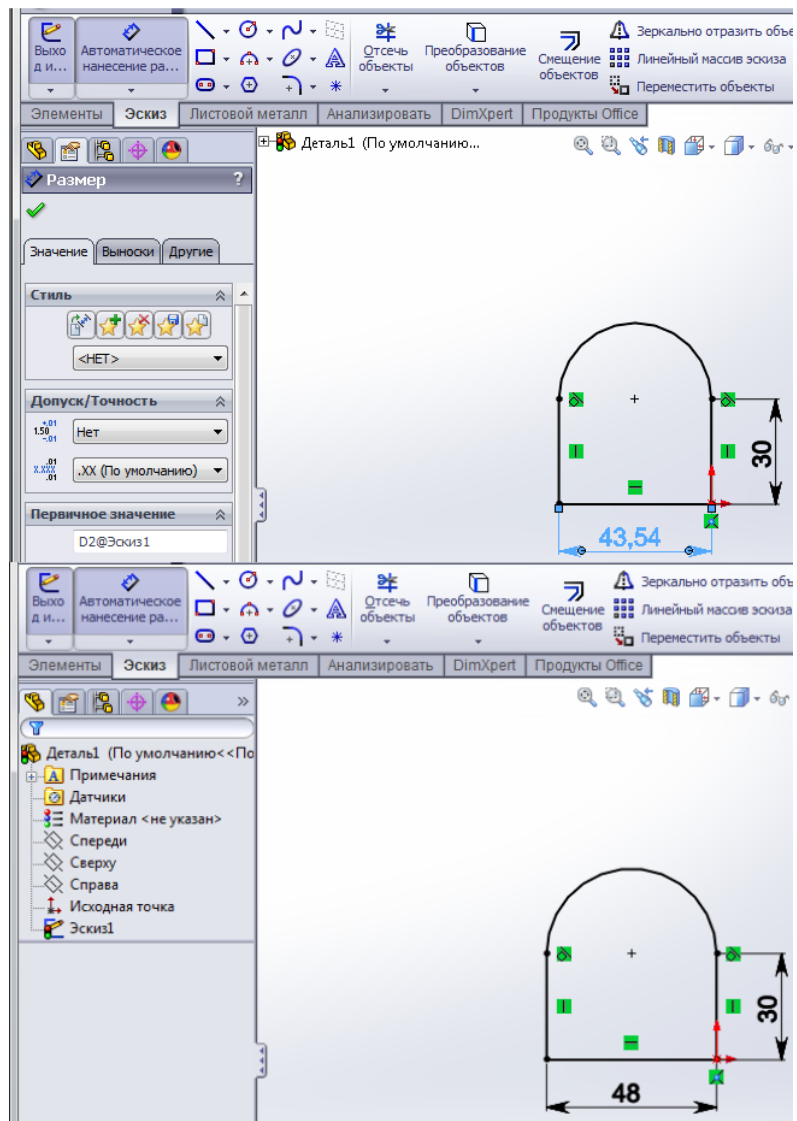


З верхніх точок побудувати дугу, використовуючи один з трьох інструментів побудови дуг, або не вимикаючи кнопку побудови ліній, помістити курсор точно в верхній точці кінця будь-якого відрізка і, натиснувши ліву клавішу миші, переміщуйте одночасно трохи вгору і в бік до верхнього кінця, як показано на рисунку нижче.

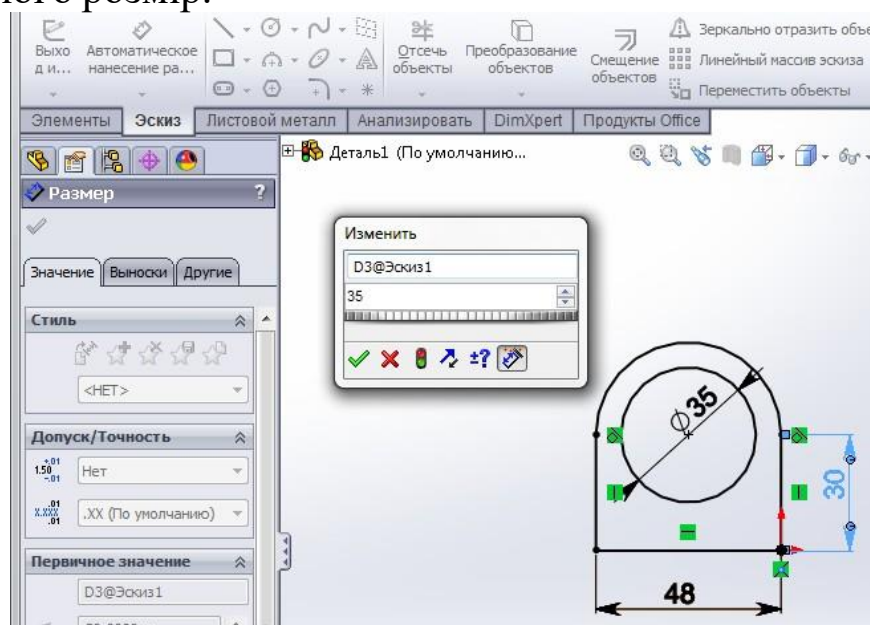


Задаємо висоту бокових відрізків 30 мм та проставимо розмір. Проставимо також розмір ширини основи, яка більша за вертикальний відрізок у 1,6 разів.

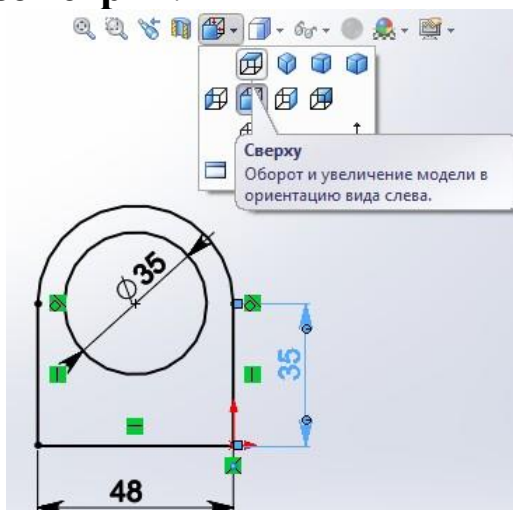




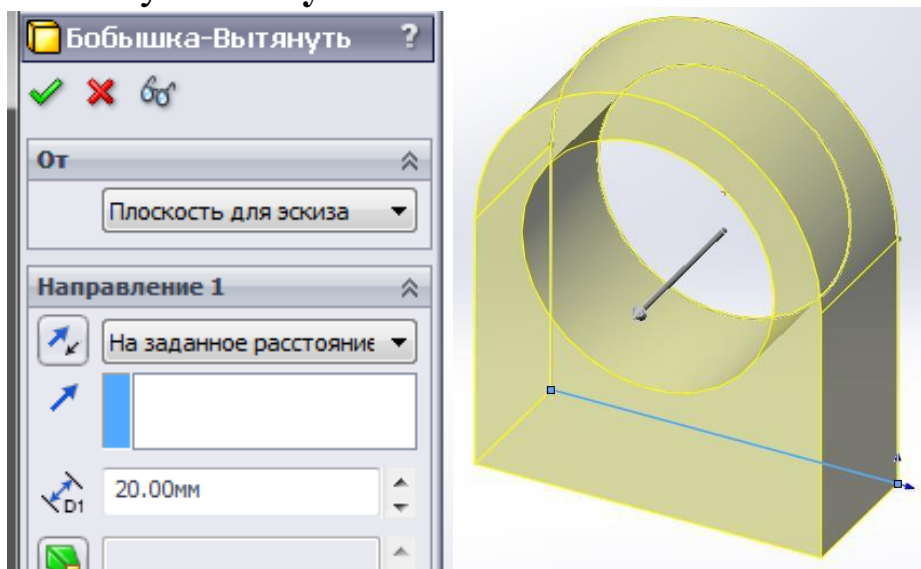
Побудуємо коло, радіус якого менший за радіус дуги на 6,5 мм. Для цього будуємо коло, центр якого є одночасно центром дуги та проставляємо його розмір.



Змінимо вид ескізу на ізометричний, задавши команду **Ориентация видов→Изометрия**.



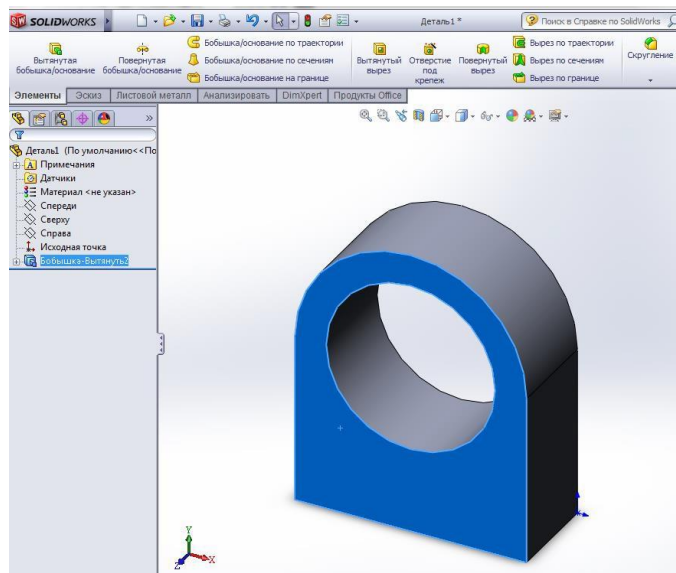
Переходимо з панелі **Эскизы** на панель **Инструменты** та натискаємо на кнопку **Вытянутая бобышка/основание**



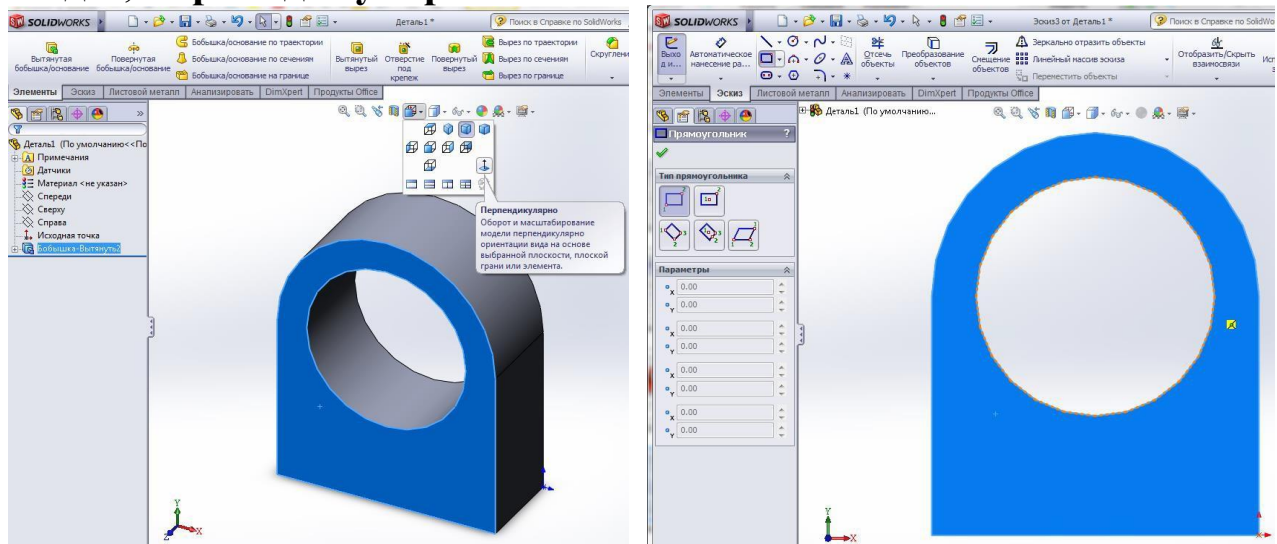
За необхідності, у полі **Глубина** вікна **Бобышка/Вытянуть** задати значення 20 мм й натиснути



Створимо прорізь в нижній частині деталі. Натисніть лівою клавішею миші на вкладку **Эскиз** потім на кнопку **Эскиз** та наведіть курсор на передню грань деталі. Поряд с курсором повинен з'явитися жовтий квадрат

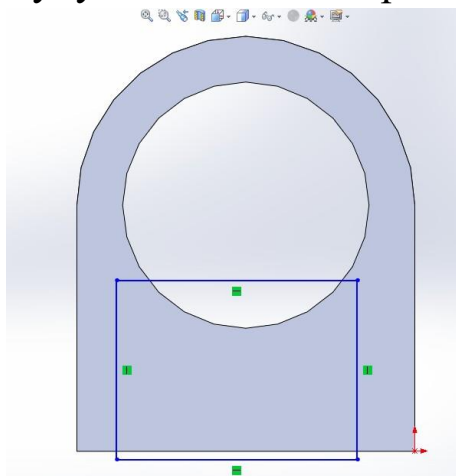
Установіть нову площину побудов, клацнувши лівою кнопкою миші на передній грані. Обрана грань змінить свій колір.



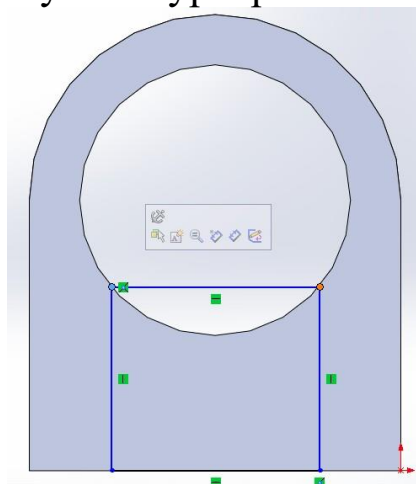
Клацніть по значку **Стандартные виды** , а потім у вікні, що випадає, **Перпендикулярно**.



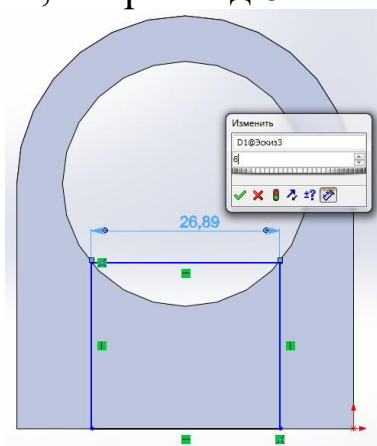
В інструментальній палітрі **Эскиз**  натисніть кнопку **Прямоугольник**  та побудуйте довільний прямокутник.



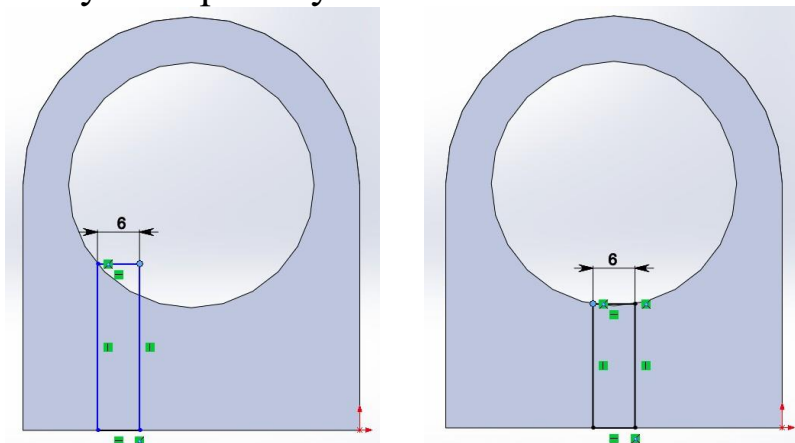
Зробіть так, щоб вершини прямокутника знаходились, відповідно, на основі та на колі, перетягнувши курсором їх на відповідні місця.




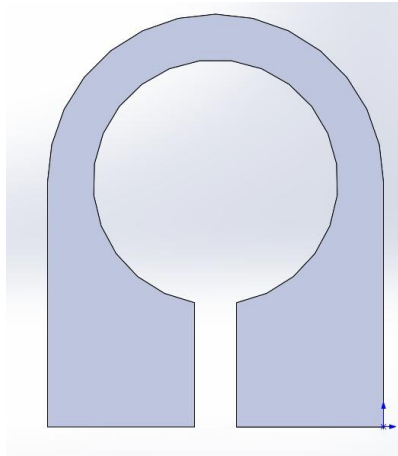
Задаємо значення прорізи, наприклад 6 мм.



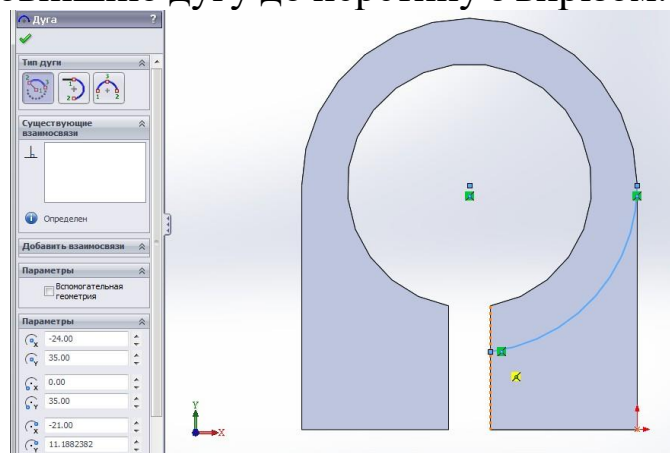
Якщо отриманий прямокутник розташований не симетрично до осі деталі, то необхідно підвести курсор до верхнього кута й коли біля нього з'явиться зелений кружечок (захват кута), натиснувши і не відпускаючи ліву кнопку миші, обережно потягти кут до кола, а після появи символу прив'язки відпустити кнопку миші. Таку ж операцію проводимо з іншим кутом прямокутника.



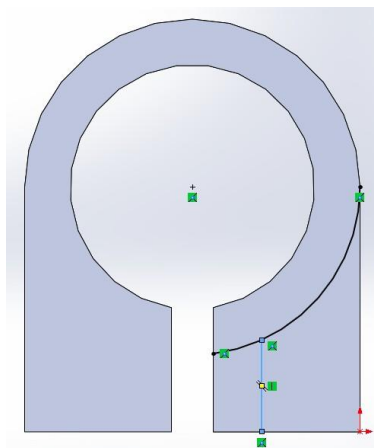
Далі необхідно перейти з панелі інструментів **Эскиз** на панель **Элементы** та після виділення прямокутника натиснути кнопку **Вытянутый вырез** .



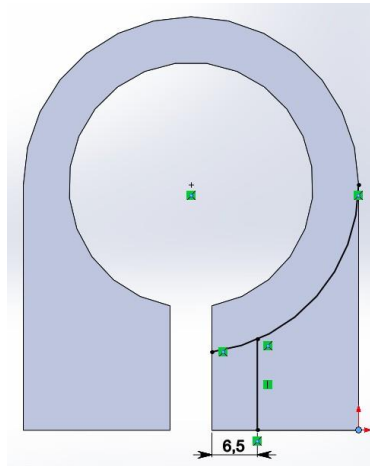
Продовжимо зовнішню дугу до перетину з вирізом.




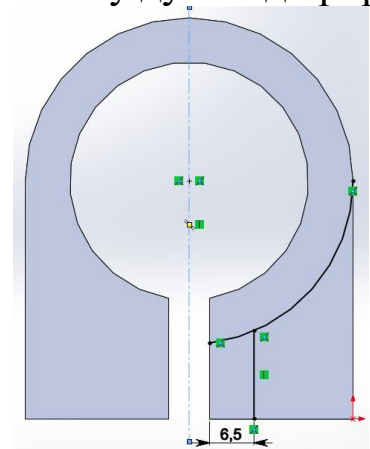
На одній з половин проводимо лінію від основи до створеної щойно дуги.



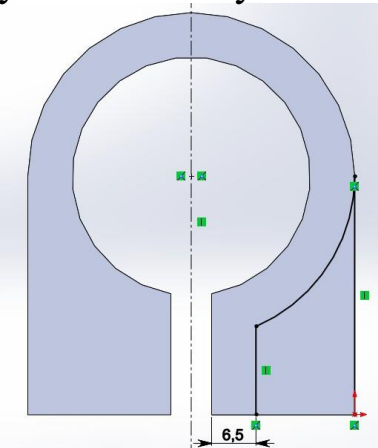
Задаємо товщину губки відповідно до товщини циліндричної частини деталі.




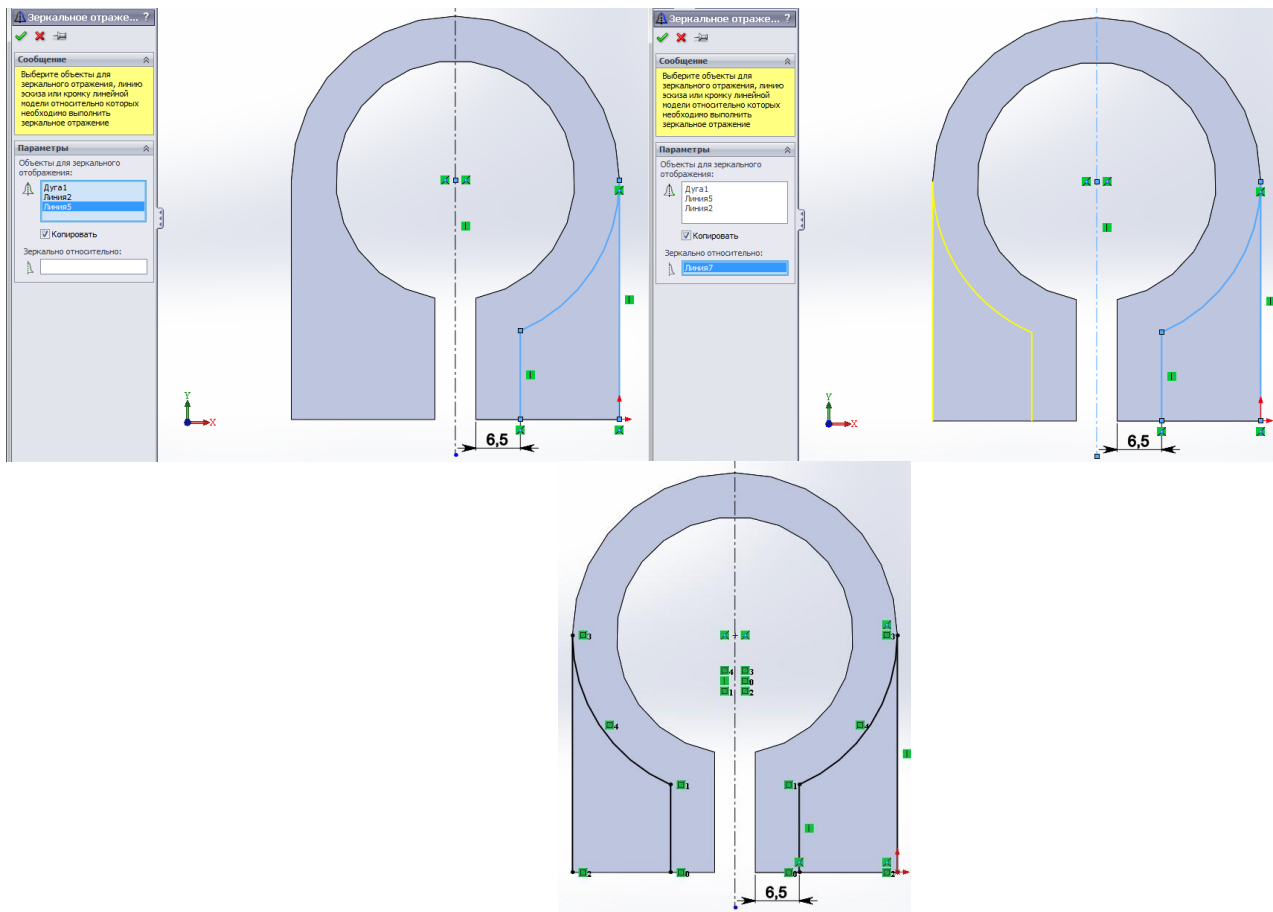
Проводимо вісь симетрії деталі. Натискаємо кнопку **Отсечь**  та видаляємо частину дуги від прорізі до створеної стінки.



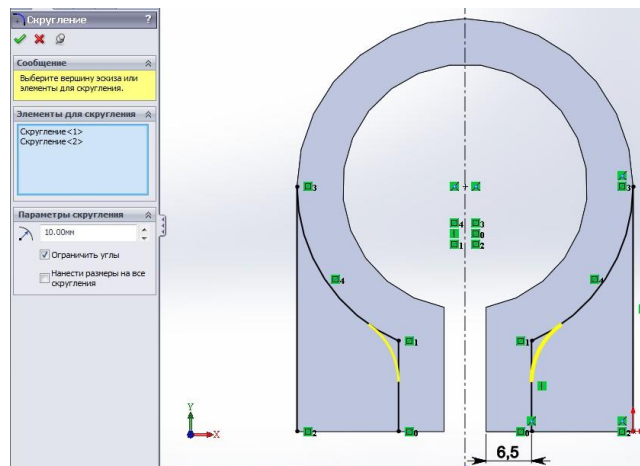
Створюємо замкнений контур, провівши одну лінію по основі до правого кута, а другою з'єднуємо його з вузловою точкою дуги.



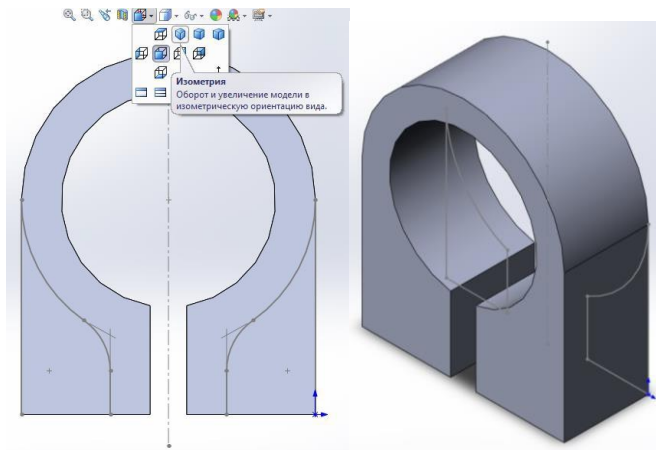
Увімкнути кнопку **Зеркально отобразить**  **объекты**. Натиснувши та утримуючи клавішу **Shift**, виділяємо лінії та дугу й робимо дзеркальне відображення відносно осьової лінії.




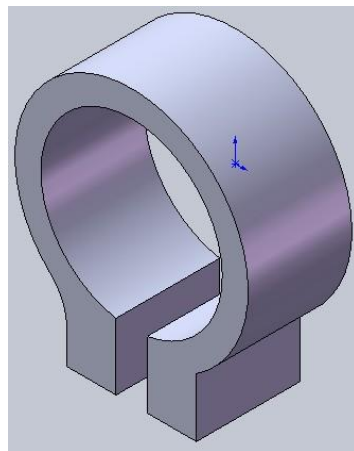
Заокруглимо гострі краї, використовуючи команду **Скругление** радіусом 10 мм.



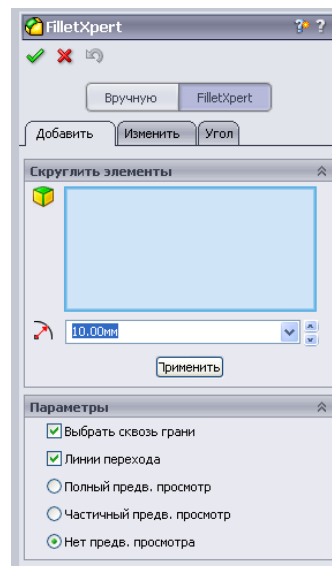
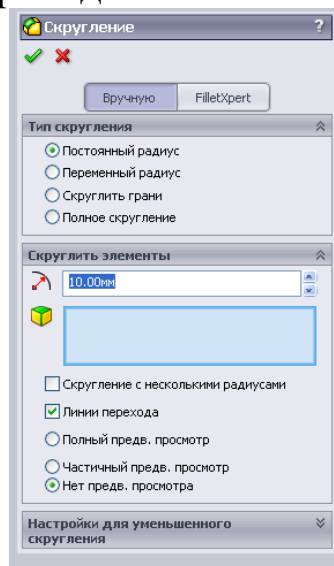
Вийти з режиму **Эскиз** та обрати ізометричний вид деталі на панелі **Стандартные виды**.

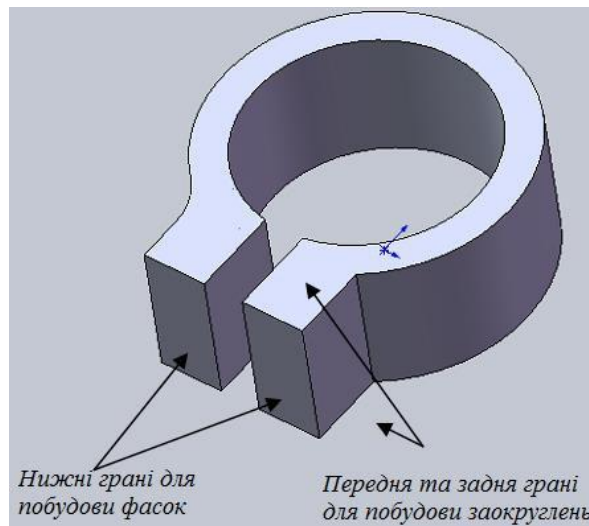


Зробити викривлений виріз, використовуючи команду **Вытянутый вырез** .

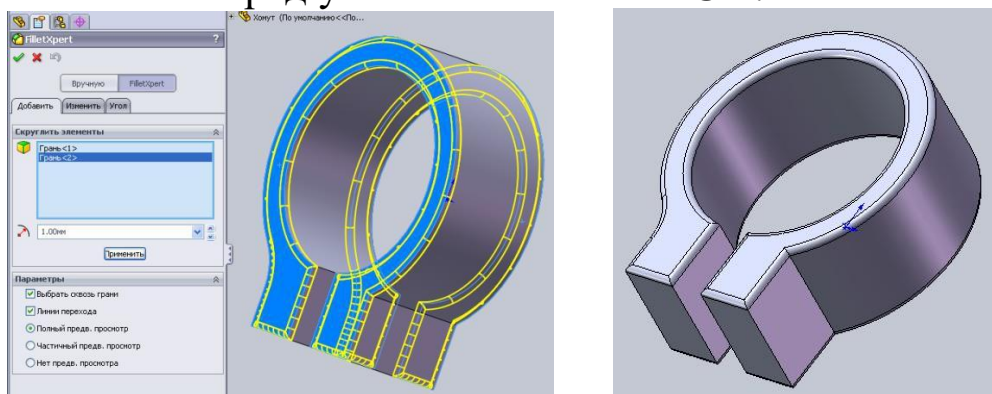


Заокруглимо гострі краї. Для цього використаємо інструмент **Скругление**. В ній натискаємо на кнопку **FilletXpert**. Мишею обираємо передню та задню грані деталі.

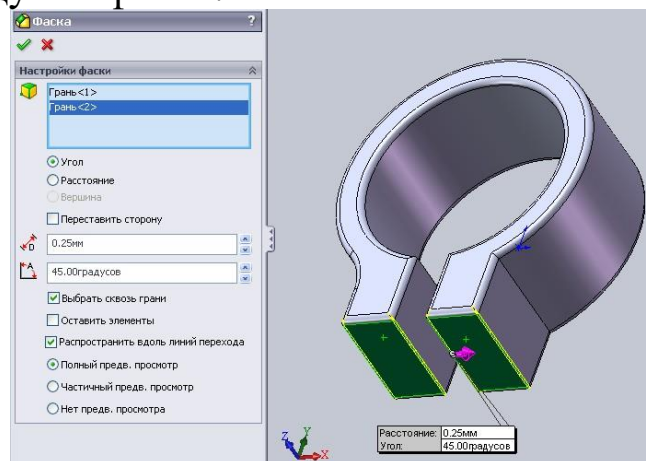




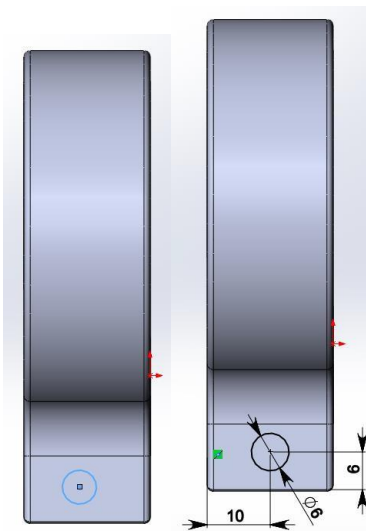
Вказуємо значення радіуса 1 мм та тиснемо **ОК**.



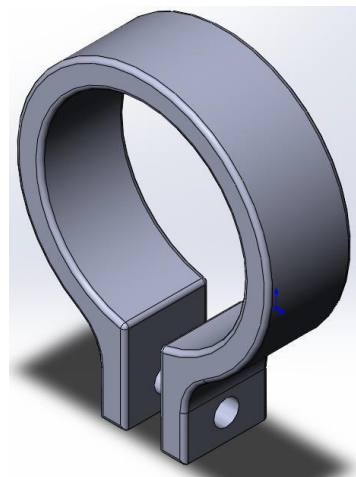
Аналогічно будемо фаски.



Створюємо отвори під стяжний гвинт. Для цього переходимо на панель інструментів **Эскиз**. На панелі **Стандартные виды** обираємо вид **Справа**. На панелі інструментів **Эскиз** натискаємо на кнопку **Окружность**. Створюємо коло в нижній частині плоскої поверхні. Використовуючи розміри, встановлюємо положення отвору та коригуємо його діаметр.

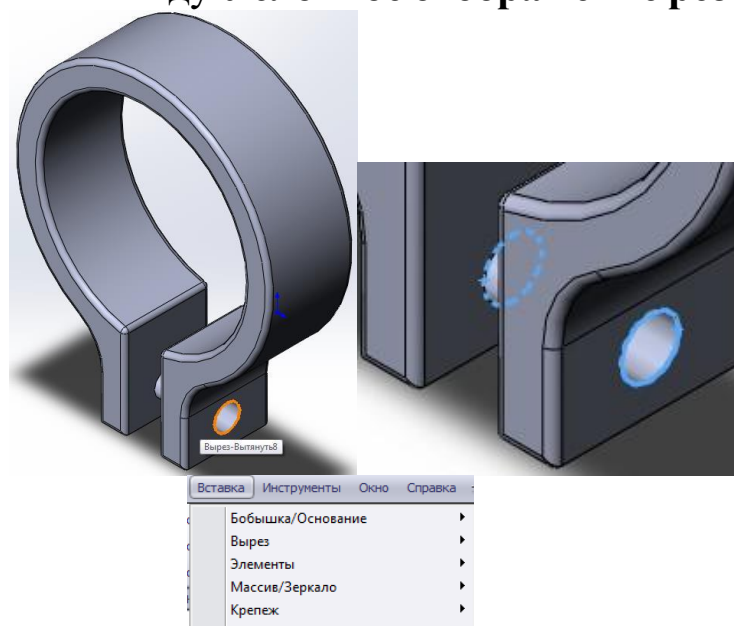


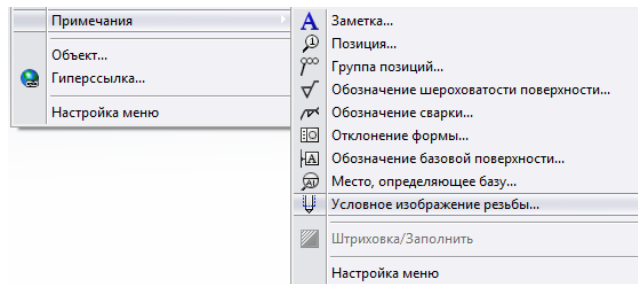
Виділяємо коло та створюємо наскрізний виріз командою **Вытянутый вырез**.




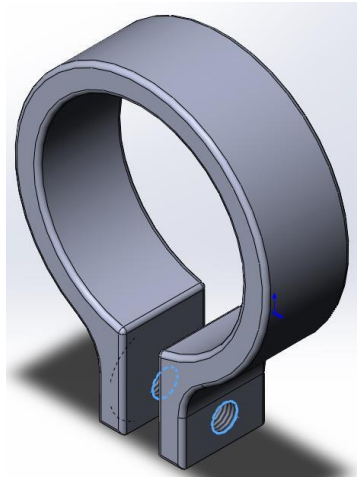
Виділити курсором **грань** отвору й в меню **Вставка** в пункті

Примечания обрати команду **Условное отображение резьбы...**





У вікні, що з'явилося, вказати стандарт, тип та розмір різьби й натиснути .



Зберегти побудовану деталь.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Які елементи були використані для створення деталі?
2. Який інструмент використовувався при побудові дуги верхньої грані призми?
3. Яка обов'язкова вимога до об'єктів при створенні витягувань, вирізів чи отворів неправильної форми?
4. Який додатковий елемент використовується при створенні симетричних елементів?
5. Який інструмент використовується для створення симетричних елементів?
6. Який інструмент використовується для видалення зайвих частин елементів ескізу?
7. Який інструмент використовується для проставлення розмірів?
8. Який інструмент використовується для видалення зайвих частин моделі?
9. Назвіть способи створення осьових ліній.

Лабораторна робота №3

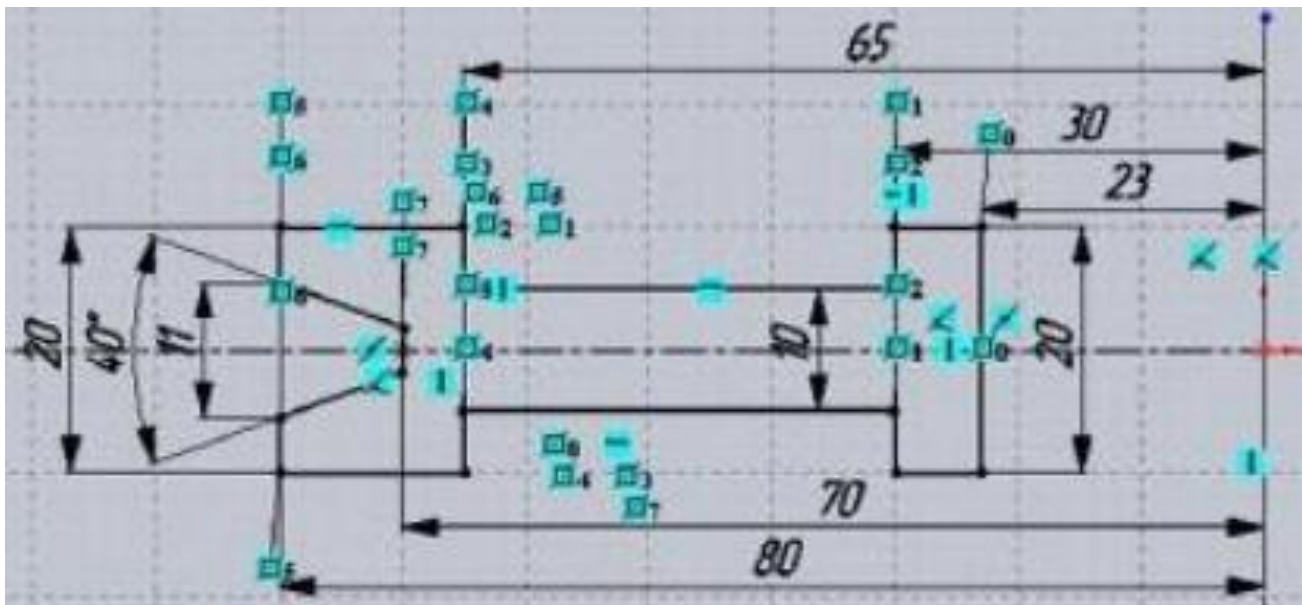
Побудова деталей методом обертання

Мета роботи: отримати навички побудови деталей сільськогосподарських машин, використовуючи метод обертання в програмі SolidWorks.

Порядок виконання роботи

Багато деталей в машинобудуванні виготовляються методом обертання на металообробних станках або відцентровим литтям. Тому їх моделі доцільно також проектувати методом обертання навколо власної осі. **SolidWorks** дозволяє використати при проектуванні таких деталей багато способів. Основними з них є створення моделей методом обертання та призматичного витягування чи вирізання.

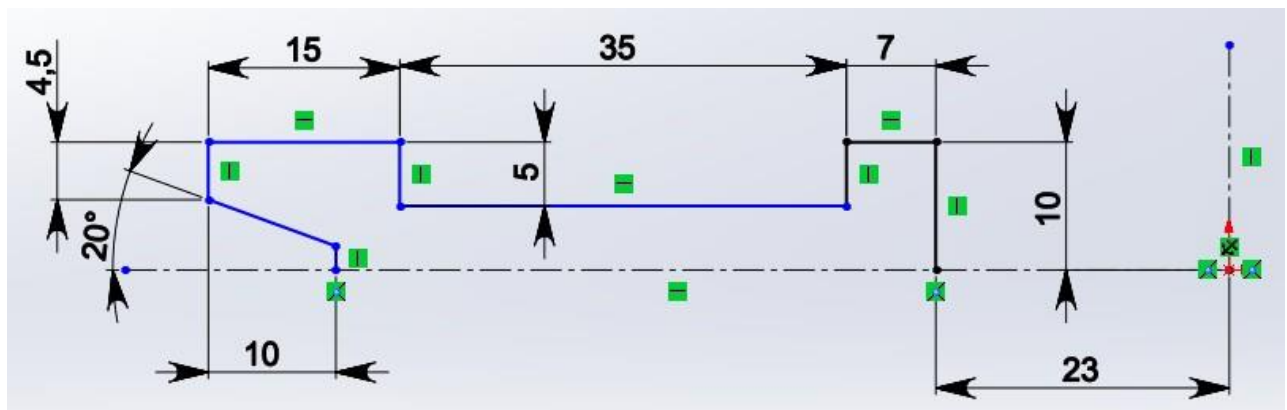
Створимо ескіз на площині **Спереди**, як показано нижче.



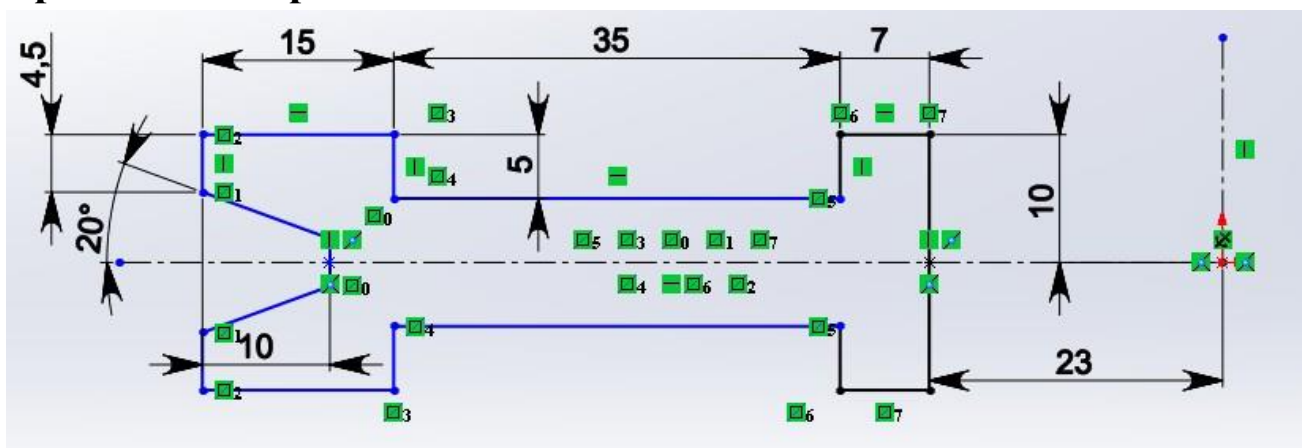
З початку координат проводимо дві перпендикулярні лінії.



Далі будуємо ескіз, при цьому розміри бажано проставляти, починаючи з центра координат, для створення взаємозв'язку між елементами.



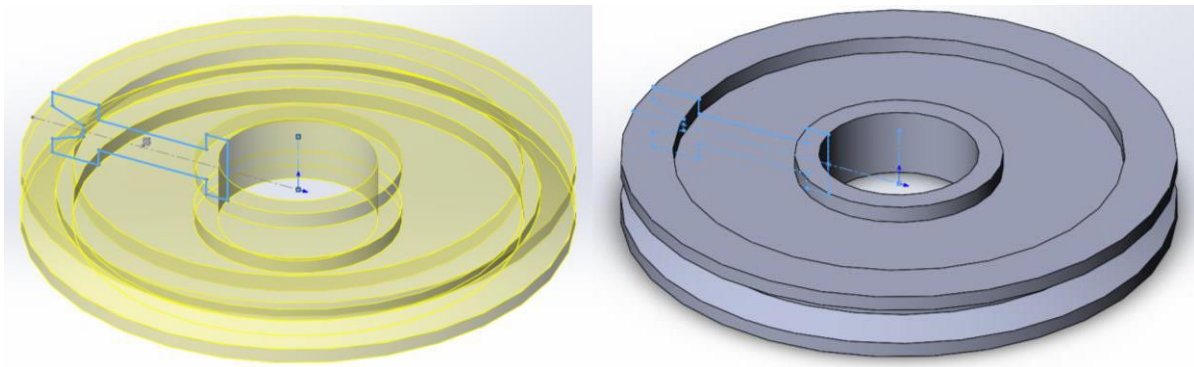
Здійснимо дзеркальне відображення, використовуючи команду **Зеркально отобразить объекты**.



Виділяємо отриманий ескіз, переходимо з панелі інструментів **Эскиз** на панель інструментів **Элементы** і натискаємо кнопку

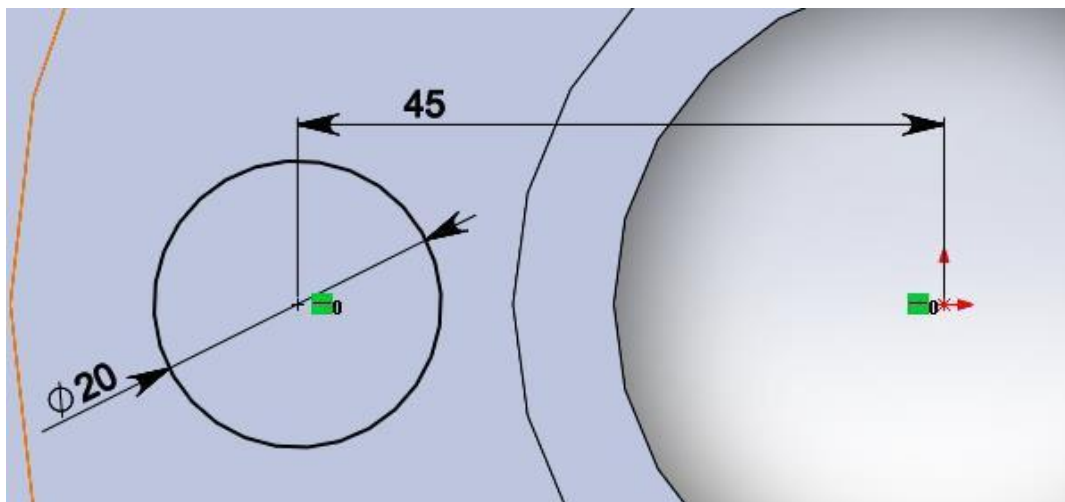
Повернутая бобышка/основание





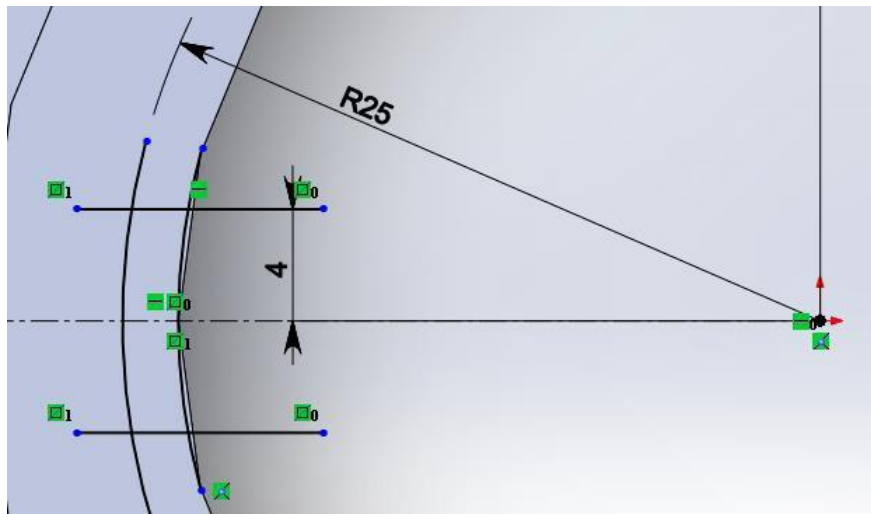
З метою зменшення маси шківів необхідно створити отвори та шліци для його кріплення на валу.

Для цього змінюємо орієнтацію виду на **Вид сверху**. Будуємо коло так, щоб його центр лежав на горизонтальній прямій (співісно точці початку координат). Обираємо інструмент **Автоматическое нанесение размеров**, задаємо діаметр кола 20 мм, відстань між центрами отворів 45 мм та створюємо горизонтальний зв'язок між ними, для чого спочатку виділяємо точку центра координат і, натиснувши клавішу **Ctrl**, центр отвору. В менеджері властивостей, що з'явився, встановити горизонтальний зв'язок.

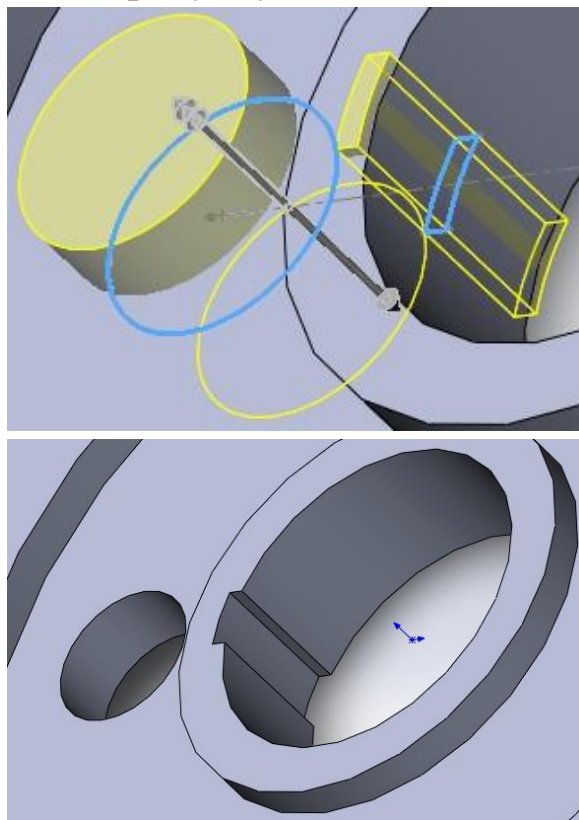
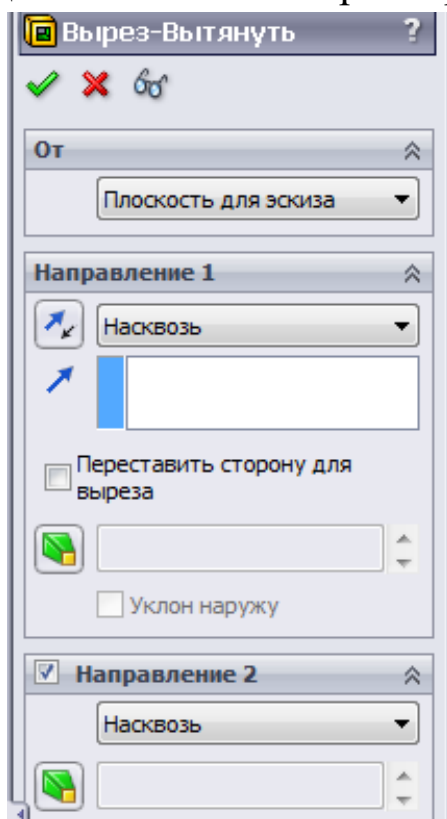


Створюємо шліцевий паз, у якого зовнішній діаметр становить 50 мм, внутрішній – 46 мм, а ширина – 8 мм. Для цього будуємо дві дуги: одну радіусом 25 мм, а іншу проводимо по внутрішньому діаметру отвору шківів. Обираємо інструмент **Прямоугольник из центра** та будуємо прямокутник так, щоб його центр лежав на одній лінії з центрами отворів, а вершини однієї з вертикальних сторін, бажано лівої, лежали б на одній із дуг. Задаємо відстань від центра прямокутника до однієї з горизонтальних сторін 4 мм. Після видалення діагоналей та

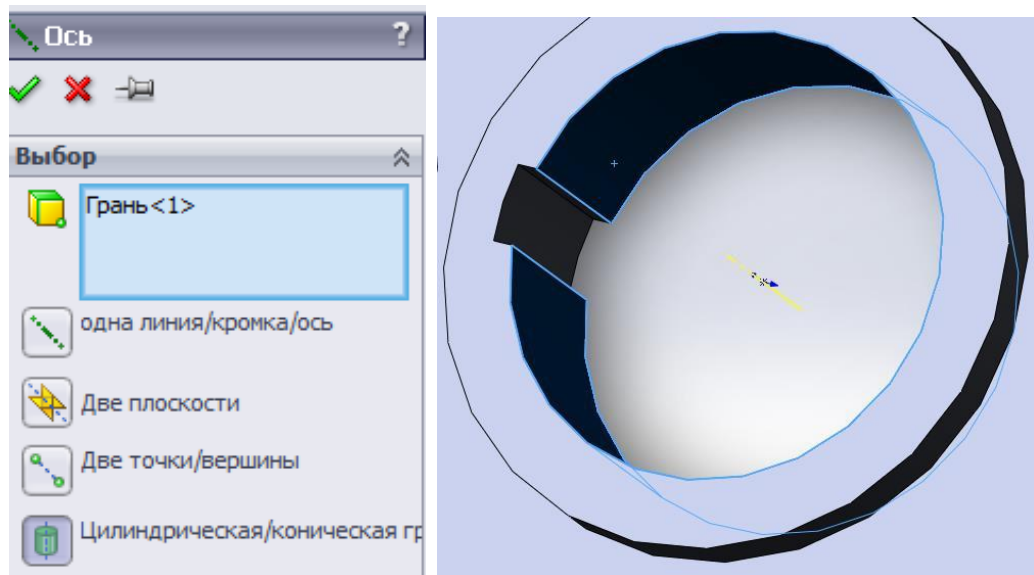
вертикальних сторін прямокутника отримаємо ескіз як показано на рисунку.



Використовуючи інструмент **Отсечь объекты**, прибираємо зайві лінії. Переходимо з ескизу на панель **Элементы** та обираємо команду **Вырез-Вытянуть**. Вказуємо на створені елементи та здійснюємо вирізи в моделі з вказанням параметрів, згідно рисунку нижче.



Будуємо вісь шківів за допомогою команди **Вставка→Справочная геометрия→Ось**. В діалоговому вікні **Ось1 Менеджера свойств** обираємо кнопку **Цилиндрическая/коническая грань** та вказуємо грань внутрішнього отвору шківів.



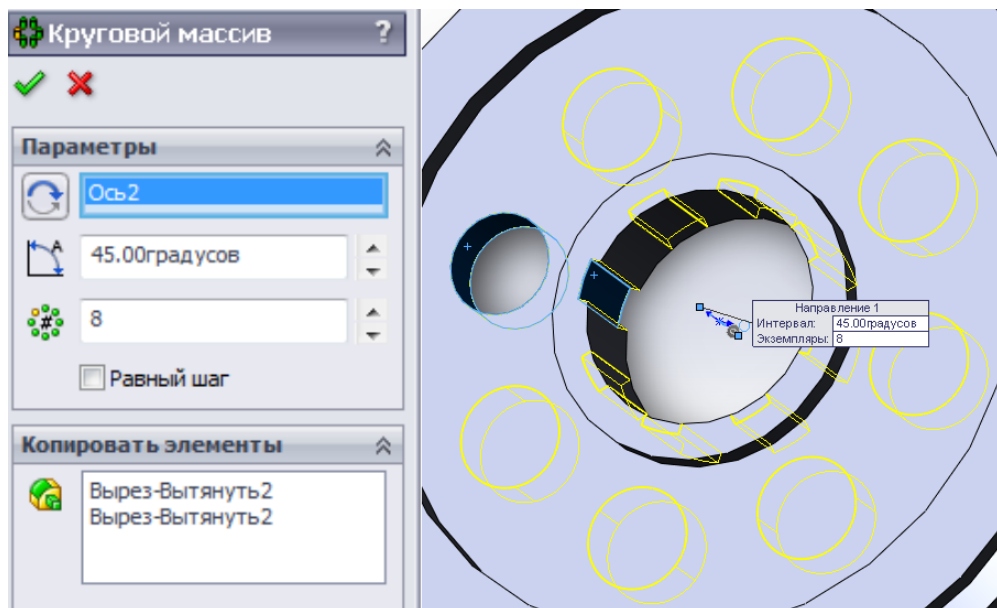
Обираємо команду **Круговой массив** на панелі інструментів **Элементы**.

В діалоговому вікні **Круговой массив Менеджера свойств** клацаємо мишкою по полю **Копировать элементы** та вказуємо в **Дереве Конструирования** елемент **Вырез-Вытянуть1**.

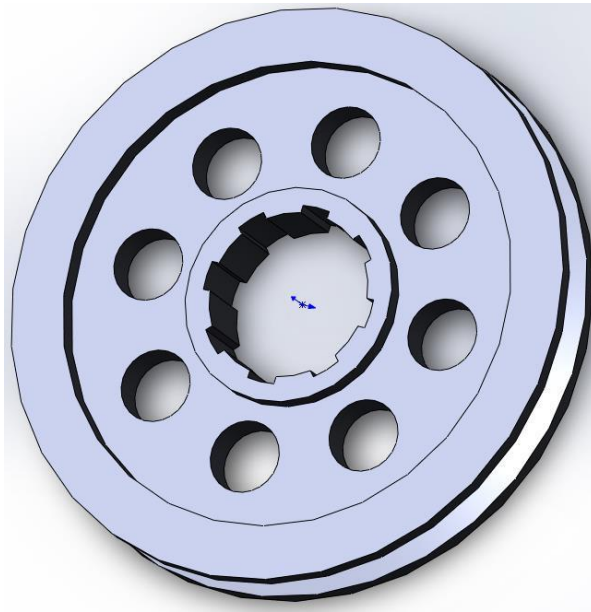
В полі **Реверс направления** вказуємо з **Дерева конструирования** елемент **Ось1**.

В полі **Количество экземпляров** укажуємо 8.

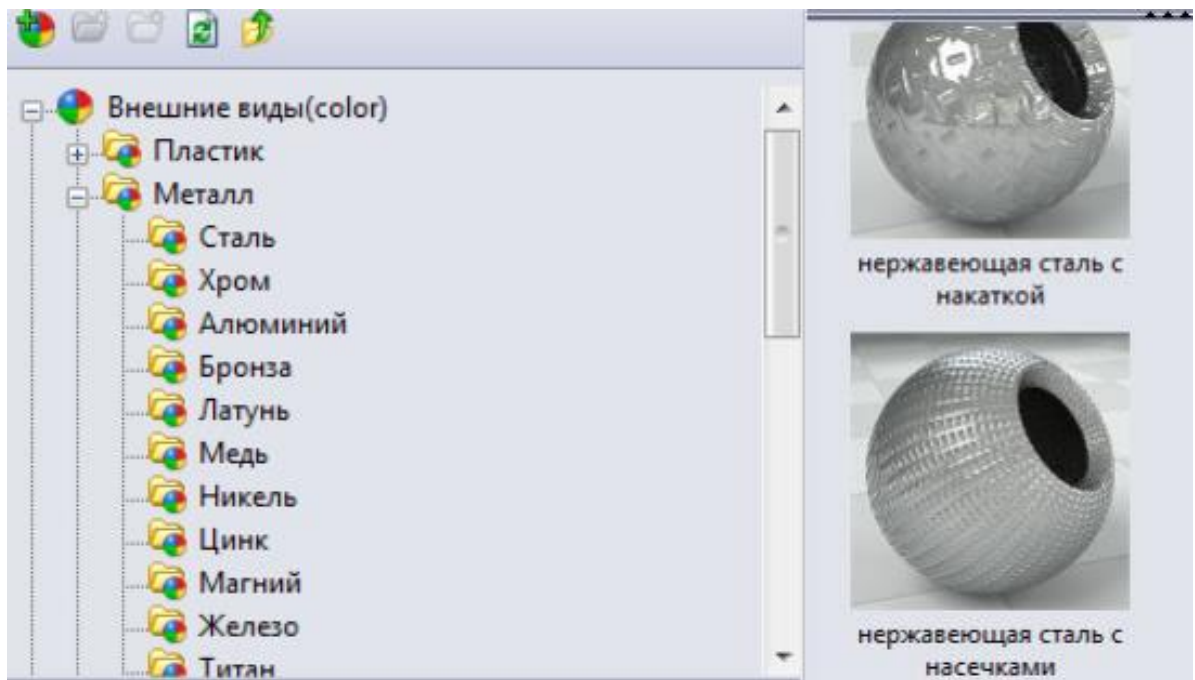
Встановлюємо прапорець в полі **Равный шаг**, щоб елементи розмістилися на однаковій відстані між собою та натискаємо кнопку **ОК**.

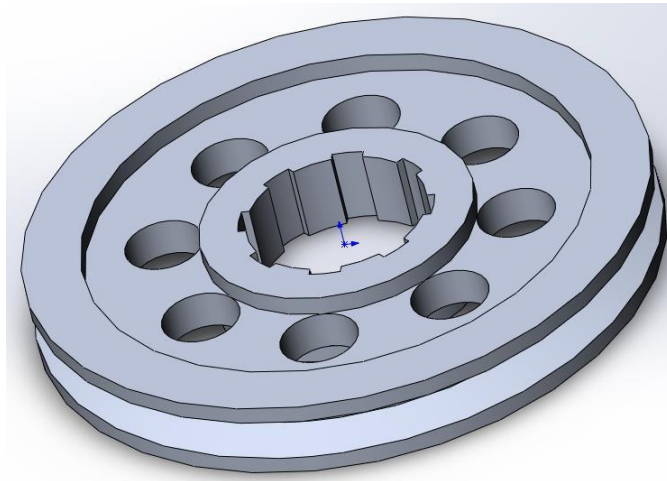


Зберегти деталь.



Вказуємо матеріал виготовлення нашої моделі. В **Дереве построений** вказуємо **Модель1**. Клацаємо по панелі **Редактировать внешний вид** й обираємо у вкладці **Внешние виды, сцены и надписи** рядки **Металл** та **Сталь**. Нижче вказуємо зовнішній вигляд моделі, зберігаємо модель.





КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Чому побудову деталі почали з центру побудов?
2. З якою метою створили вертикальну осьову лінію?
3. З якою метою створили горизонтальну осьову лінію?
4. Який метод використали для створення моделі деталі?
5. Чому після проставлення розмірів лінії змінили свій колір з синього на чорний?
6. Чому при побудові шліцьового пазу у менеджері властивостей **Вытянутый вырез** необхідно вказувати два напрями?
7. Який інструмент використовується для створення шліцьового отвору?
8. Який елемент необхідно створити при побудові шліцьового отвору?
9. Який інструмент використовується для створення додаткового елемента при побудові шліцьового отвору?
10. Який метод використали при створенні моделі деталі?

Лабораторна робота №4

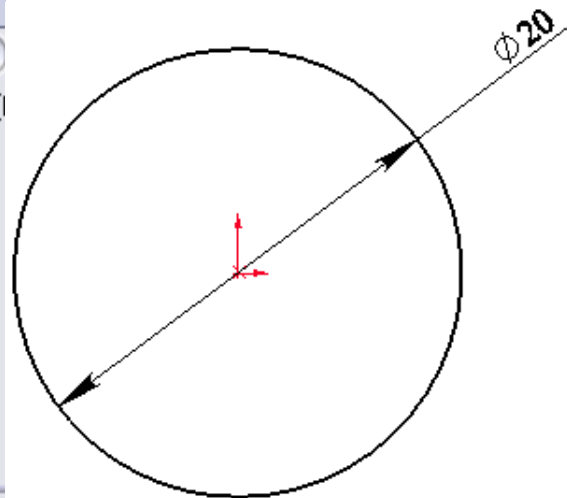
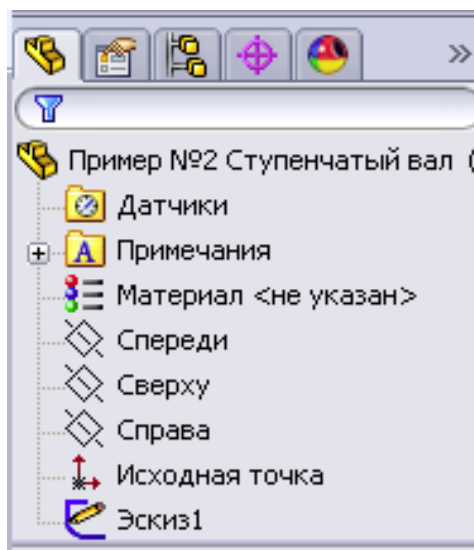
Побудова ступінчастих деталей

Мета роботи: отримати навички побудови деталей сільськогосподарських машин типу "вал", використовуючи методи призми та обертання в програмі SolidWorks.

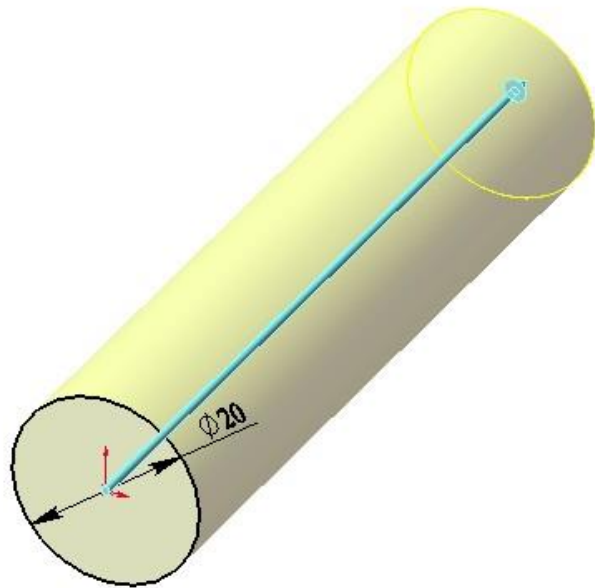
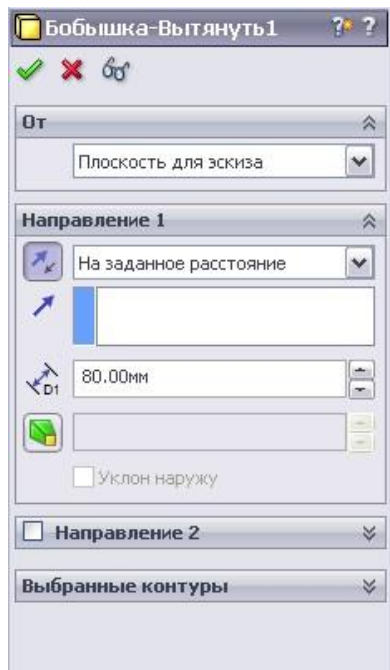
Порядок виконання роботи

Деталі типу "вал" можна створювати кількома способами. Розглянемо найбільш поширені – методом призми та обертання.

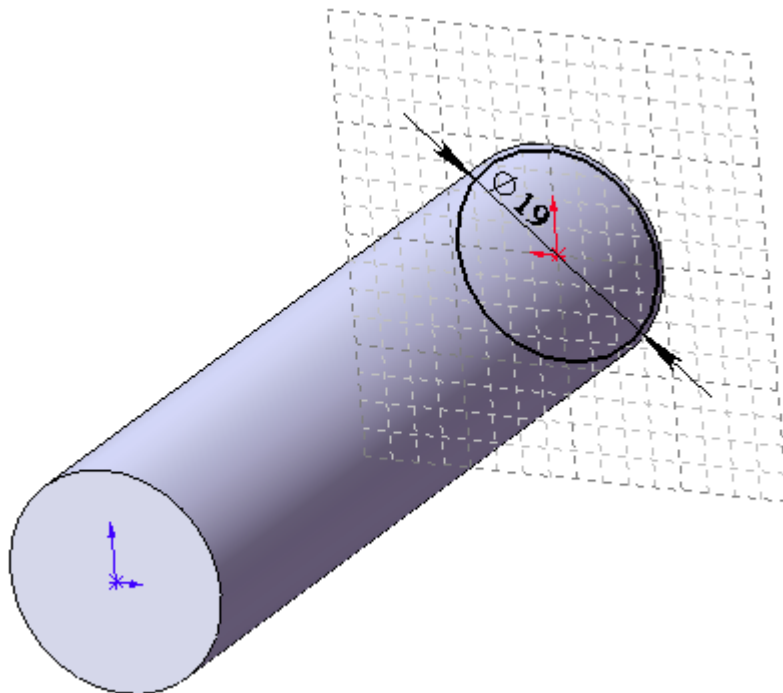
За першим методом в **Дереве Конструирования** обираємо площину **Спереди** та створюємо ескіз лівого краю вала – кола діаметром 20 мм.



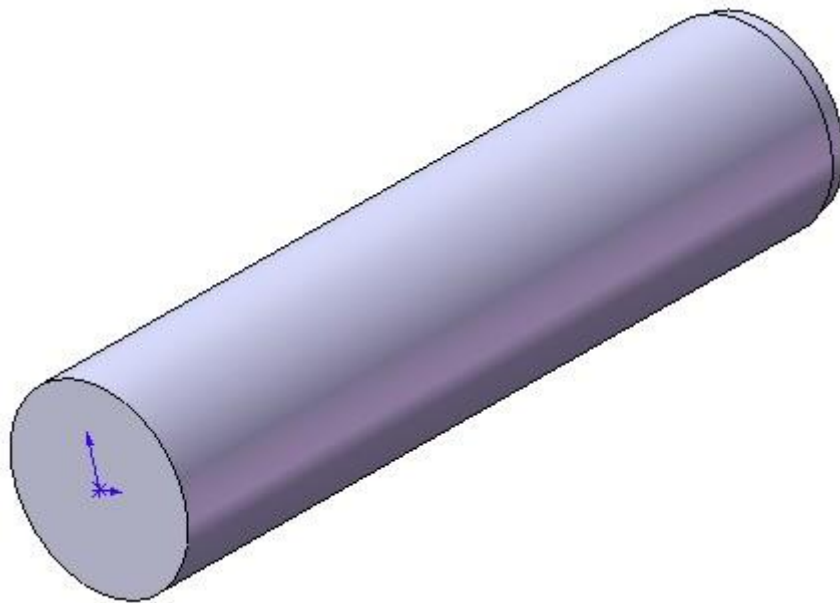
Витягуємо цей ескіз на 80 мм, використовуючи кнопку **Вытянутая бобышка/основание**. У вікні **Бобышка-Вытянуть1** вказуємо глибину витягування – 80 мм та натискаємо кнопку **ОК**.



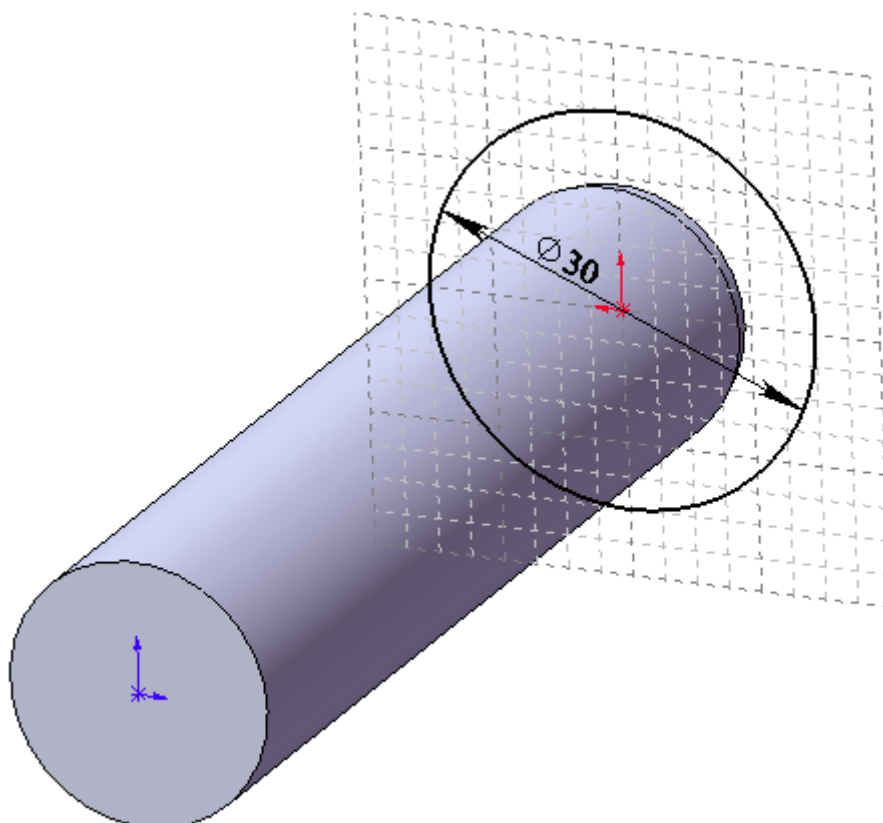
Використаємо правий плоский торець валу в якості площини наступного ескізу – проточки валу, намалювавши коло діаметром 19 мм.



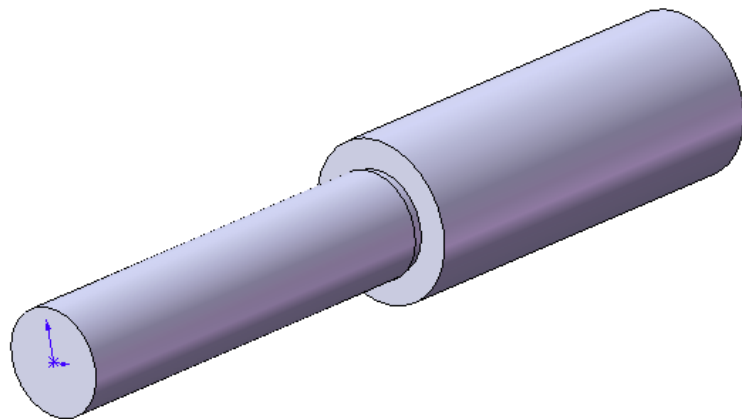
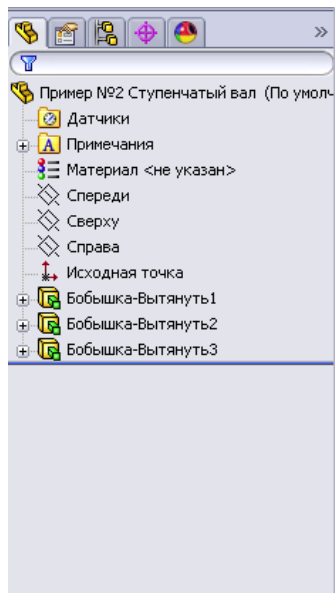
Створюємо витяг глибиною 2 мм, використовуючи кнопку **Вытянутая бобышка/основание** та вказавши у вікні **Бобышка-Вытянуть1** глибину витягування.



Створюємо наступну частину валу. В якості площини ескізу обираємо плаский торець валу діаметром 19 мм. Будуємо ескіз третьої ділянки – кола діаметром 30 мм.



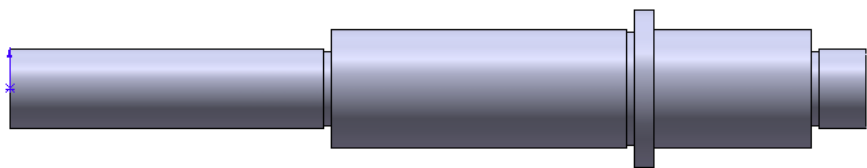
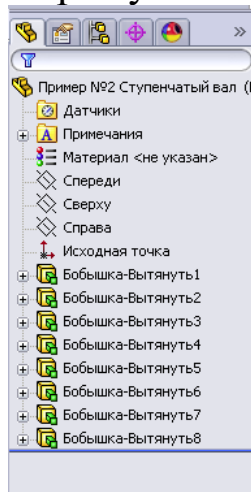
Витягуємо її на 75 мм і отримуємо вал, який складається з трьох частин.



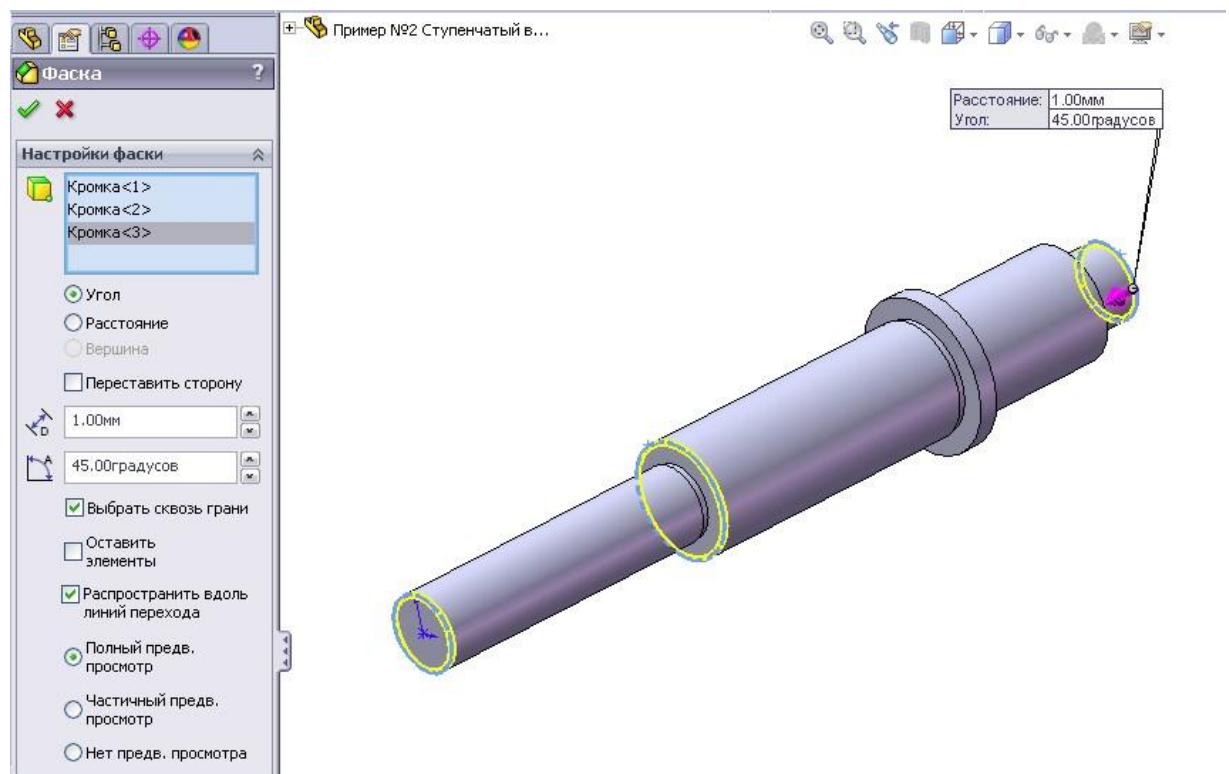
Наступні частини валу створюємо аналогічно. Кожна наступна ділянка будується на торцевому кінці попередньої:

- ☐ четверта – діаметр 29 мм, довжина 2 мм;
- ☐ п'ята – діаметр 40 мм, довжина 5 мм;
- ☐ шоста – діаметр 30 мм, довжина 40 мм;
- ☐ сьома – діаметр 19 мм, довжина 2 мм;
- ☐ восьма – діаметр 20 мм, довжина 12 мм.

Отримуємо вал.

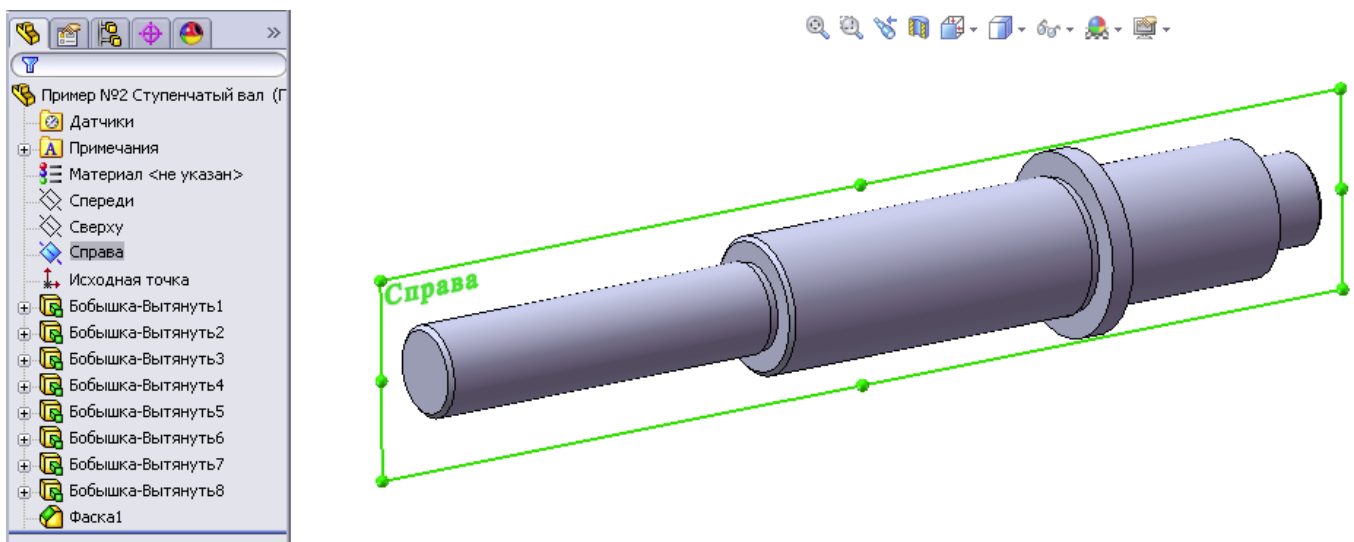


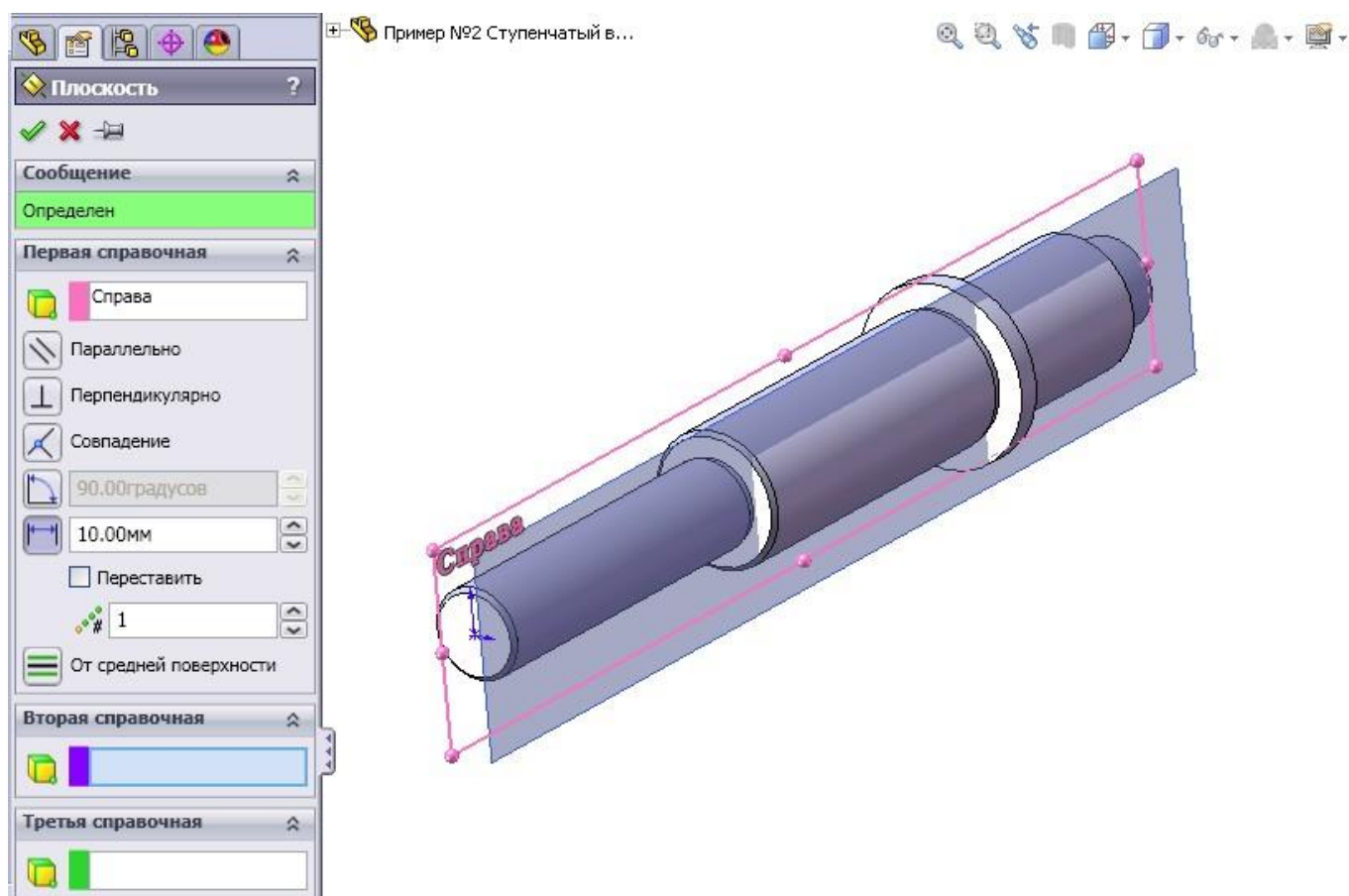
Створюємо три фаски розміром $1 \times 45^\circ$. Активізуємо в панелі інструментів **Элементы** кнопку **Фаска**. В розділі **Настройки фаски** вказуємо країки, на яких будуть створені фаски, а також їх розміри.



Будуємо шпонкові пази. Елементи деталі типу шпонкових пазів можна створювати двома способами, кожний з яких має свої переваги.

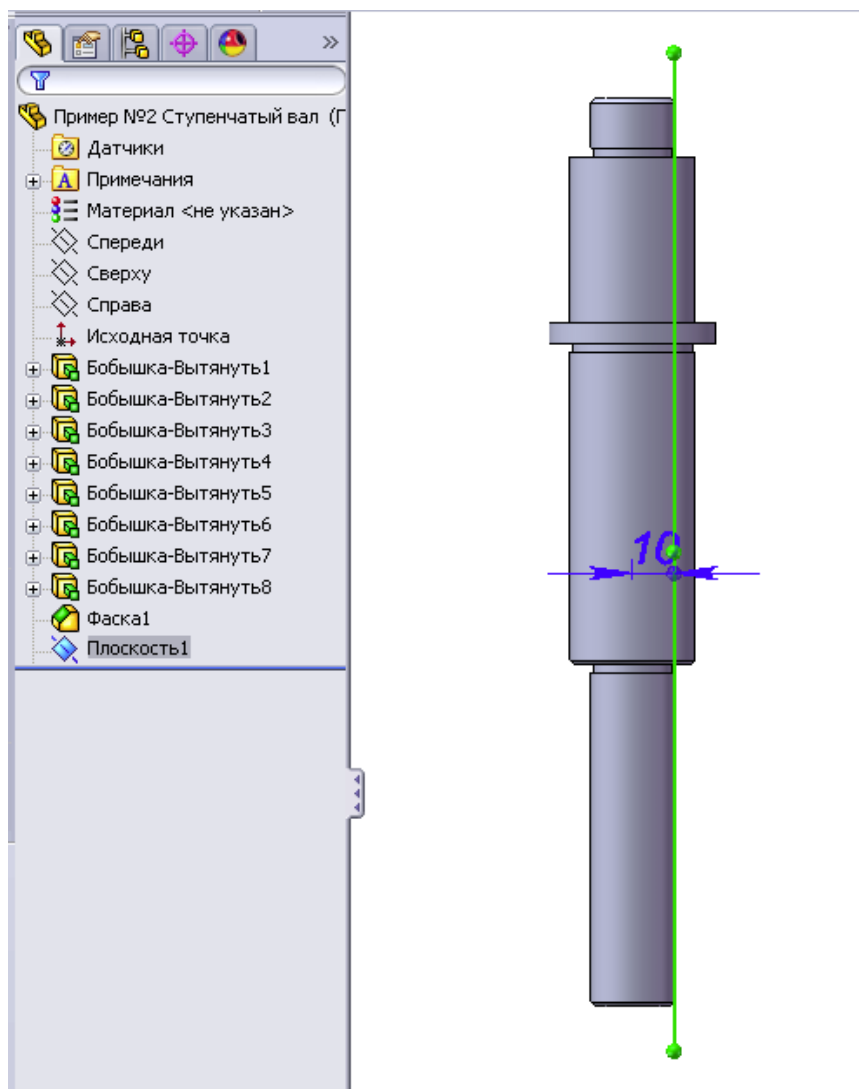
Створюємо допоміжну площину, паралельну площині **Справа**, використовуючи інструмент **Площадь** з панелі **Справочная геометрия**.



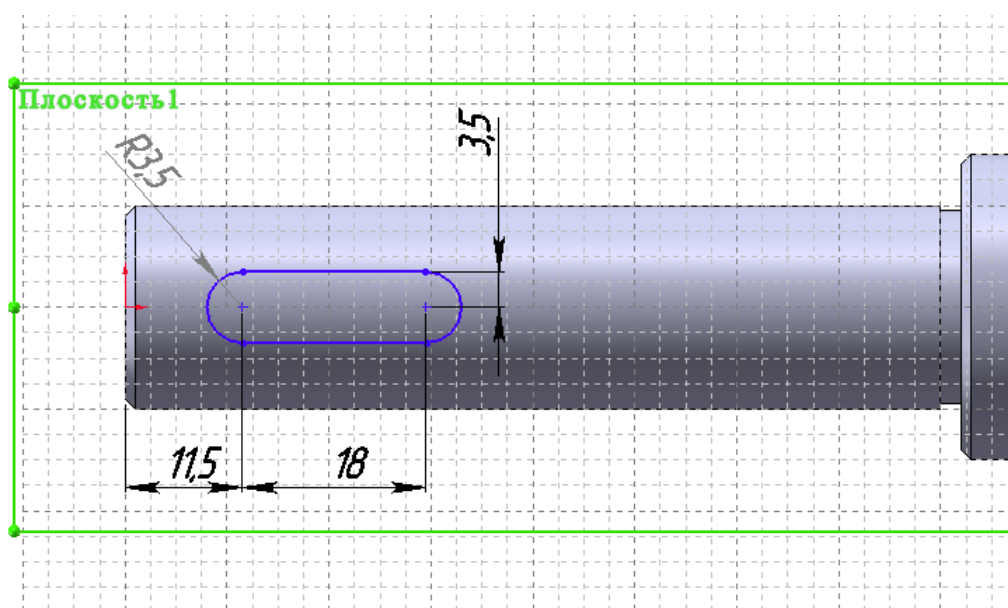


Вказуємо відстань зміщення нової паралельної площини – 10 мм.

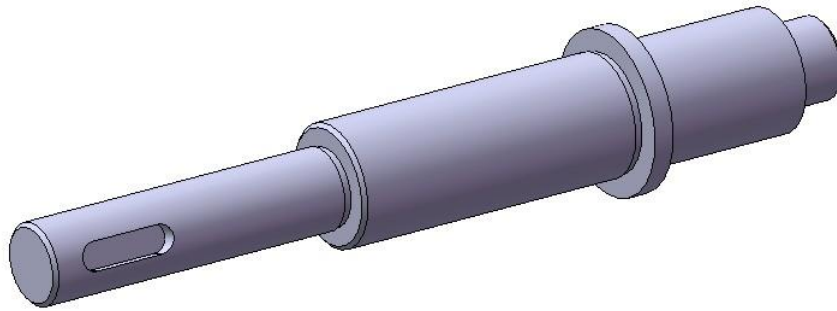
Нова площина зміщена відносно площини **Справа** на половину діаметра вихідного кінця валу (10 мм) і є дотичною до поверхні цього циліндричного елемента. В Дереве Конструювання з'явиться новий елемент **Плоскість1**.



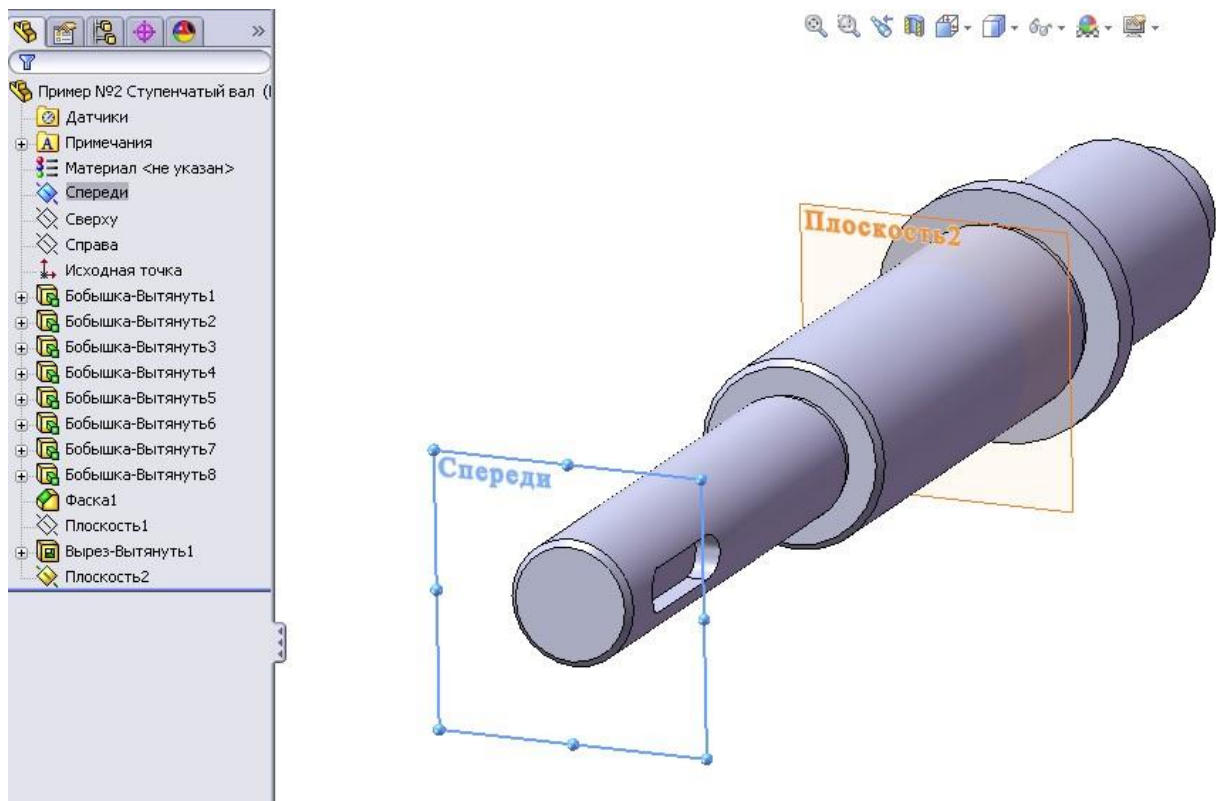
На площині **Плоскость1** будемо ескіз шпонкового пазу.



Витягуємо виріз у глибину на 4 мм, кнопкою **Вытянутый вырез**.

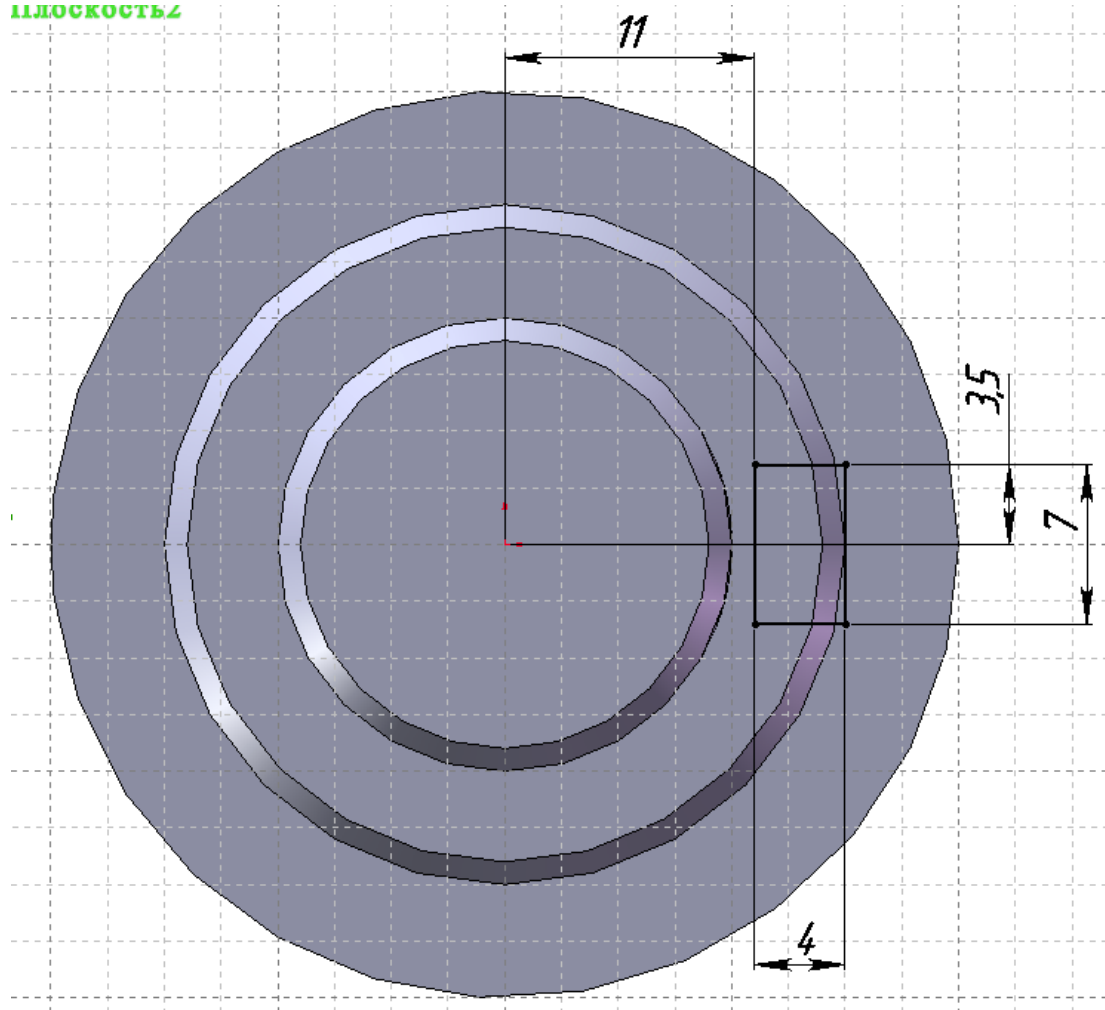


Будуємо наступний шпонковий паз другим методом, створивши допоміжну площину **Плоскость2** паралельну площині **Спереди**, яка розташована від неї на відстані 136 мм.

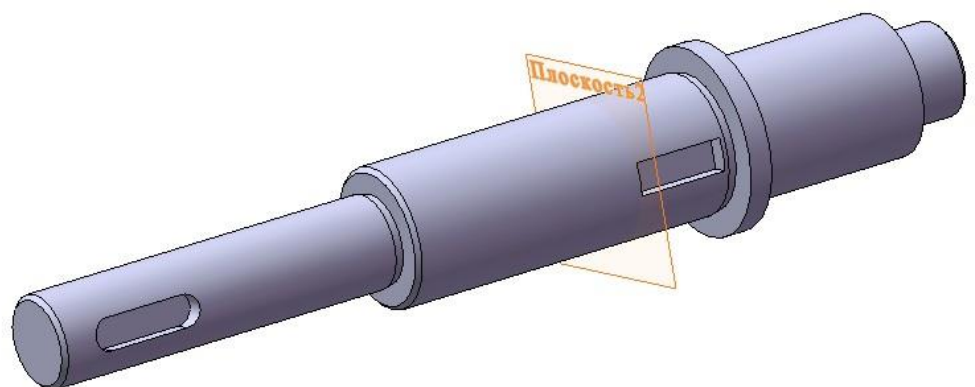
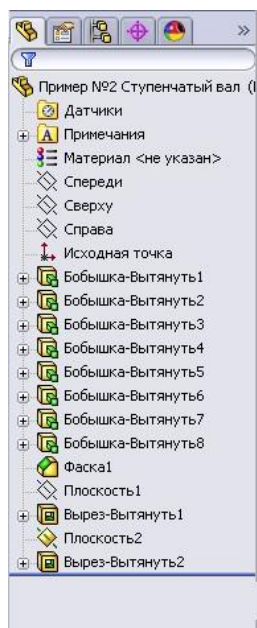


Обираємо допоміжну **Плоскость2** і створюємо ескіз шпонкового паза.

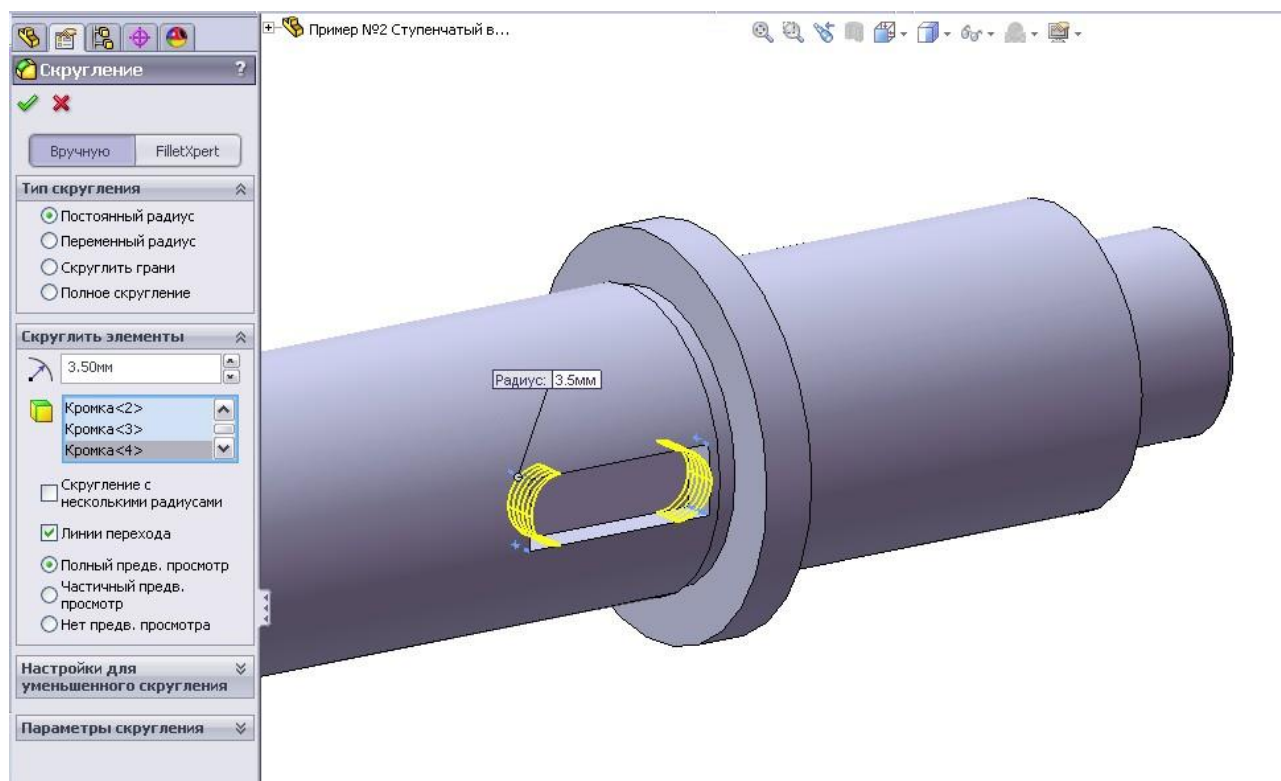
ПЛОСКОСТЬ 2



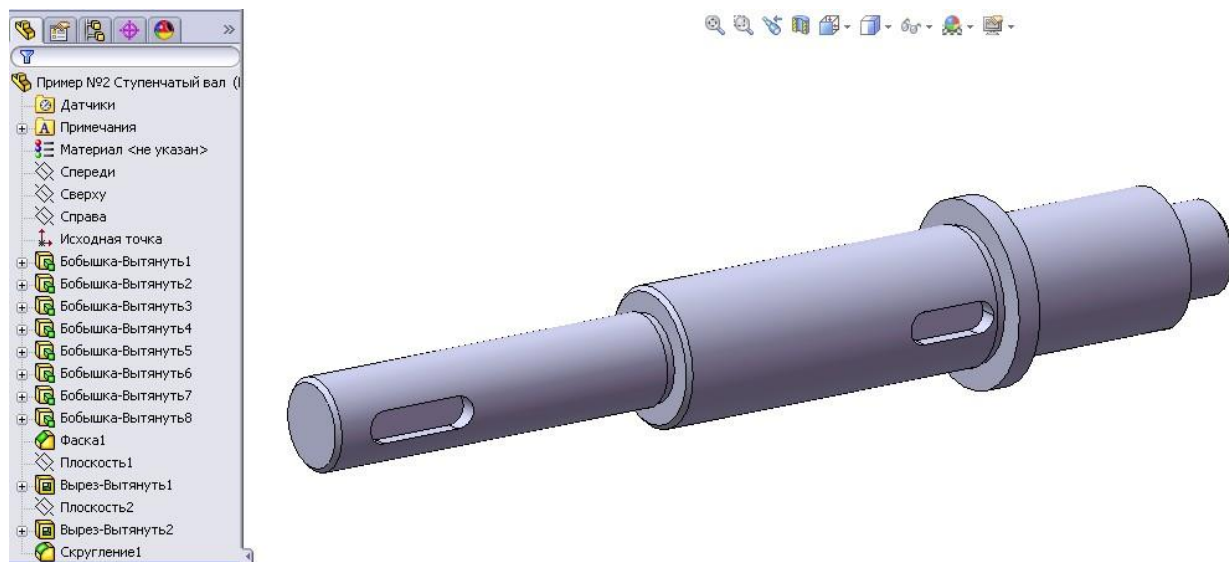
Створюємо виріз згідно ескізу, натиснувши кнопку – **Витянутый вырез**. Витягуємо виріз на 20 мм, в результаті буде сформована основа другого шпонкового паза.



Активуємо кнопку **Скругление** та вказуємо на крайки, які необхідно закруглити, з радіусом заокруглення шпонкового паза 3,5 мм, який становить його половину.



Отримаємо вал зі шпонковим пазом під зубчате колесо.



Збережіть файл у своїй теці.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Яка вимога висувається до циліндричних елементів вала при їх побудові?
2. Який інструмент використовується для побудови додаткових площин?
3. З якою метою створили додаткові площини?
4. Чому першу додаткову площину створили на відстані 10 мм від осі вала?
5. Які параметри використовували в менеджері властивостей при побудові додаткових площин?
6. Який інструмент використовували для створення ескізу першого шпонкового пазу?
7. Який інструмент використовували для створення шпонкових пазів?
8. Назвіть причину скруглення радіальних граней другого шпонкового пазу?
9. Назвіть призначення шпонкових пазів.
10. Назвіть призначення фасок.

Лабораторна робота №5

Побудова складної деталі

Мета роботи: отримати навички побудови складних за конфігурацією деталей сільськогосподарських машин, використовуючи програму SolidWorks.

Порядок виконання роботи

Для побудови складної деталі на прикладі моделі кермового колеса необхідно створити кілька елементів, провести операцію "повернути" для кругових масивів і елементів "по траєкторії".



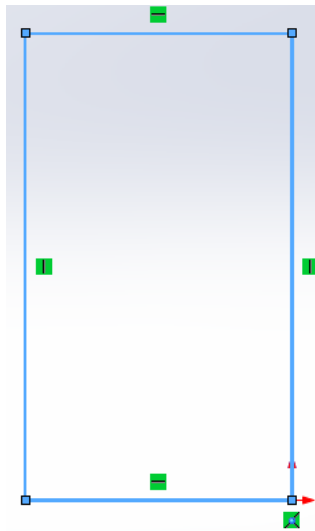
Центром деталі є елемент **Ступиця**, яка може обертатися.

Кермове колесо складається з трьох окремих елементів, причому два з них – **Ступиця** й **Обід** з'єднані між собою за допомогою третього елемента **Спиця**.

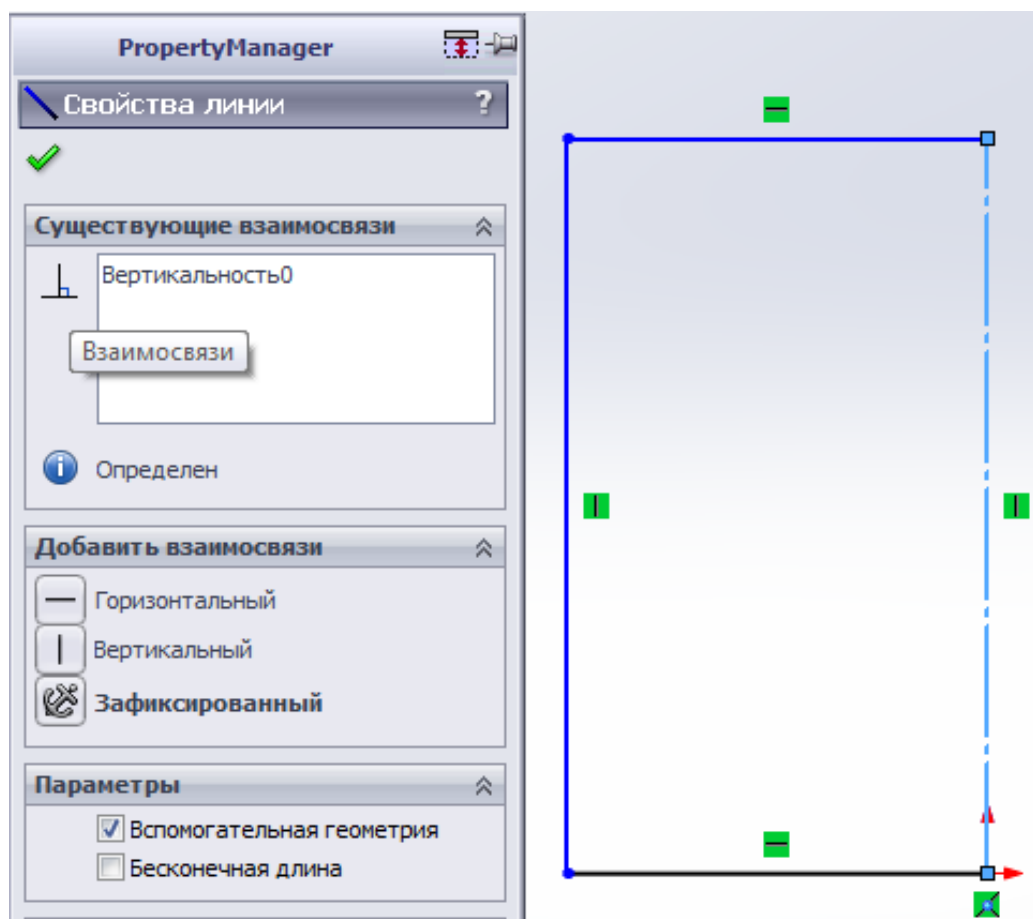
Будуємо ступицю колеса. Побудову починаємо зі створення прямокутника.

Створіть ескіз на площині побудови **Справа**.

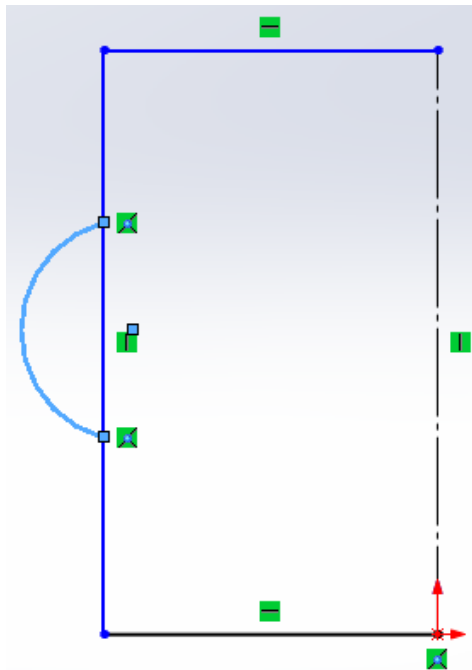
З початкової точки створіть прямокутник з початку координат.



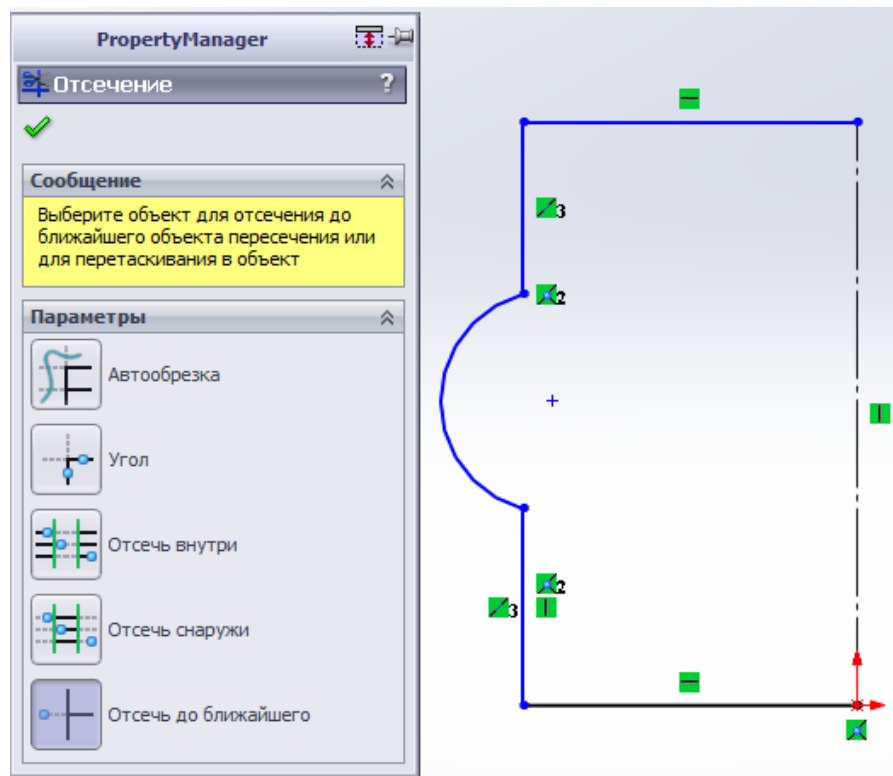
Перетворіть у допоміжну лінію вертикаль, яка проходить через початок координат.



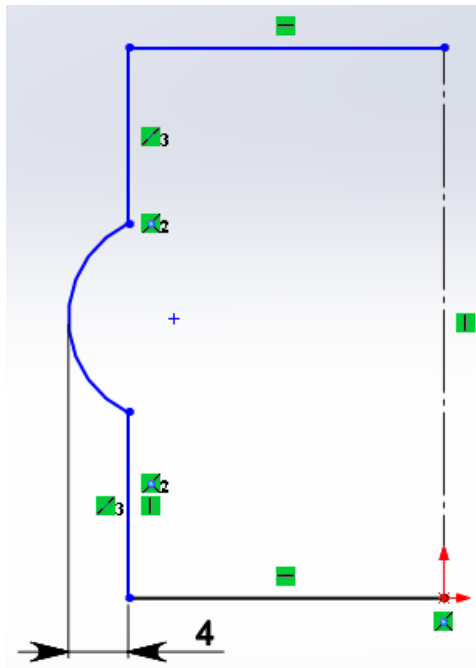
Інструментом **Дуга через три точки** створіть дугу на вертикалі, паралельній до осьової лінії.



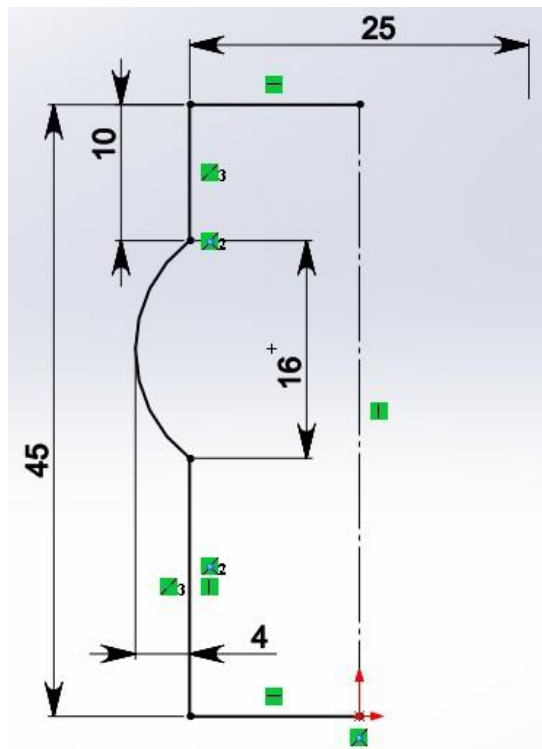
За допомогою інструмента **Отсечь** і команди **Отсечь до ближайшего** відітніть частину лінії, яка перебуває усередині дуги.



Нанесіть розмір на дугу, вибравши вертикальну лінію, а потім, утримуючи клавішу **Shift**, вказавши дугу. У результаті вийде розмір між лінією й дотичною дуги. Задайте значення 4 мм.

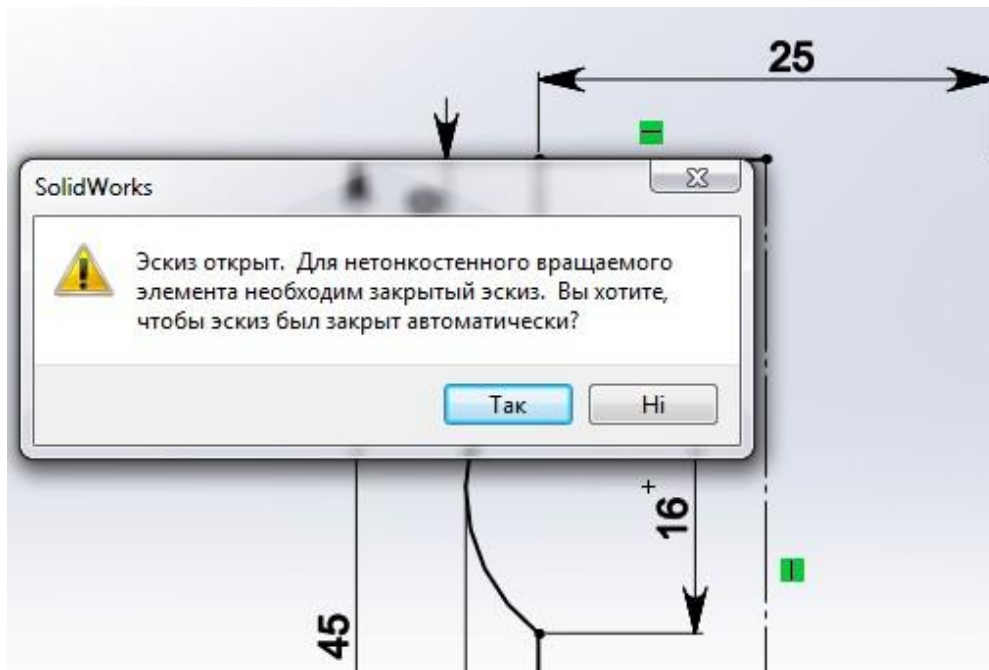


Завершіть створення ескізу, вказавши розміри його елементів згідно рисунка.

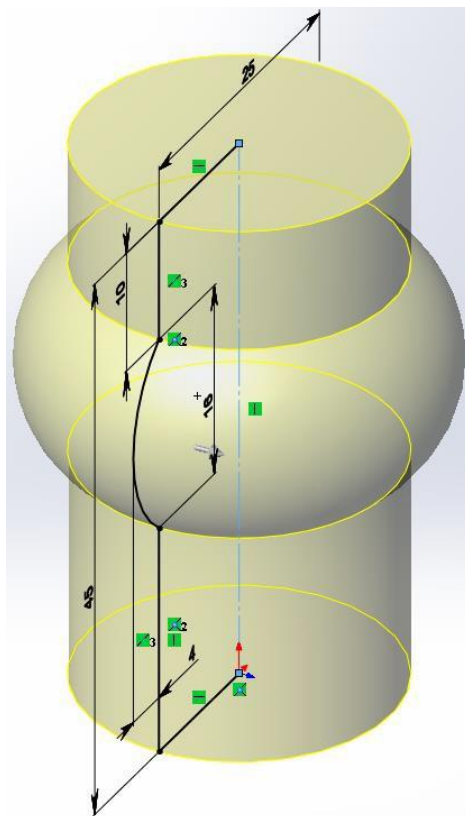
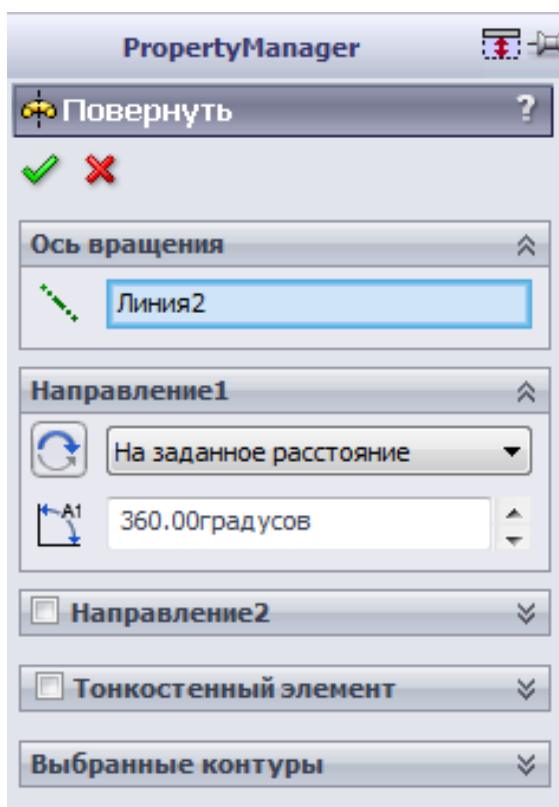


На панелі інструментів **Элементы** виберіть інструмент **Повернутая бобышка/основание**.

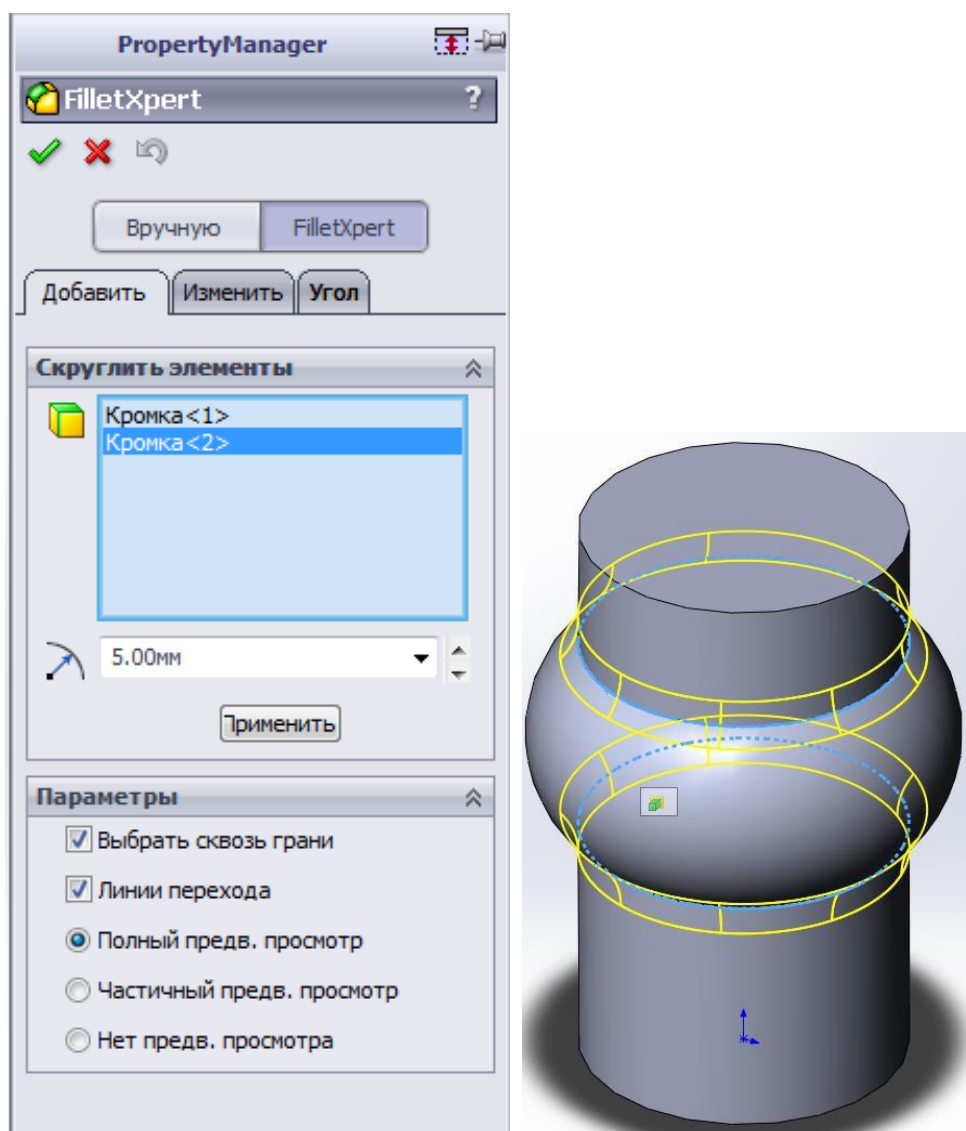
З'явиться повідомлення про те, що ескіз являє собою відкритий контур, а також питання, чи вимагається автоматично зробити контур замкненим. Натисніть **Да (Так)**.



Прийміть значення за замовчуванням, натиснувши **ОК**.



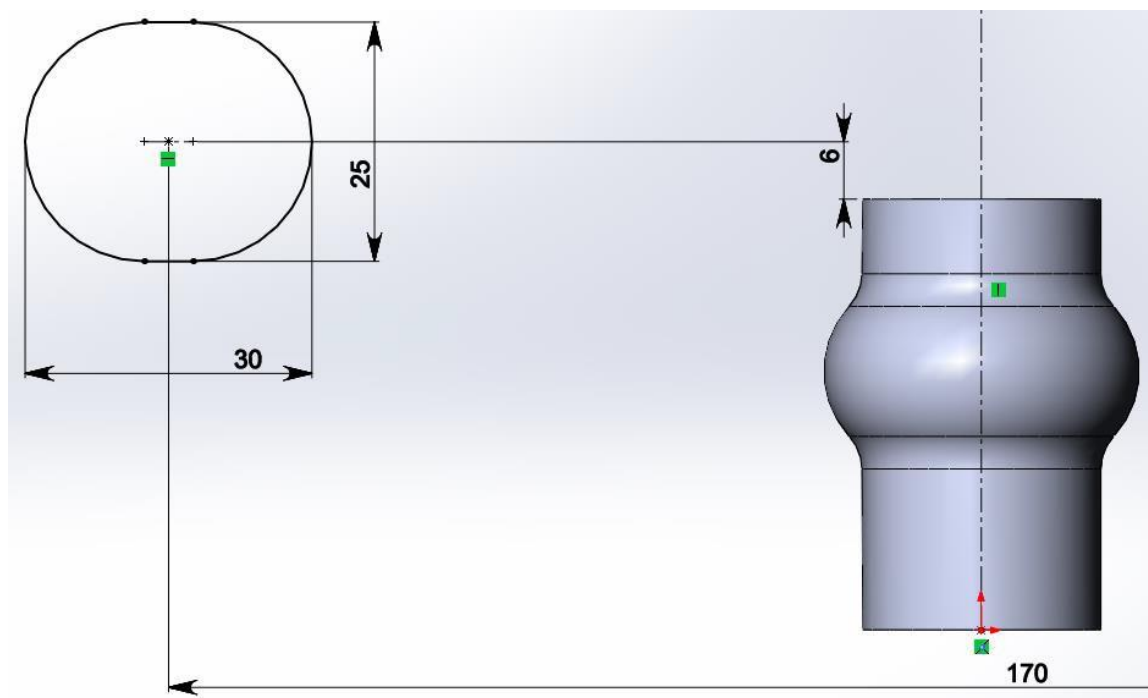
Оберіть інструмент **Скругление** й задайте значення 5 мм.



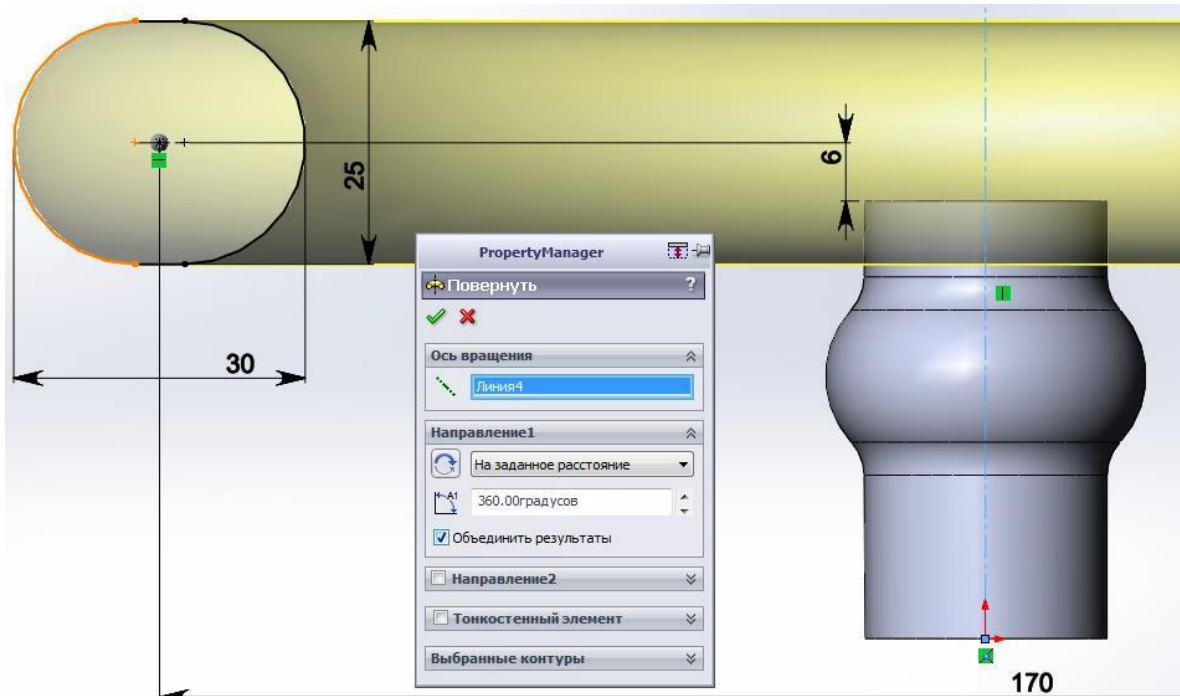
Переименуйте элемент у **Ступица**.

Элемент **Обід** створюється як окреме тверде тіло, не об'єднане з елементом **Ступиця**. Профілем елемента **Обід** є форма прорізу.

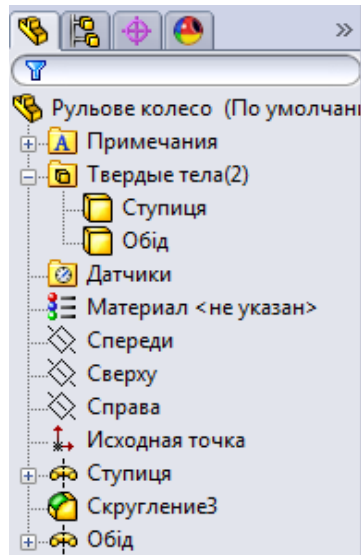
Створіть новий ескіз на площині **Справа**, зорієнтувавши модель у тому ж напрямку. З початкової точки проведіть вісь обертання, використовуючи інструмент **Осевая линия**. Побудуйте прямокутник із закругленими торцями, використовуючи інструмент **Прямая прорезь** і вкажіть розміри згідно рисунка.





Виберіть вертикальну осьову лінію нескінченної довжини. На панелі інструментів **Элементы** виберіть інструмент **Повернутая бобышка/основание**. Перейменуйте елемент в **Обід**.

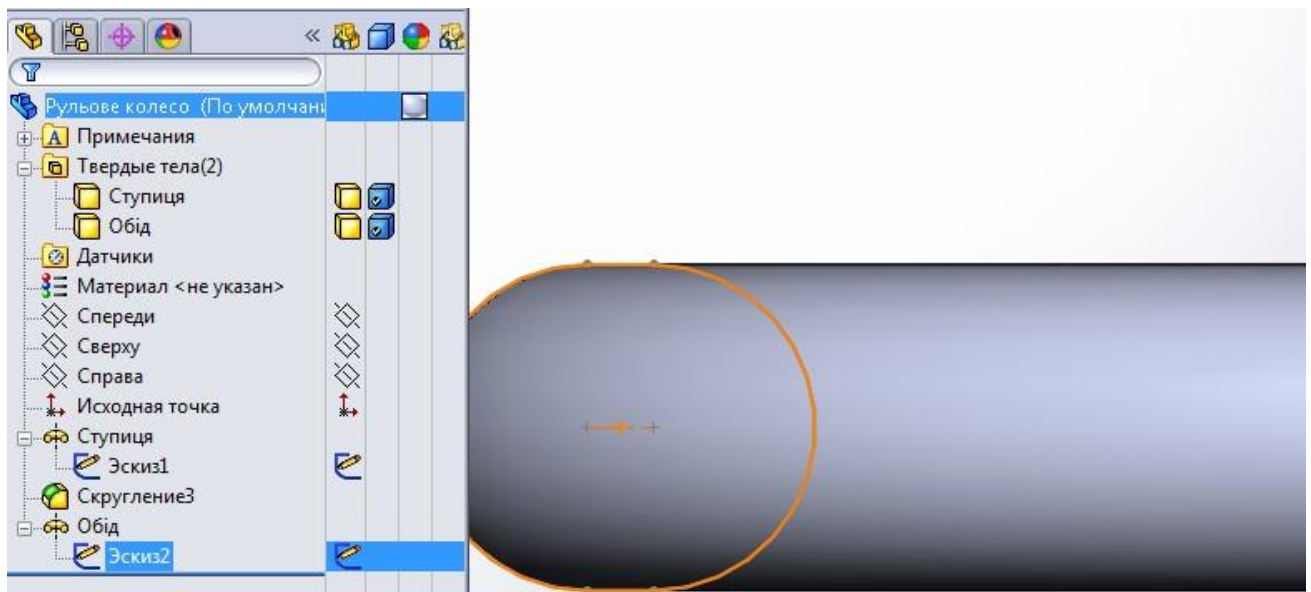


Зверніть увагу на те, що в теці **Твердые тела** розміщуються тіла, а також вказана кількість тіл, які знаходяться в теці (2). Тіла можна злити або об'єднати пізніше, створивши тим самим єдине тверде тіло.



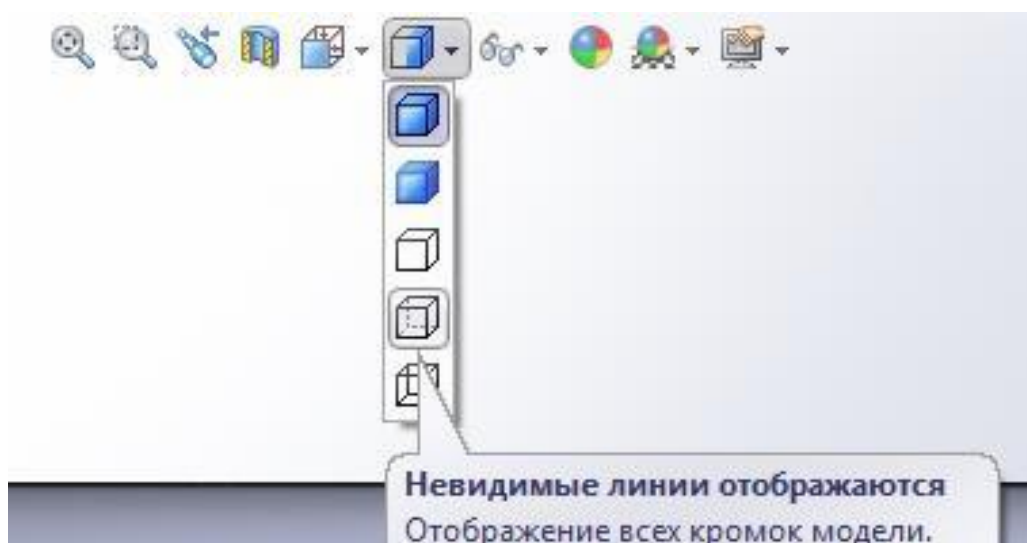
Елемент **Спиця** створюється за допомогою елемента **По траектории**. Елемент **По траектории** давить на замкнений контур **Профиль** уздовж відкритого контуру **Путь**.

У поле пошуку **Дерева конструирования**  для відображення створених ескізів уведіть букву "э" і натисніть на значок  над полем пошуку. Натисніть на значок ескізу елемента **Ступица** щоб відобразити його. Повторіть аналогічну операцію і для елемента **Обід**.

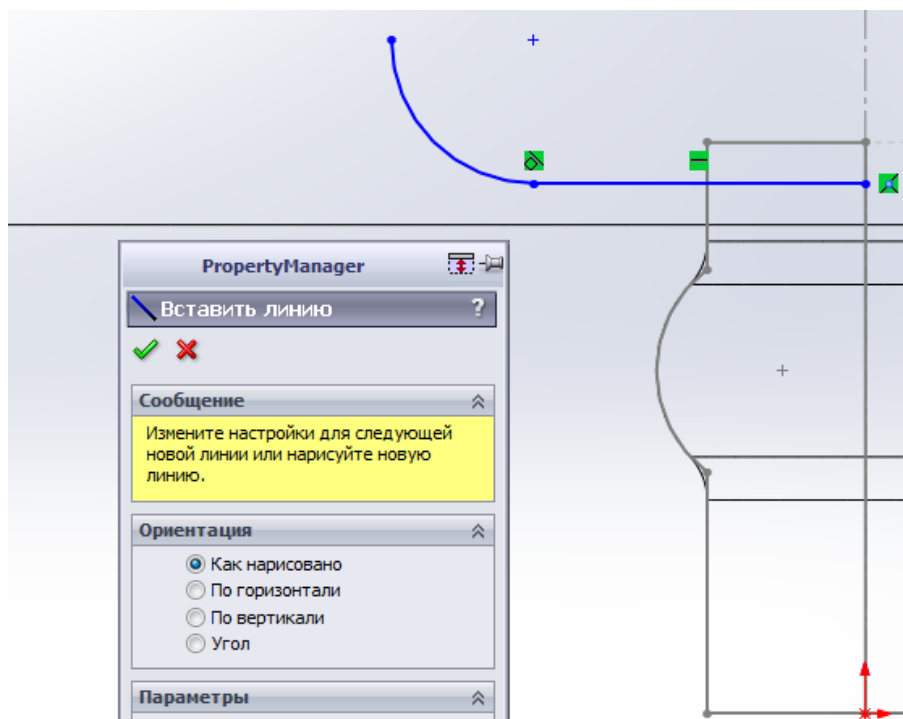


Закрийте поле фільтру **Дерева конструирования**, потім закрийте й саму панель.

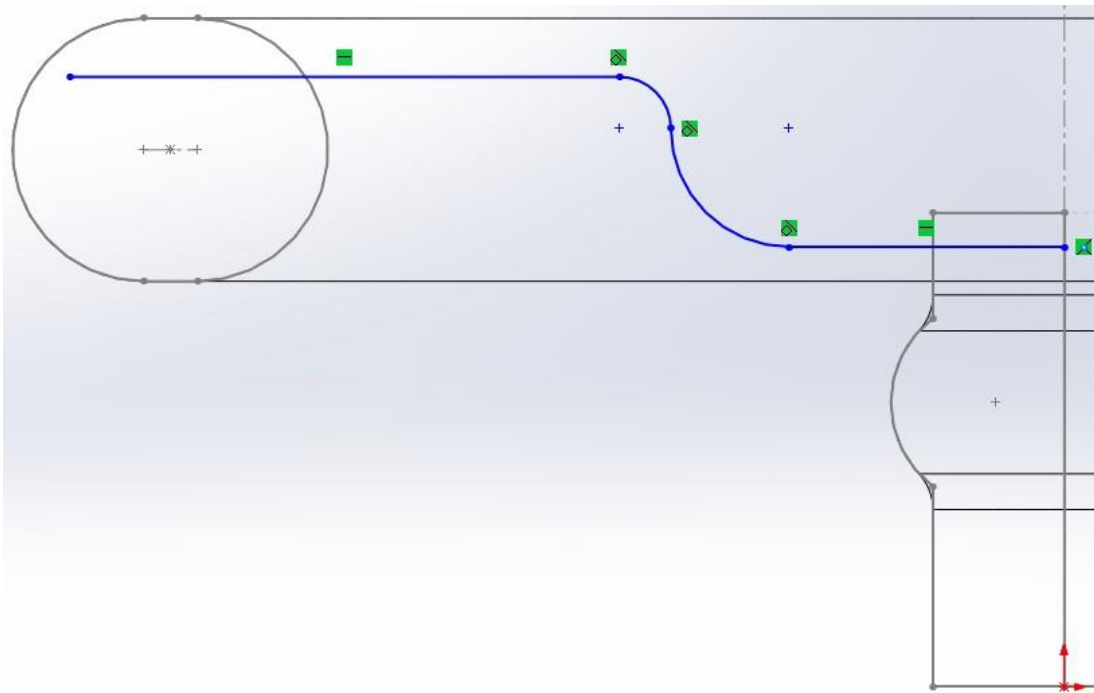
Створіть новий ескіз, використовуючи площину для побудов **Справа**. Замініть режим відображення на **Невидимые линии отображаются**.



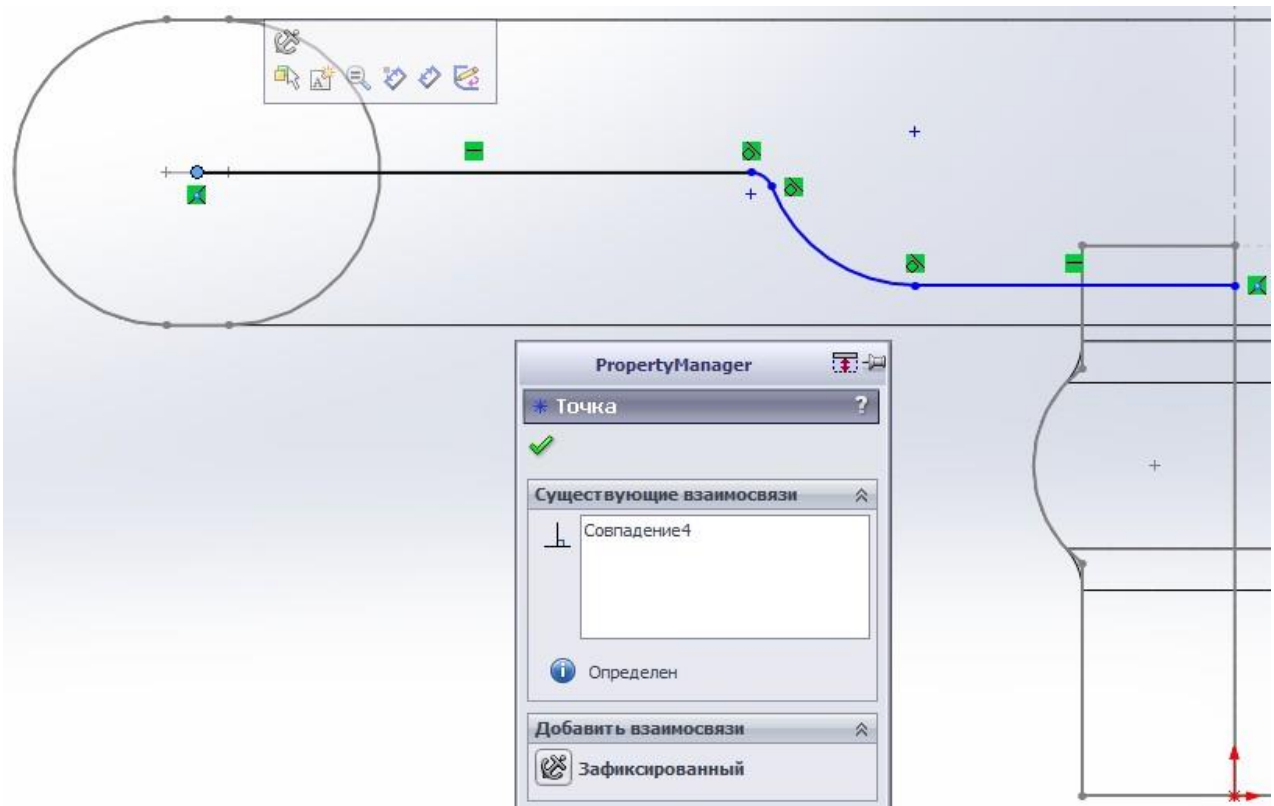
Проведіть горизонтальну лінію, котра починається від осьової лінії усередині меж елемента **Ступиця** і дотичну до неї дугу.



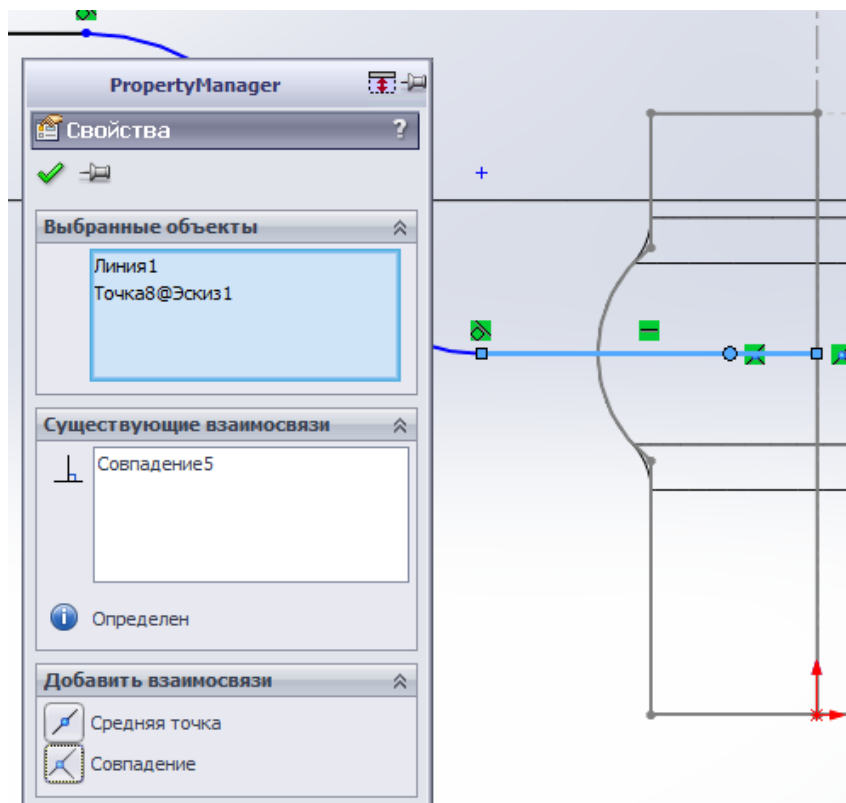
Продовжуючи побудову ліній за допомогою інструмента **Линия**, побудуйте другу дугу, дотичну до першої, і горизонтальну лінію, як показано на рисунку нижче.



Перетягніть ліву кінцеву точку лінії на точку ескізу елемента **Обід**. При цьому буде доданий взаємозв'язок **Совпадение**.

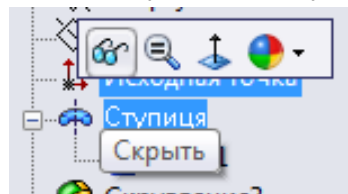


Додайте ще один взаємозв'язок між лінією на її протилежному кінці й центральною точкою дуги.

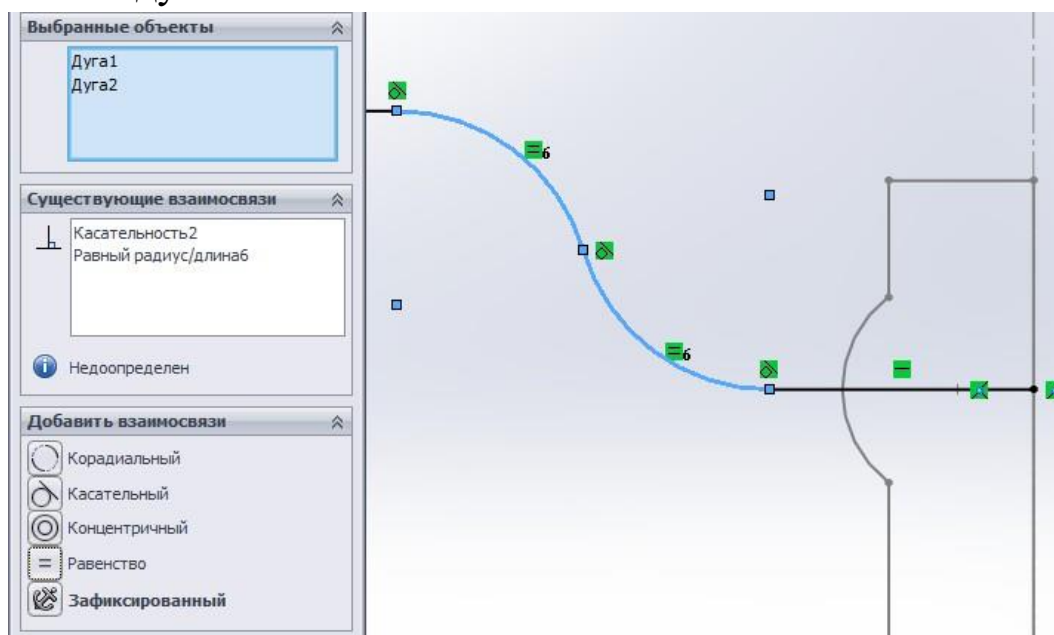


Поверніться до відображення в зафарбованому виді.

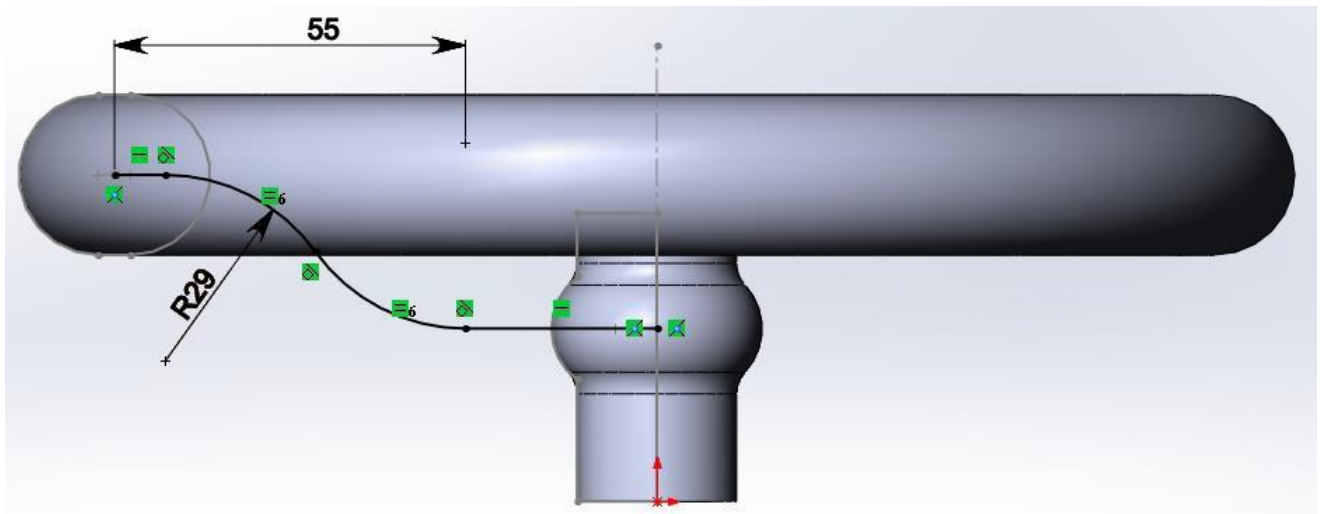
Сховайте ескізи **Ступиця** й **Обід**, клацнувши на їхній назві лівою кнопкою миші й вибравши відповідну команду.



Додайте на дуги взаємозв'язок **Равенство**.

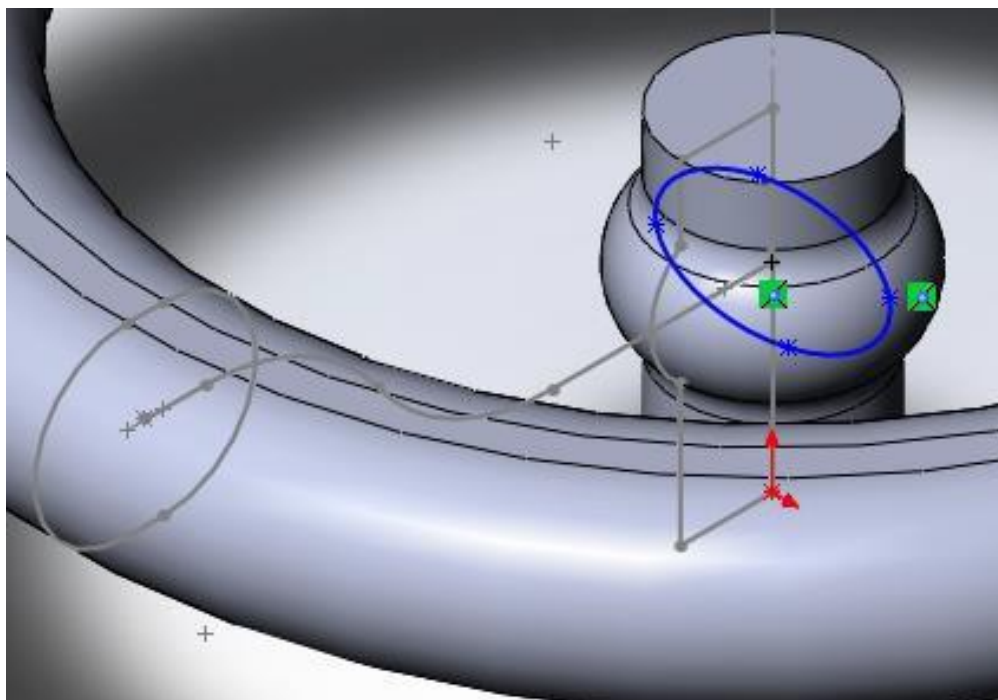


Увімкніть відображення ескізів **Ступиця** й **Обід** і додайте розміри для визначення форми. Вийдіть із режиму побудови ескизу.

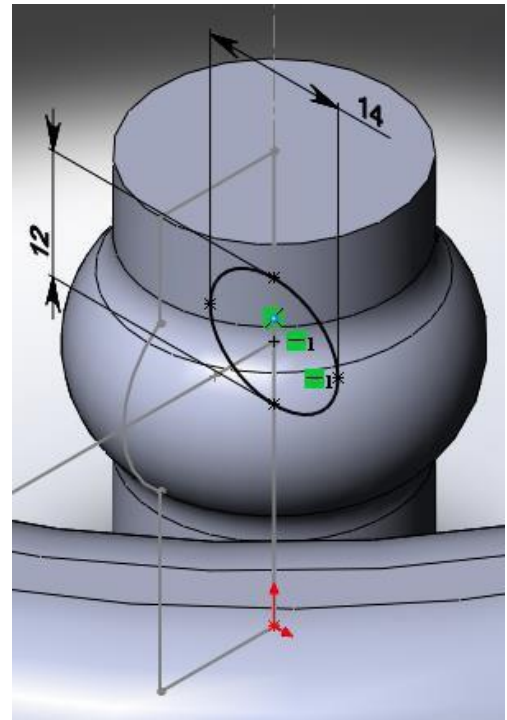
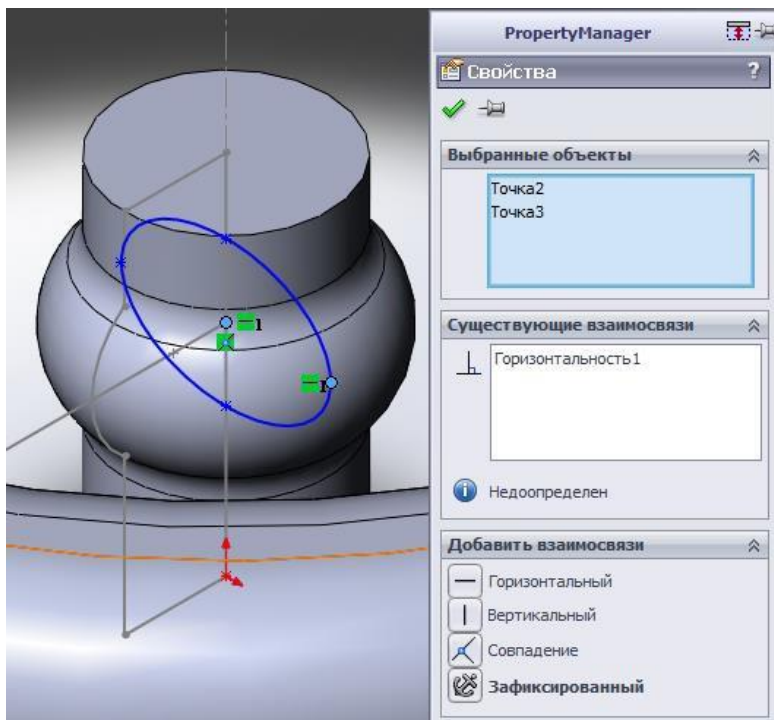


Для створення профілю **Спиці** вибрати площину для побудов **Спереди**.

Натисніть кнопку **Еліпс** і розташуйте центральну точку на кінці лінії. Перемістіть курсор від центру й розташуйте головну й малу осі.

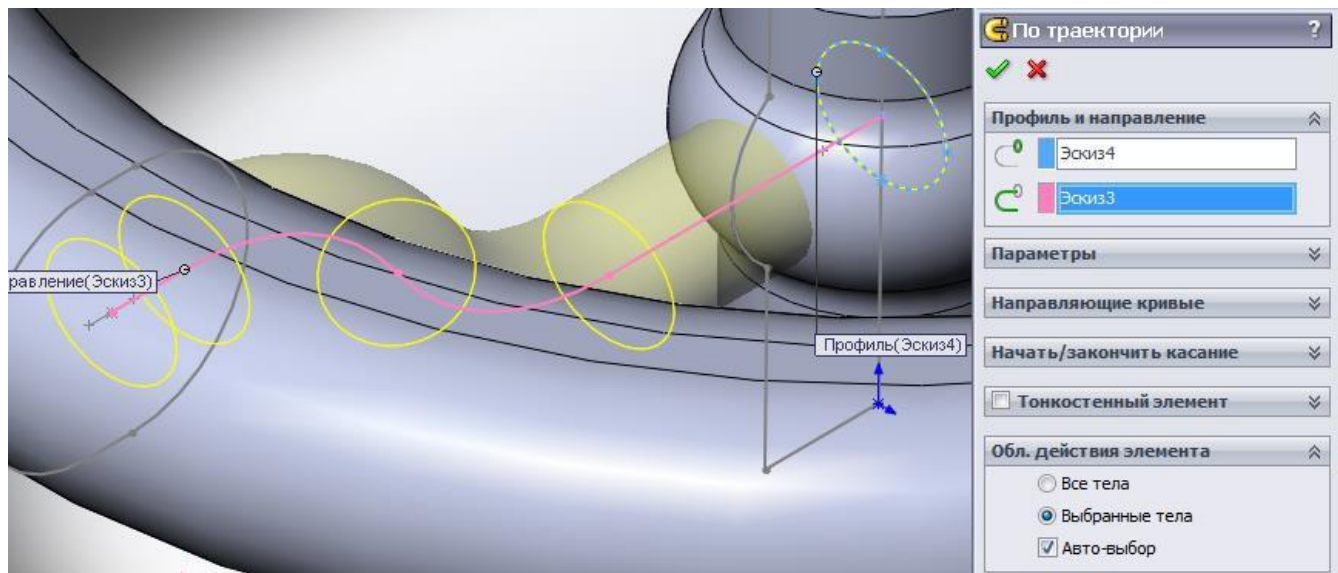


Додайте взаємозв'язки, щоб центральна точка й одна із точок головної осі були розташовані горизонтально. Додайте розміри, як показано на рисунку.



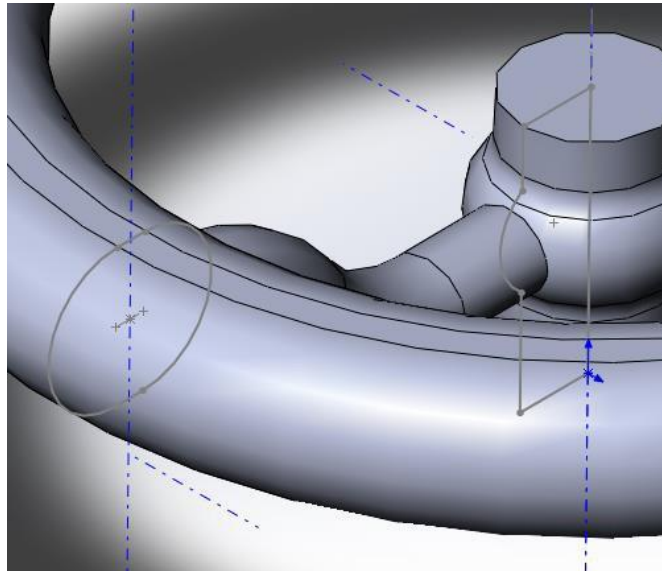
Закрийте ескіз.

Виберіть **Бобышка/основание по траектории** на панелі інструментів **Элементы**.



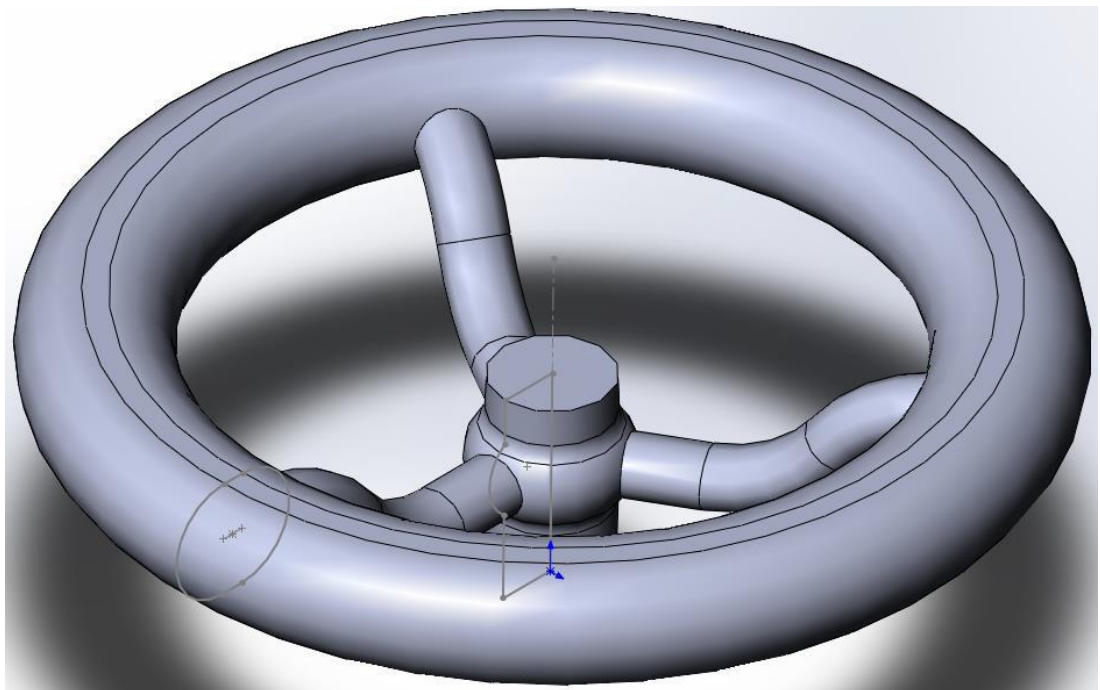
Назвіть новий елемент **Спица**.

Відобразіть тимчасові осі, вибравши команду **Временные оси** з панелі **Вид**.

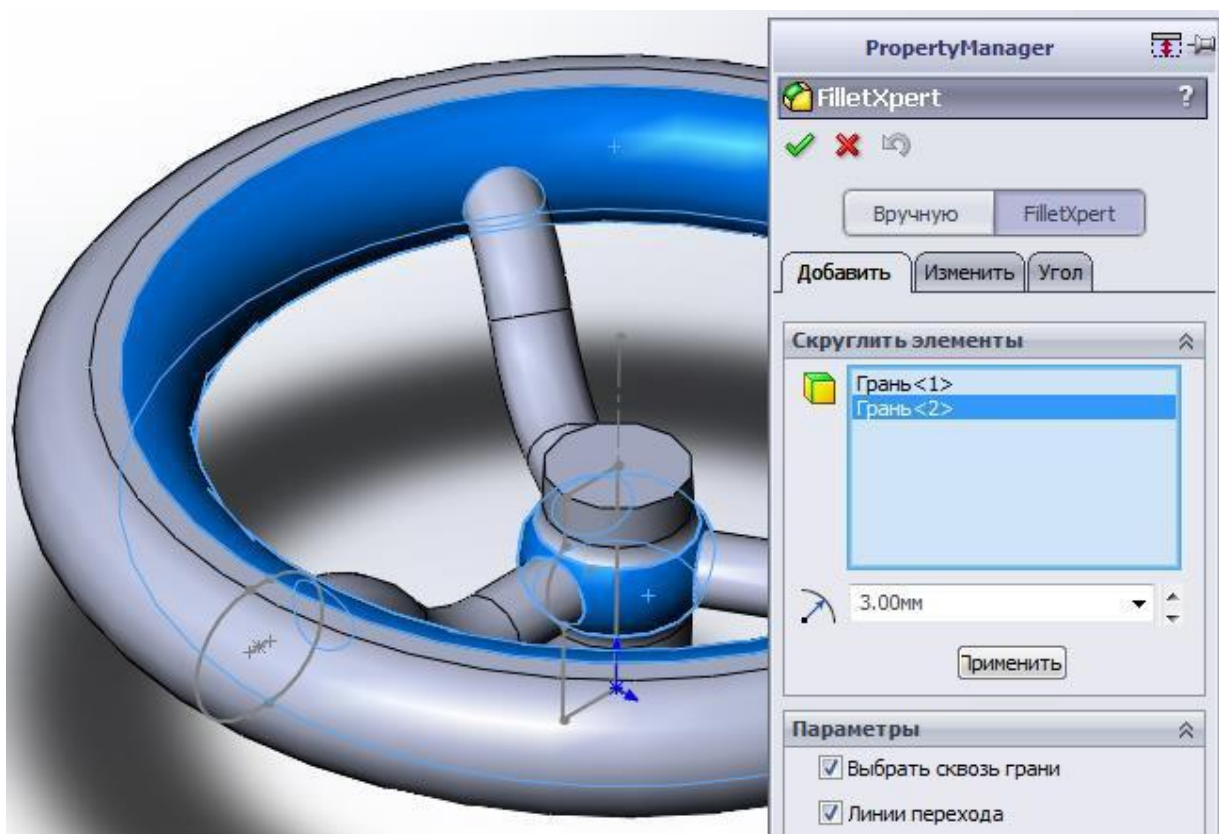


Створіть круговий масив елемента **Спиця**, натиснувши кнопку **Круговой массив** і вибравши для масиву тимчасову вісь як центр обертання.

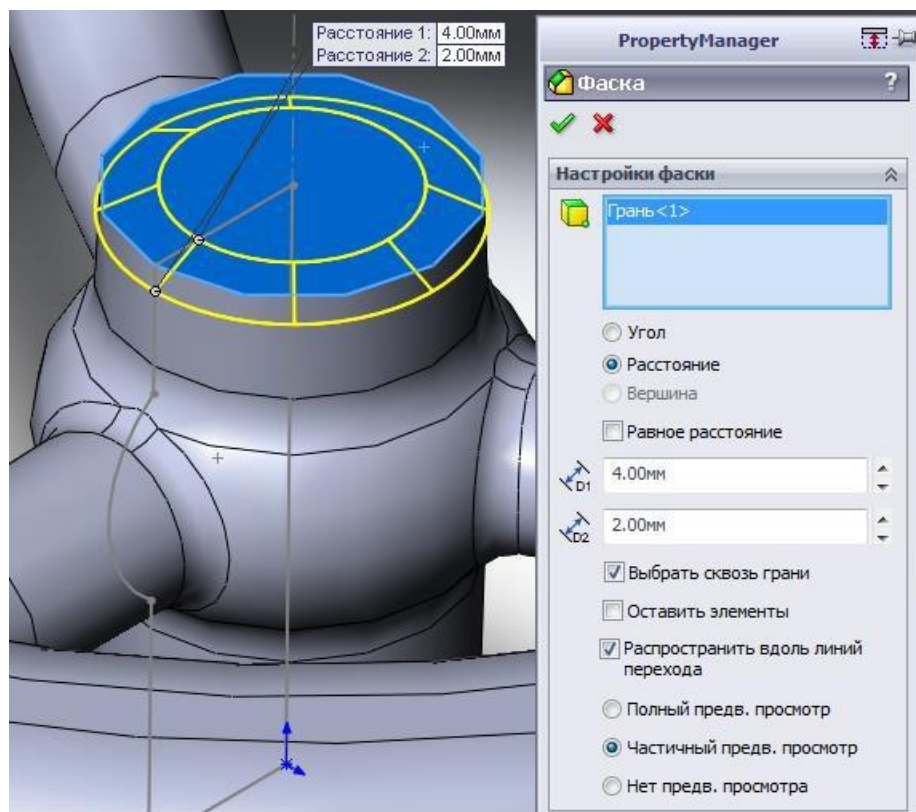
Установіть для параметра **Количество экземпляров** значення **3** і **Равный шаг**.



Для завершення побудови моделі необхідно додати заокруглення в з'єднаннях елементів **Спиця** до елементів **Обід** і **Ступиця**, використовуючи інструмент **Скругление**. Радіус заокруглень виберіть у межах 2,5-5 мм.



Притупіть гострі країки ступиці фаскою, як показано на рисунку.



Збережіть файл у своїй теці.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Чому осьова лінія в першому ескізі змінила колір з синього на чорний??
2. З якою метою при проставлянні розмірів на ескізі **Ступиці** використовують клавішу **Shift**?
3. Яким способом створюють елемент деталі **Ступиця**?
4. Яким способом створюють елемент деталі **Обід**?
5. Яким інструментом також можна створювати дуги?
6. Які взаємозв'язки накладали на елементи ескізу при побудові елемента деталі **Спиця**?
7. Скільки ескізів створювали при побудові елемента деталі **Спиця**?
8. Який інструмент використовували при побудові елемента деталі **Спиця**?
9. Який спосіб використали при побудові елемента деталі **Спиця**?
10. З якою метою створювали додаткову вісь?
11. Який інструмент використовували для створення кількох елементів **Спиця**?
12. Як розмістити елементи масиву на заданій відстані?
13. Як рівномірно розмістити елементи масиву?
14. Назвіть мету створення заокруглень між елементами деталі **Ступиця, Спиця та Обід**?
15. Яке призначення фаски на елементі деталі **Ступиця**?

Лабораторна робота №6

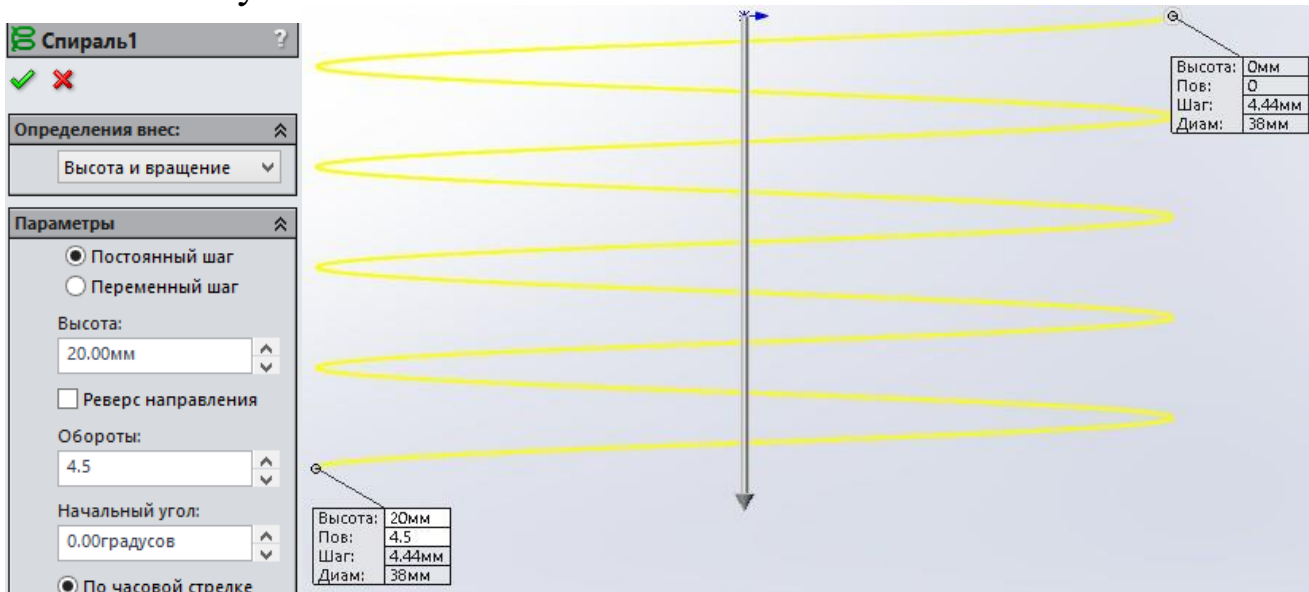
Створення моделі пружини

Мета роботи: отримати навички побудови деталей типу «пружина», використовуючи можливості 3-D моделювання програми SolidWorks.

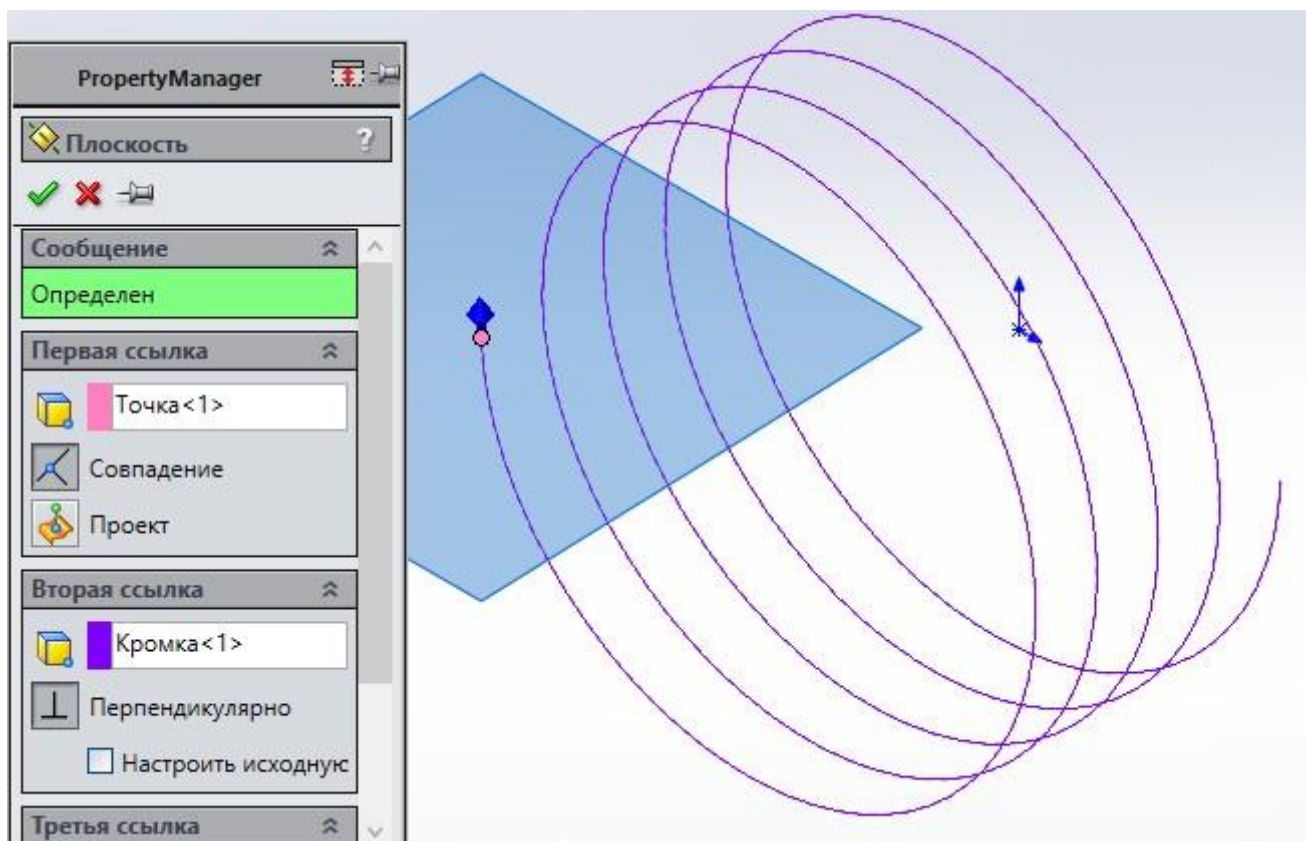
Порядок виконання роботи

Створюємо новий ескіз на площині **Спереди**. Створюємо коло та задаємо його діаметр, наприклад, 38 мм. Переходимо на панель інструментів **Элементы** і в меню **Кривые** натискаємо кнопку **Геликоид и спирали**.

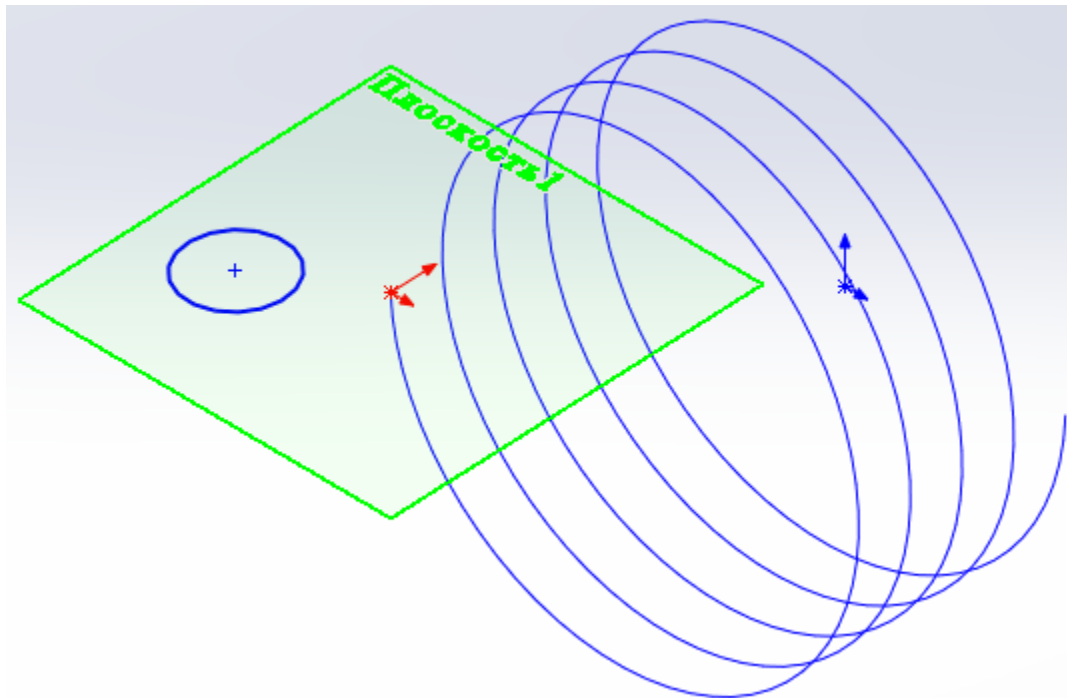
У менеджері властивостей **Спираль** обираємо у вкладці **Определение** внес пункт **Высота и вращение**. У вкладці **Параметры** обираємо постійний крок, вказуємо висоту 20 мм, 4,5 обертів та початковий кут – 0°.



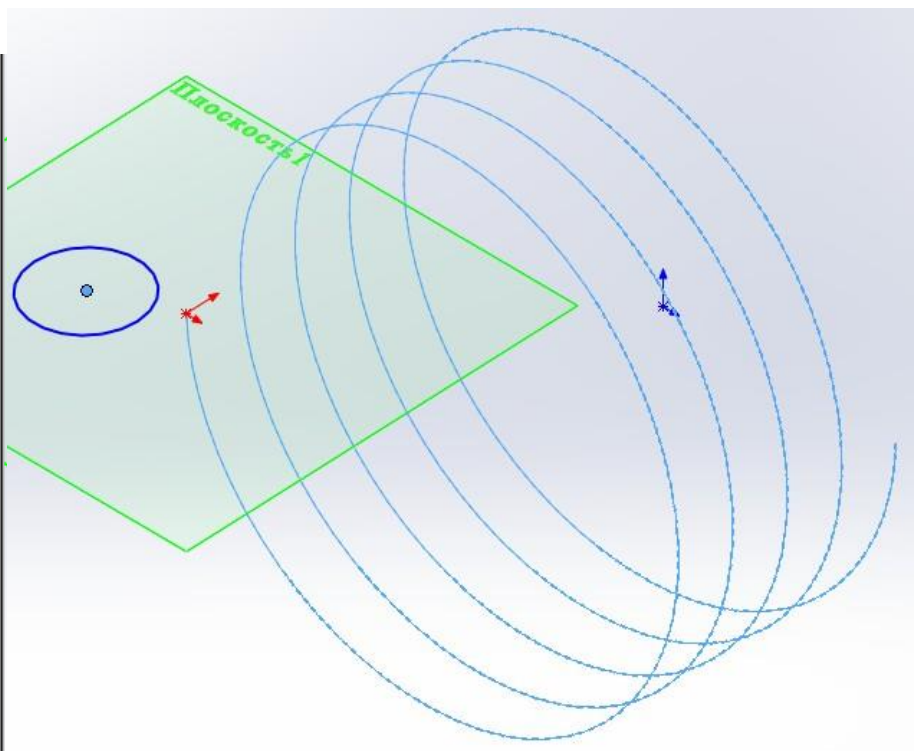
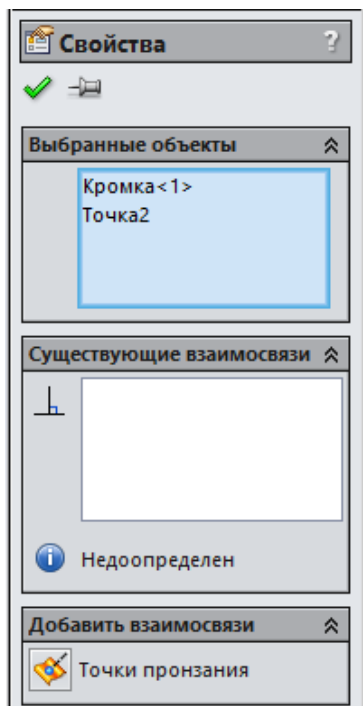
Переводимо спіраль у тривимірне зображення. На панелі інструментів **Элементы** в меню **Справочная геометрия** обираємо інструмент **Плоскость**. Клацаємо вказівником миші спочатку по крайці спіралі, а потім – на самій спіралі.



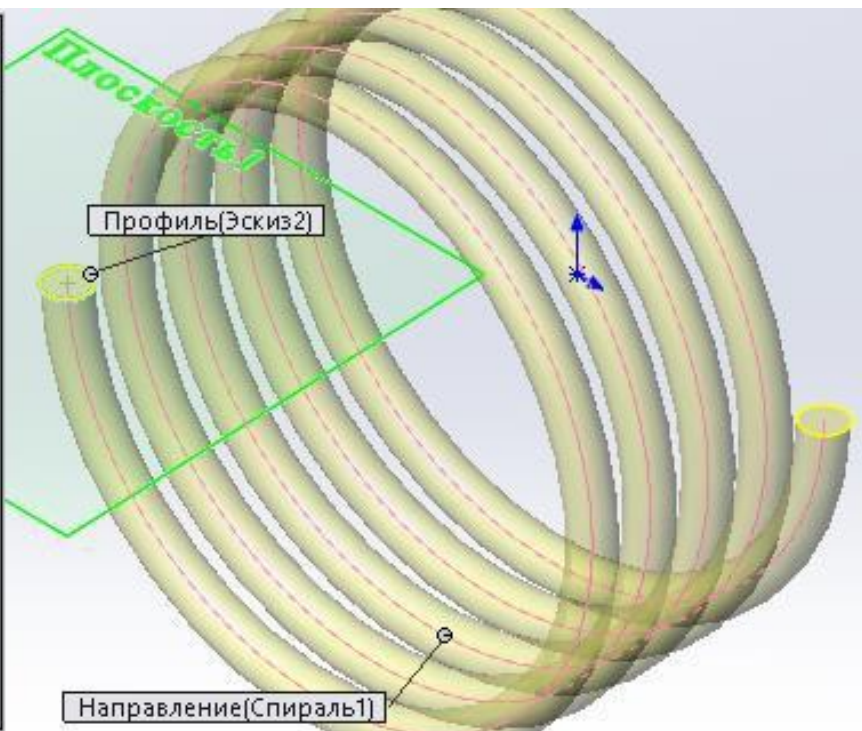
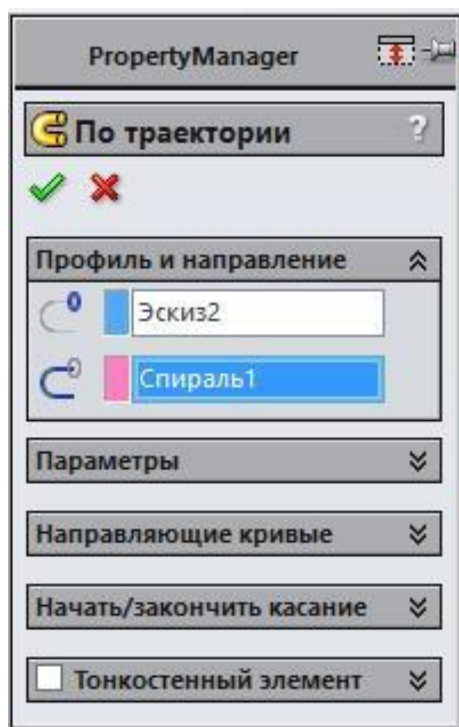
На площині створюємо коло діаметром 3 мм.



Клацаємо лівою кнопкою миші по центру кола, натискаємо клавішу **Ctrl** та клацаємо лівою кнопкою миші по спіралі. У менеджері властивостей **Свойства** обираємо взаємозв'язок **Точки пронзания**.

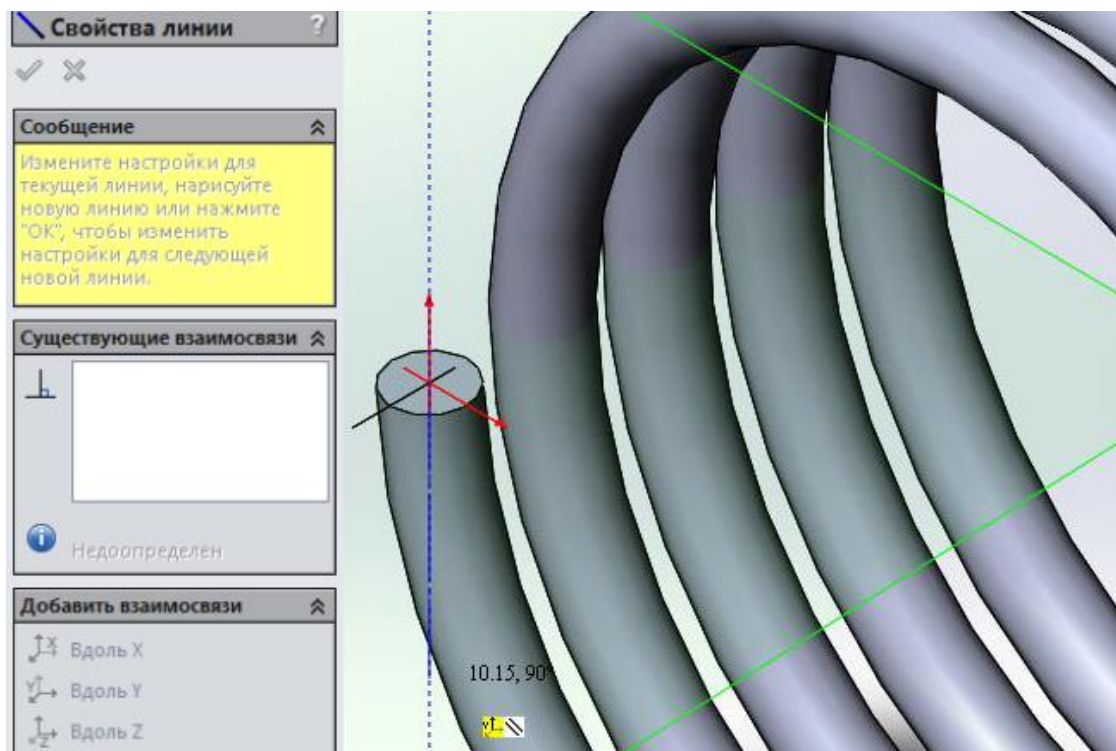


Виходимо з ескізу та на панелі інструментів **Элементы** обираємо інструмент **Бобышка/основание по траектории**. В менеджері властивостей **По траектории** у вікні **Профиль** вказуємо **Эскиз2**, а у вікні **Маршрут** – **Спираль1**.

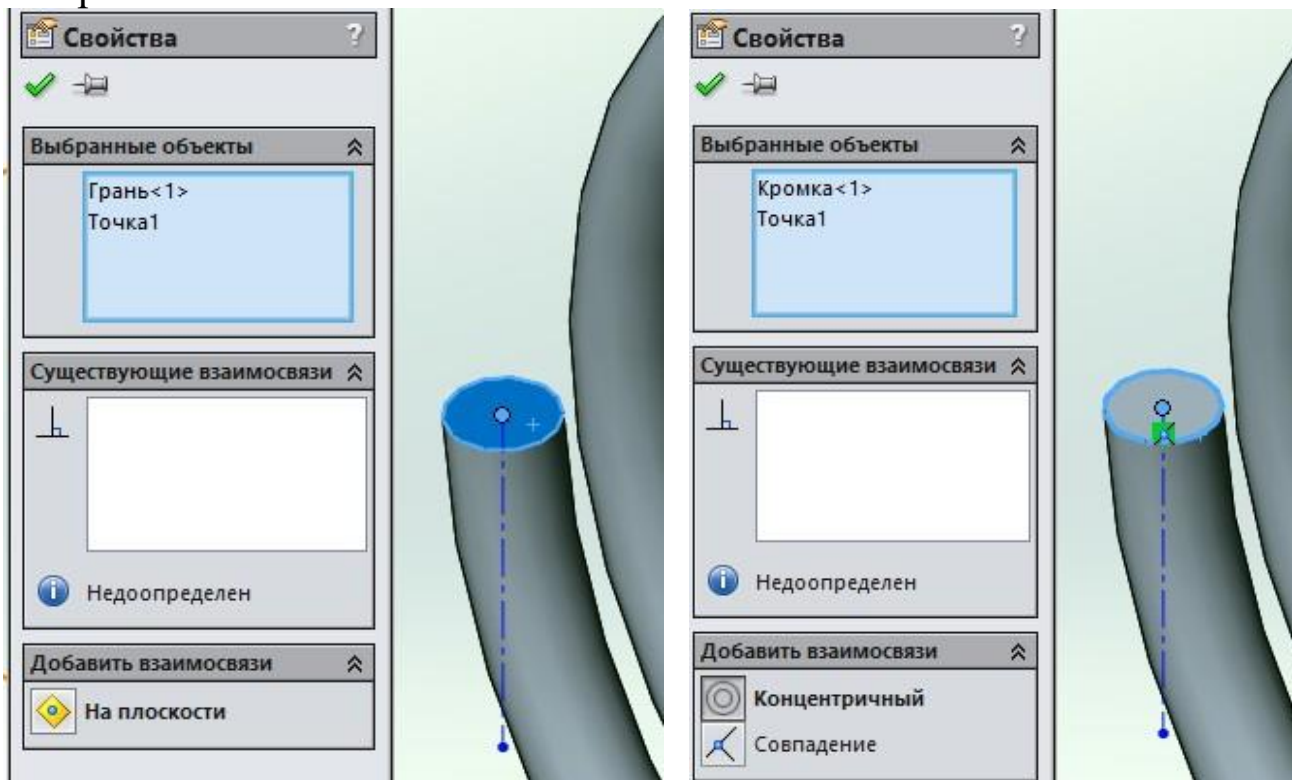


Вийдемо із ескізу та створимо тривимірний ескіз.

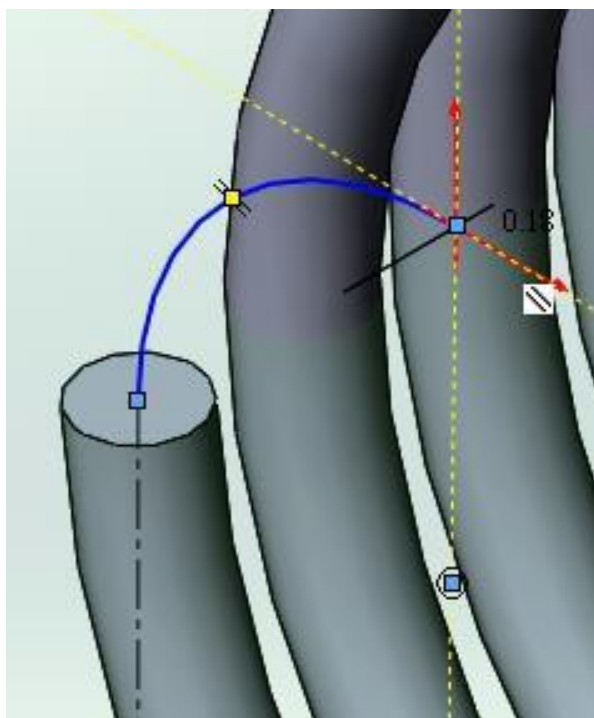
Проведемо вертикальну осьову лінію з центра кола попереднього ескізу.



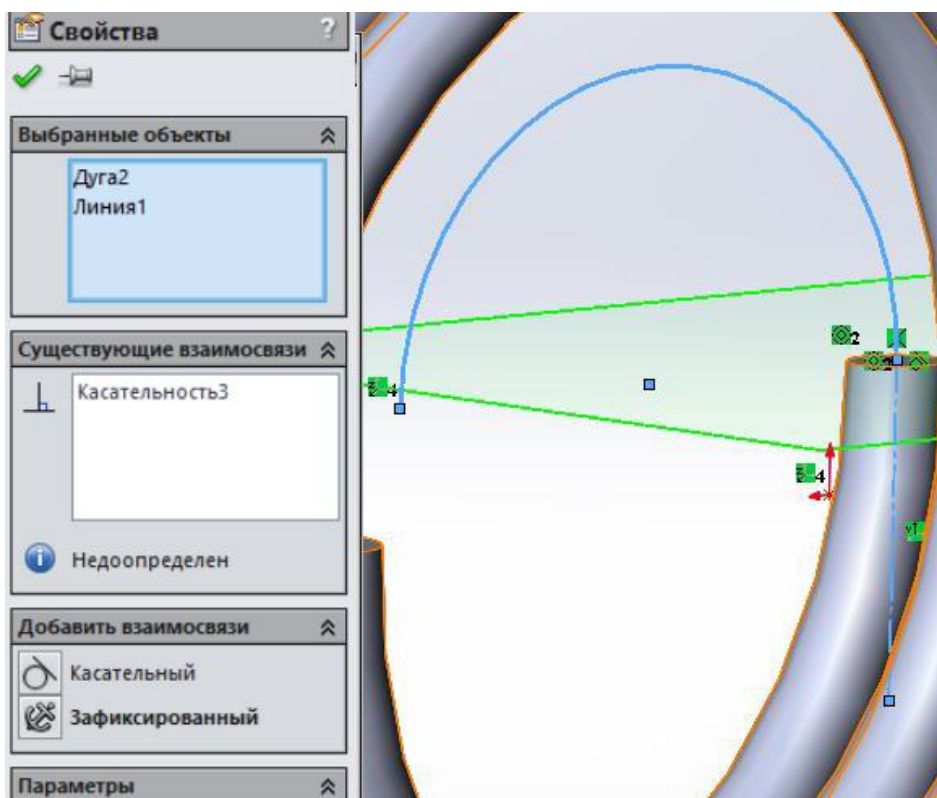
Утворюємо взаємозв'язки верхньої точки створеної допоміжної лінії з площиною кола (**На плоскости**) та її з колом (**Концентричный**) з використанням клавіші **Ctrl**.

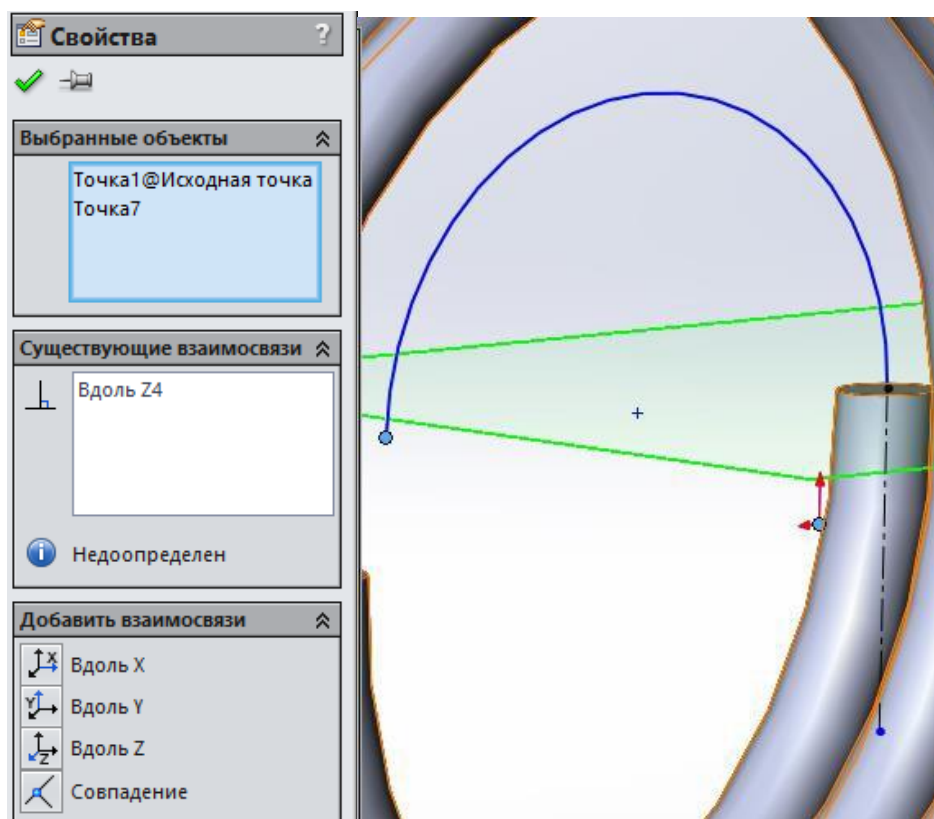


Будуємо з центра кола дугу з використанням інструменту **Линия**.

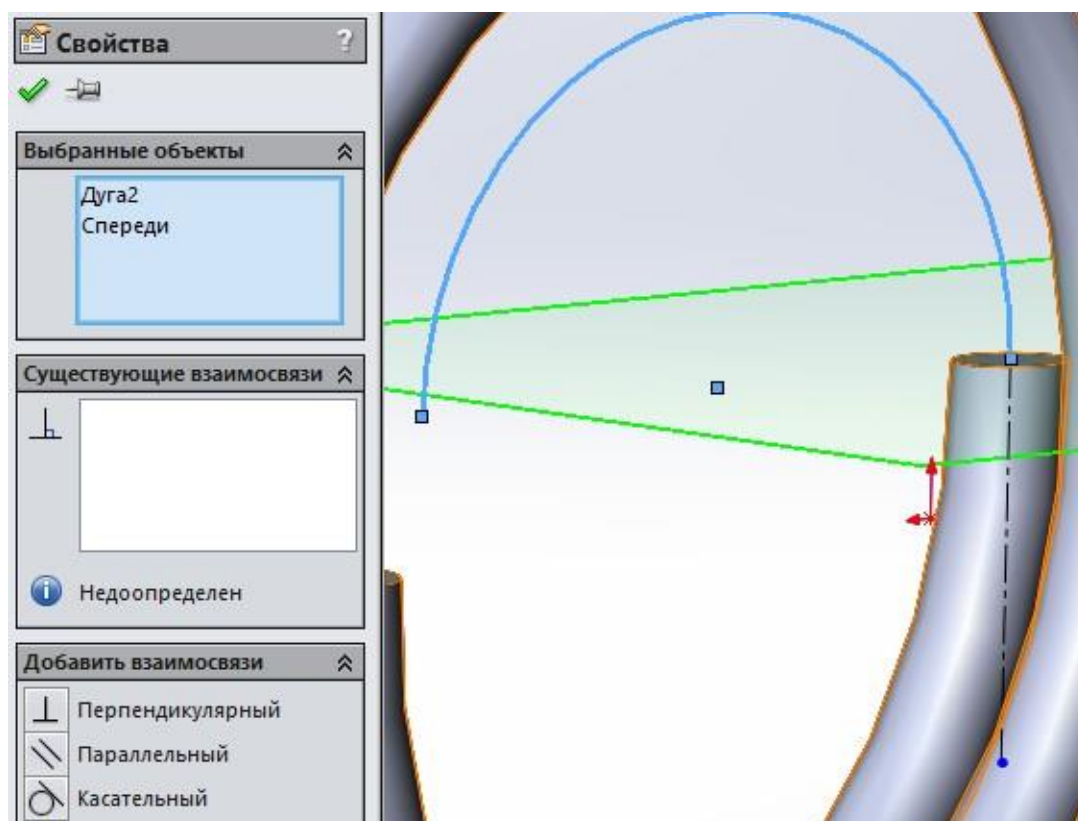


Утворюємо взаємозв'язки нижньої точки дуги з допоміжною лінією (**Касательный**) та верхньої точки з центром побудов (**Вдоль Z**) з використанням клавіші **Ctrl**.



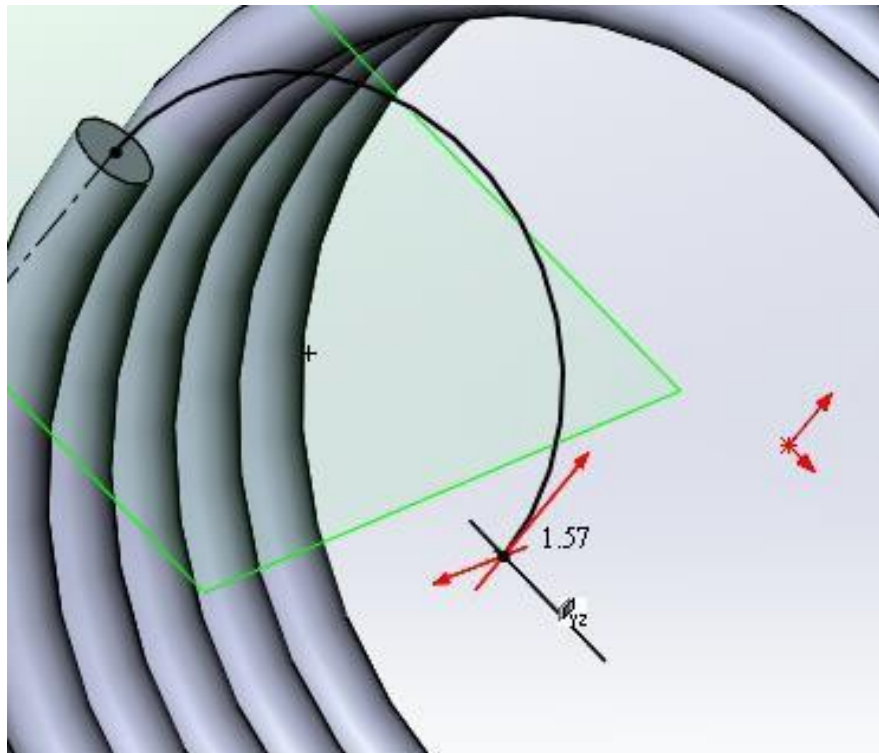


Створюємо взаємозв'язок **Параллельный** дуги з площиною **Спереди**.

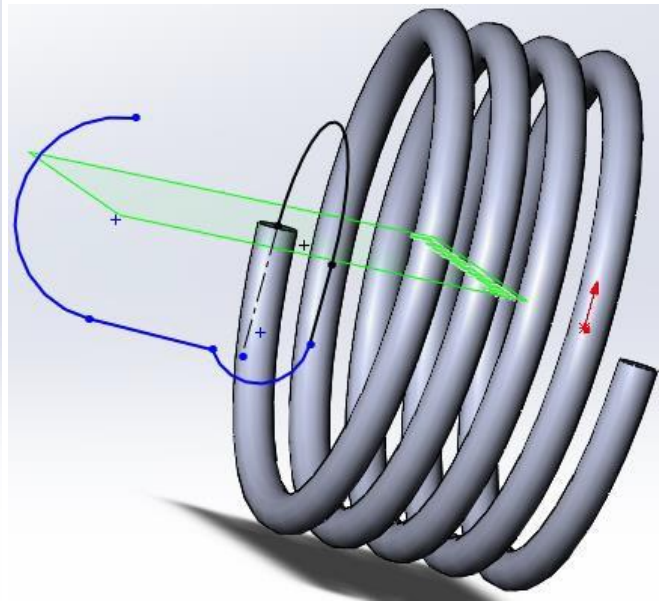
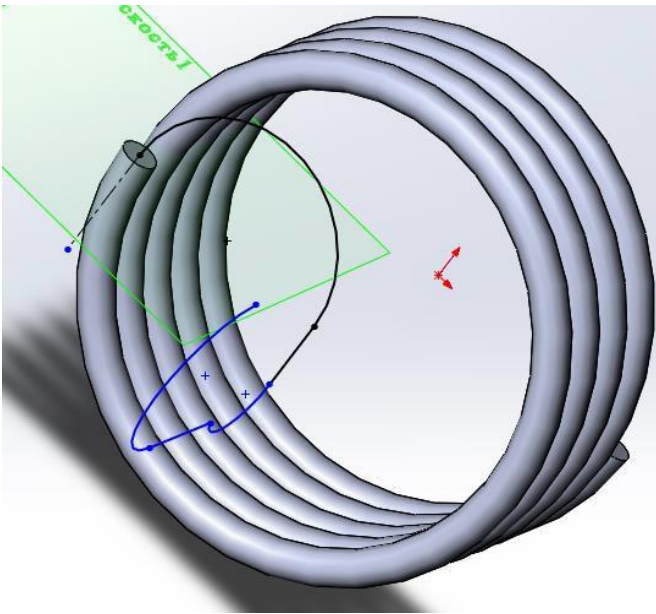


З кінця дуги проводимо вертикальний відрізок донизу та створюємо між ними взаємозв'язок **Касательный**.

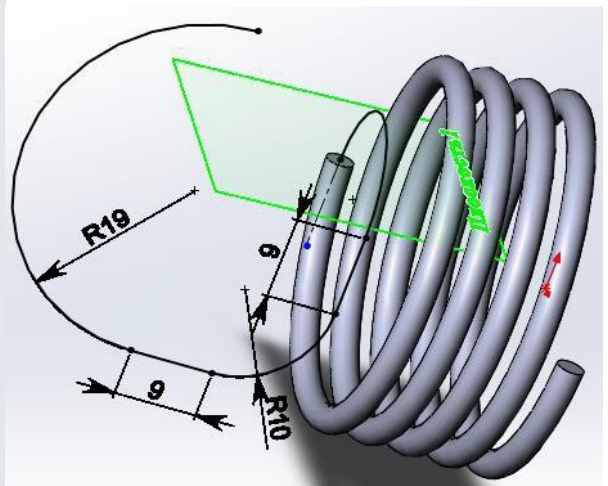
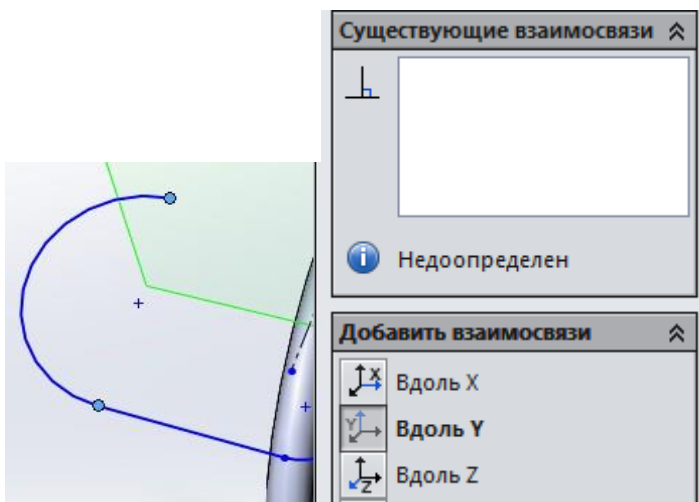
Для подальших побудов бажано розвернути зображення спіралі таким чином, щоб її передні сторони витків майже перекривали зазори за ними. Це дасть змогу програмі Solidworks автоматично змінити площину подальших побудов у тривимірному ескізі. Під час побудов під курсором висвічуються позначення осей координат, вздовж яких проводиться побудова елементів, а також в кінцевій точці останнього побудованого елементу відображається локальна система координат, тому звертайте увагу на те, які осі активні (**зображені червоним кольором**) в локальній системі координат на початку побудови елементу.



Будуємо відрізок та дуги, як показано на рисунку нижче.

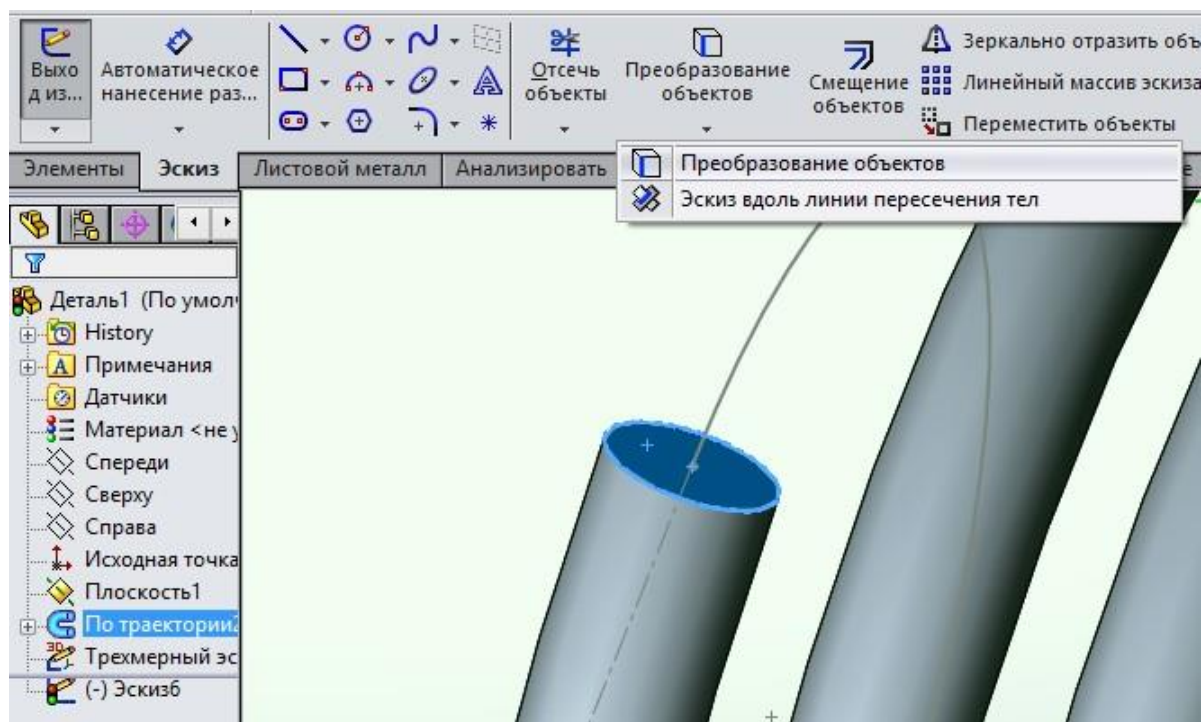


Створюємо між відрізками та дугами взаємозв'язок **Касательний**. Створюємо взаємозв'язок між точками зовнішньої дуги **Вдоль Y**. Потім задаємо розміри відрізків та дуг, як показано на рисунку нижче.

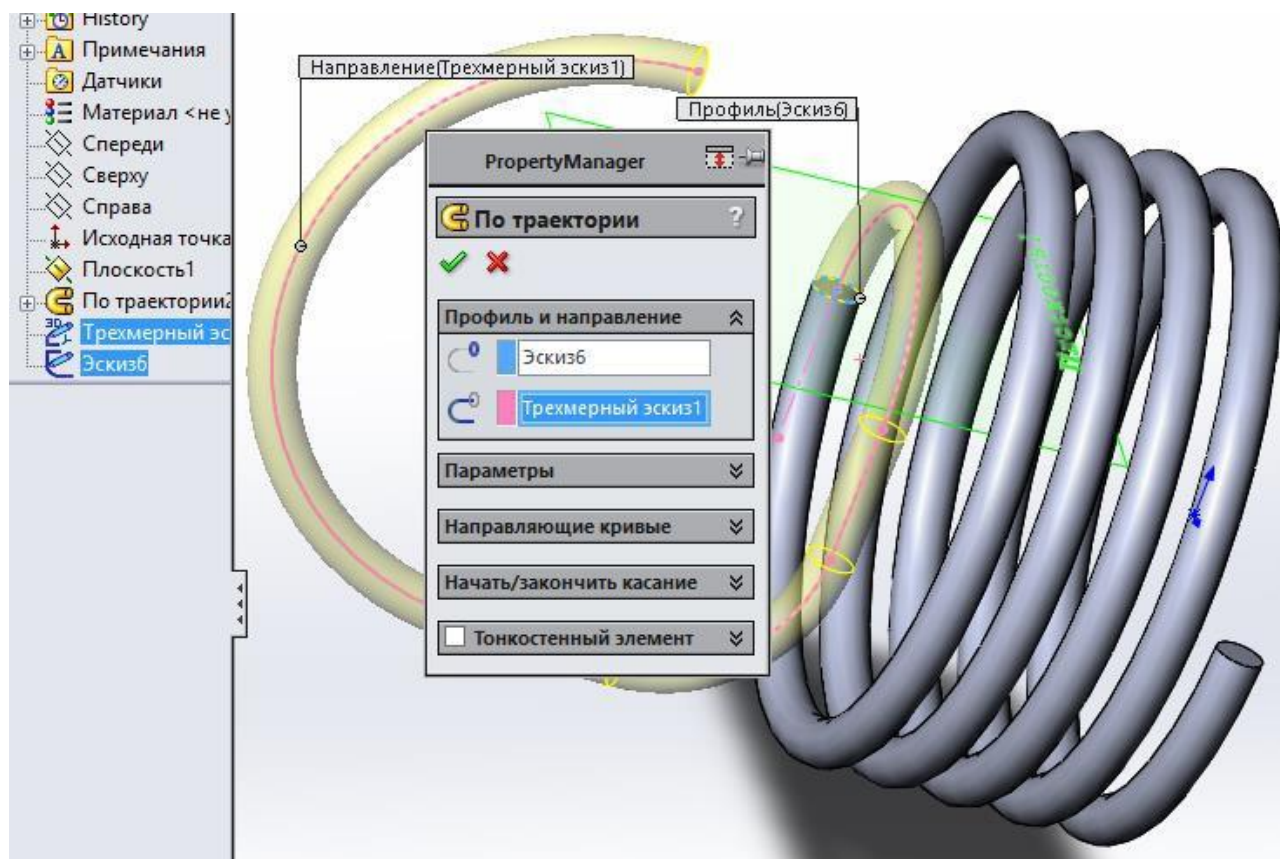


Виходимо з тривимірного ескізу.

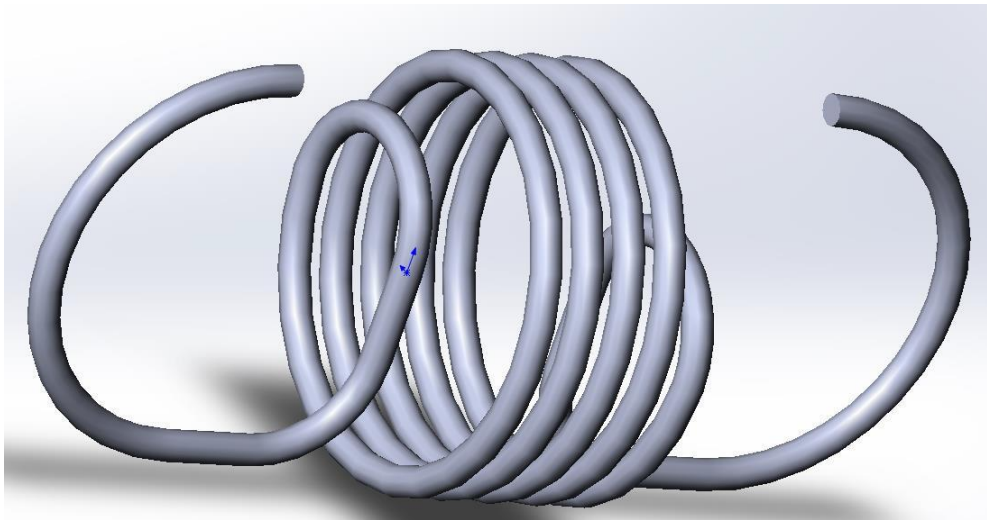
Виділяємо **Плоскість1** в дереві конструювання, клацаємо лівою клавішею миші по торцевій грані спіралі, створюємо новий ескіз за допомогою інструменту **Преобразование объектов**.



Отримуємо ескіз кола, який використовуємо для завершення побудови гачка пружини, використавши інструмент **Бобышка/основание по траектории** з панелі інструментів **Элементы**. Коло вказуємо як профіль гачка, а тривимірний ескіз – як траєкторію.



Другий гачок пружини будемо таким самим способом, починаючи зі створення тривимірного ескізу.



КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Які інструменти використовувалися для побудови основних елементів деталі?
2. Які додаткові інструменти використовувалися при побудові деталі?
3. Які прив'язки використовувалися при побудові деталі?
4. З якою метою проводили перетворення об'єктів деталі?
5. Назвіть основні параметри пружини, що використовувалися при побудові деталі.
6. До якого типу пружин відноситься ця пружина?
7. Які види ескізів використовувалися при побудові деталі?
8. Які додаткові елементи були створені при побудові деталі?
9. Який інструмент використовували для побудови напрямних осей гачків пружини?

Лабораторна робота №7

Побудова шнека та його розгортки

Мета роботи: отримати навички побудови деталей типу «шнек», використовуючи можливості 3-D моделювання програми SolidWorks.

Порядок виконання роботи

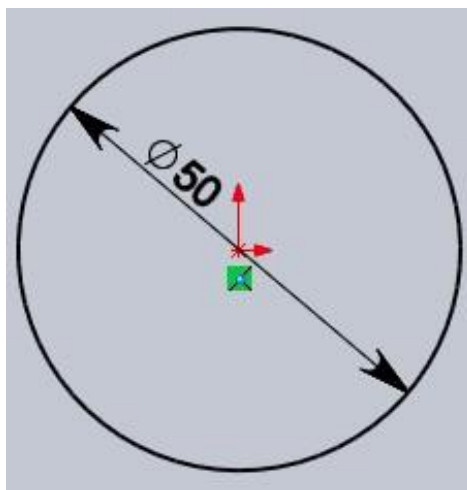
Шнек можна побудувати кількома способами. Розглянемо найпростіші два способи.

Спосіб перший.

Шнек створюємо в два етапи.

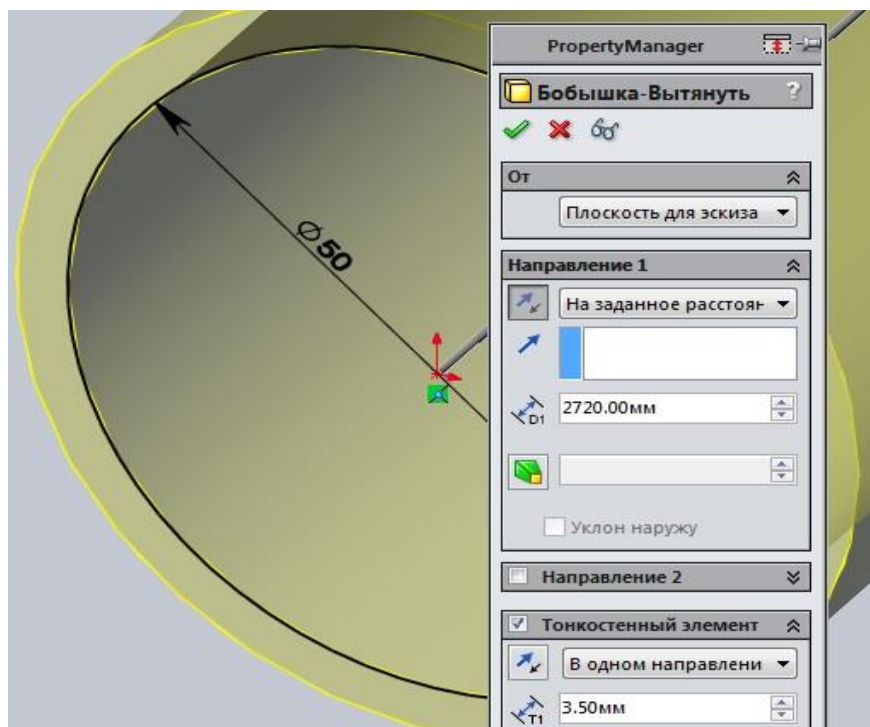
Етап перший – створюємо вал (трубу).

Для її побудови обираємо площину **Спереди**. Створюємо коло діаметром 50 мм.



Переходимо на панель інструментів **Элементы** і натискаємо кнопку **Вытянутая бобышка/основание**. У менеджері властивостей **Бобышка-Вытянуть1** вказуємо глибину витягування – 2720 мм.

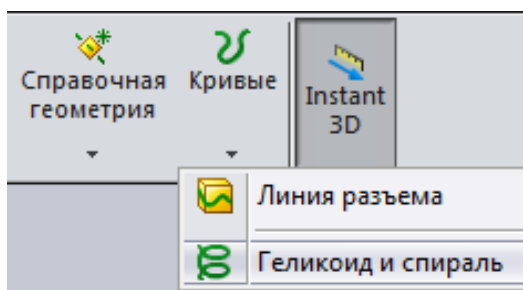
Переходимо на вкладку **Тонкостенный Элемент** та задаємо товщину стінки 3,5 мм.



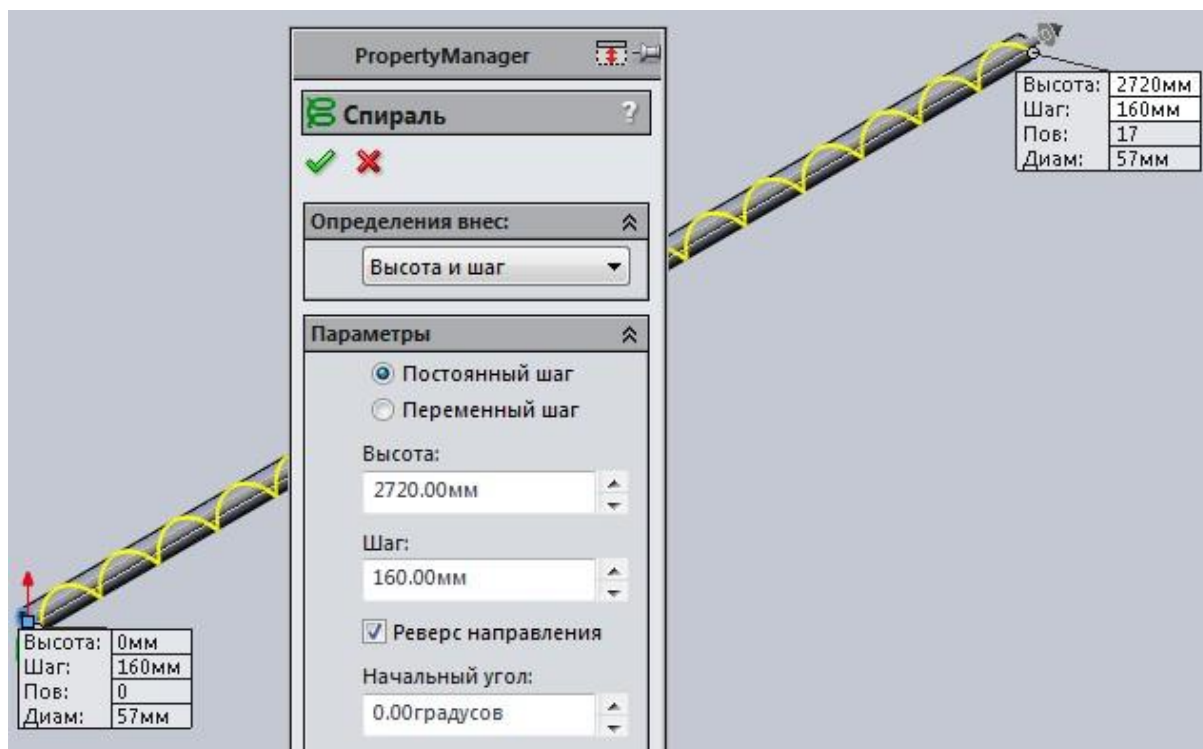
Етап другий – створюємо стрічку шнека.

Створюємо новий ескіз на площині **Спереди**. Створюємо ще одне коло, діаметр якого рівний діаметру зовнішньої циліндричної поверхні.

Переходимо на панель інструментів **Элементы** і в меню **Кривые** натискаємо кнопку **Геликоид и спирали**.



В меню **Ориентация видов** обрати вид **Изометрия**. У менеджері властивостей **Спираль** обираємо у вкладці **Определение** внес пункт **Высота и шаг**. У вкладці **Параметры** обираємо постійний крок, вказуємо висоту, яка відповідає довжині деталі, крок – 160 мм та початковий кут – 0°.

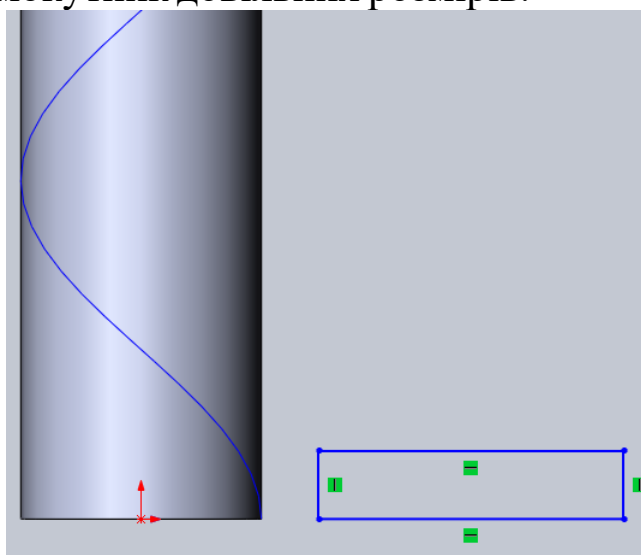


Для зручності збільшуємо масштаб відображення нижньої частини труби.

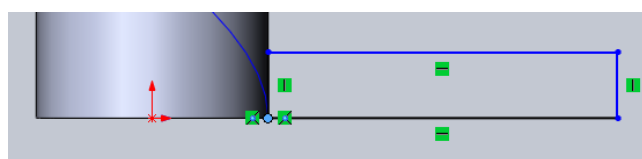
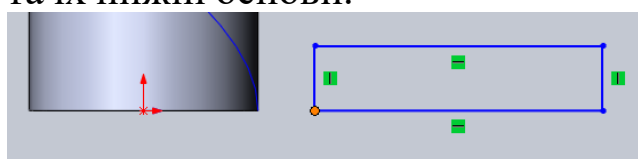
Створюємо новий ескіз на площині **Сверху**.

Виконаємо одну з двох побудов:

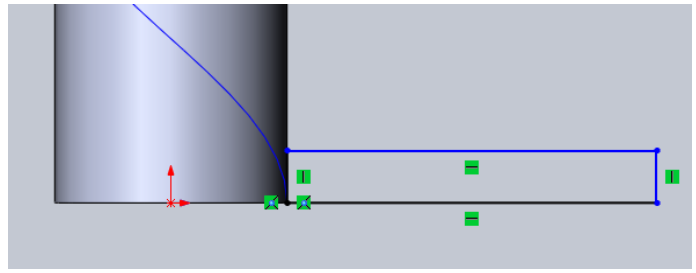
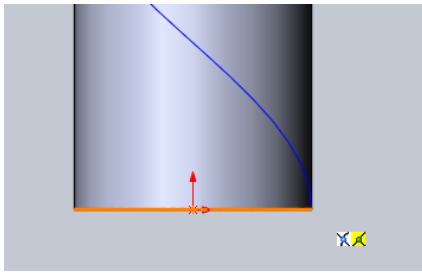
1. Будуємо прямокутник довільних розмірів.



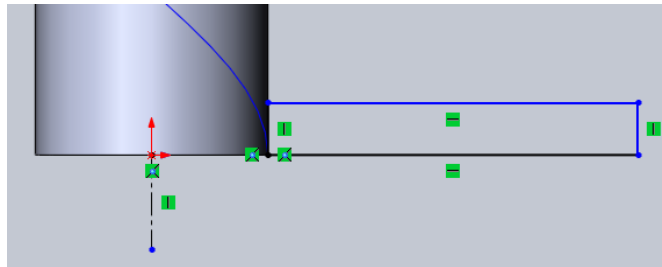
Сумістимо лівий бік прямокутника з зовнішньою поверхнею труби та їх нижні основи.



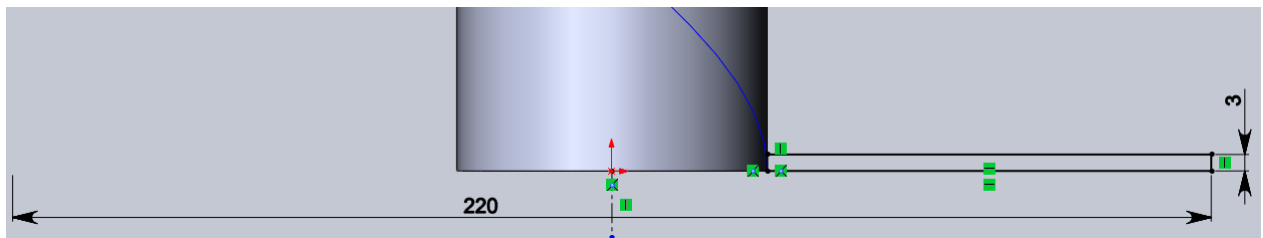
2. Побудову довільного прямокутника почнемо від зовнішньої поверхні труби.



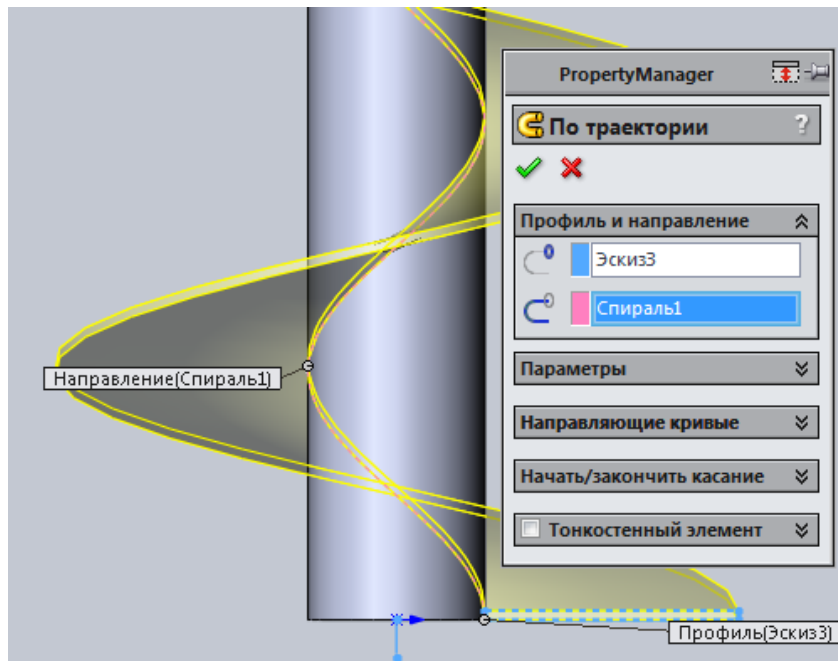
Після побудови прямокутника з центру побудов проводимо осьову лінію.



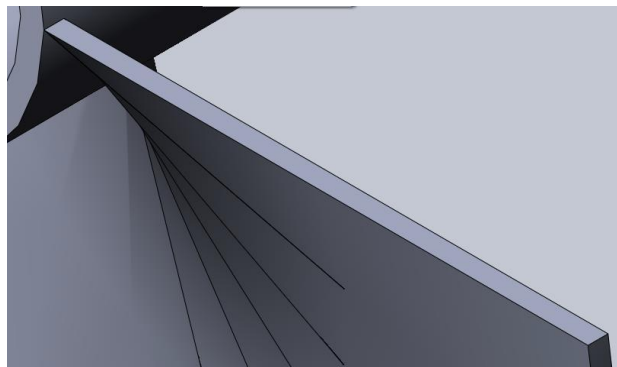
Вказуємо висоту прямокутника – 3 мм, та зовнішній діаметр шнека – 220 мм.



Виходимо з ескізу та на панелі інструментів **Элементы** натискаємо кнопку **Бобышка/основание по траектории**. В менеджері властивостей **По траектории** у вікні **Профиль** вказуємо **Эскиз3**, а у вікні **Маршрут** – спіраль.

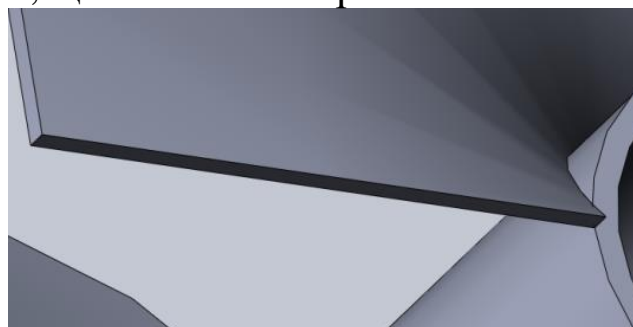


Розглянемо отриману модель. Для цього в меню **Ориентация видов** обираємо команду **Изометрия**. Збільшуємо зображення нижньої частини шнека за допомогою інструменту **Увеличить элемент вида**.



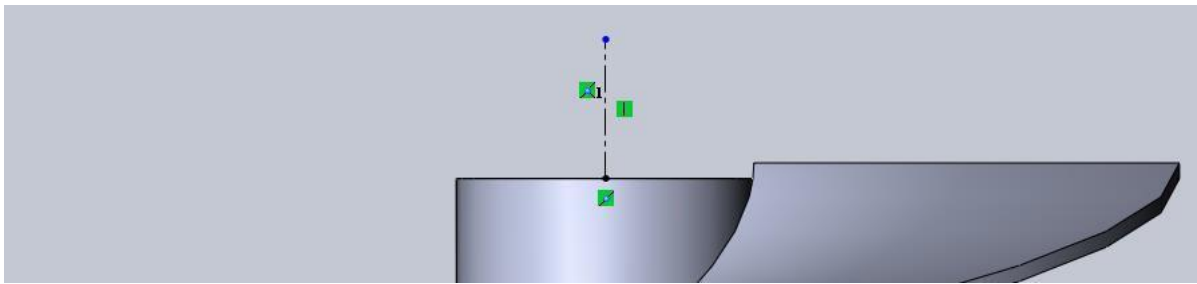
Ми бачимо, що зовнішня крайка стрічки співпадає з нижнім краєм труби.

Розвернемо шнек, щоб побачити протилежний його бік.

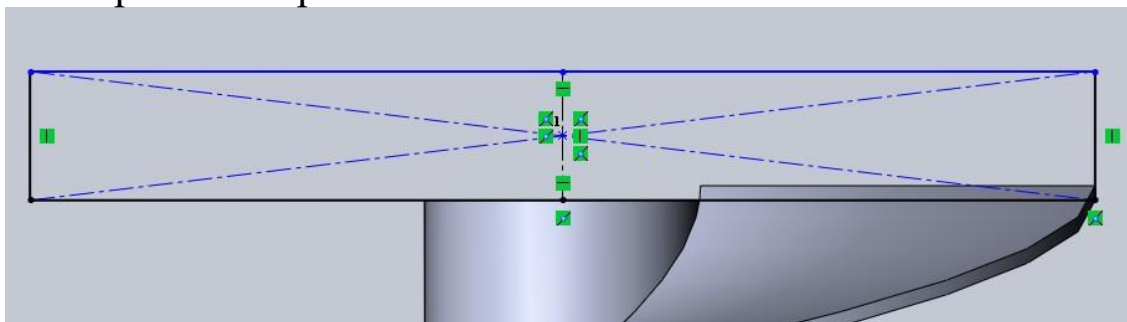


Зовнішня грань стрічки виходить за межі труби, тому її необхідно "зрізати".

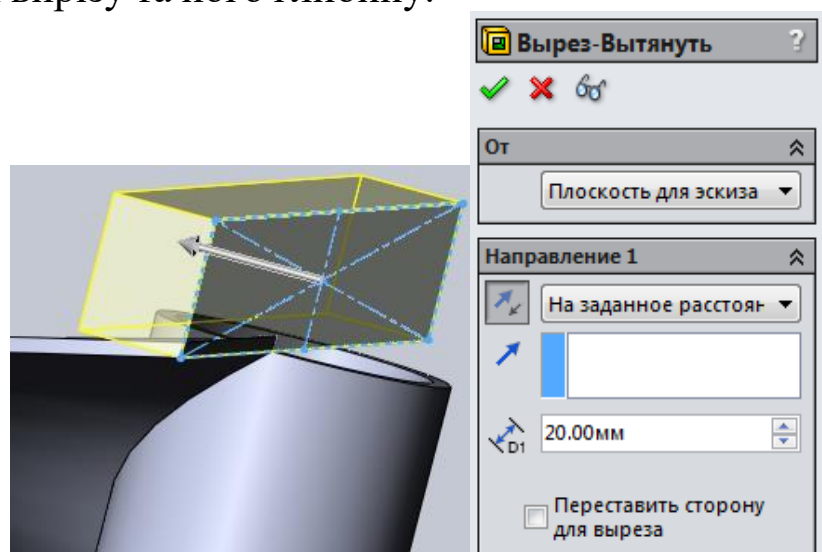
У верхній частині шнека проводимо осьову лінію.



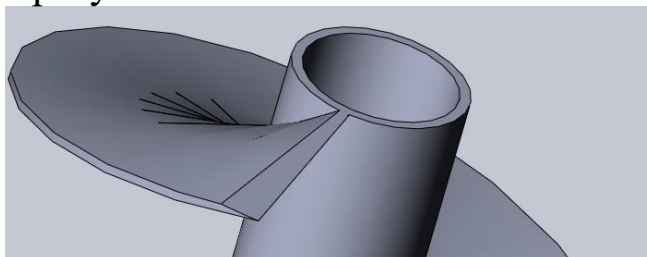
Будуємо **Прямоугольник из центра**. Суміщаємо його центр з осью лінійною, нижню основу – з верхом труби, а правий бік – з зовнішньою крайкою стрічки.



Виходимо із ескизу, виділяємо створений ескиз та на панелі інструментів **Элементы** натискаємо кнопку **Вытянутый вырез**. Задаємо напрям вирізу та його глибину.



Отримуємо бажаний результат.



Гостру крайку притупити фаскою або заокругленням.

Спосіб другий.

Шнек створюється також в два етапи.

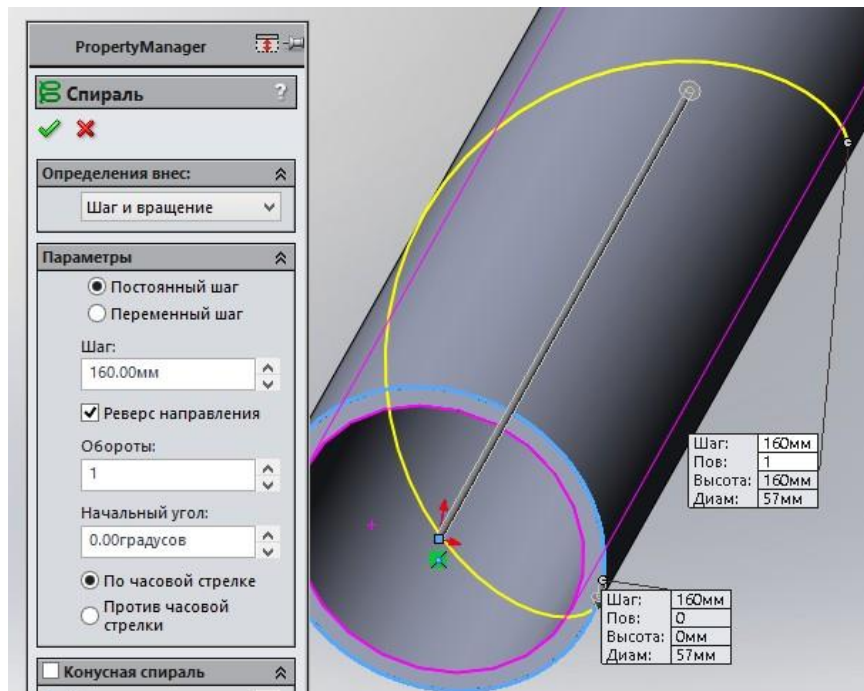
На першому етапі створюємо вал аналогічно першому способу.

На другому етапі створюємо виток стрічки шнека.

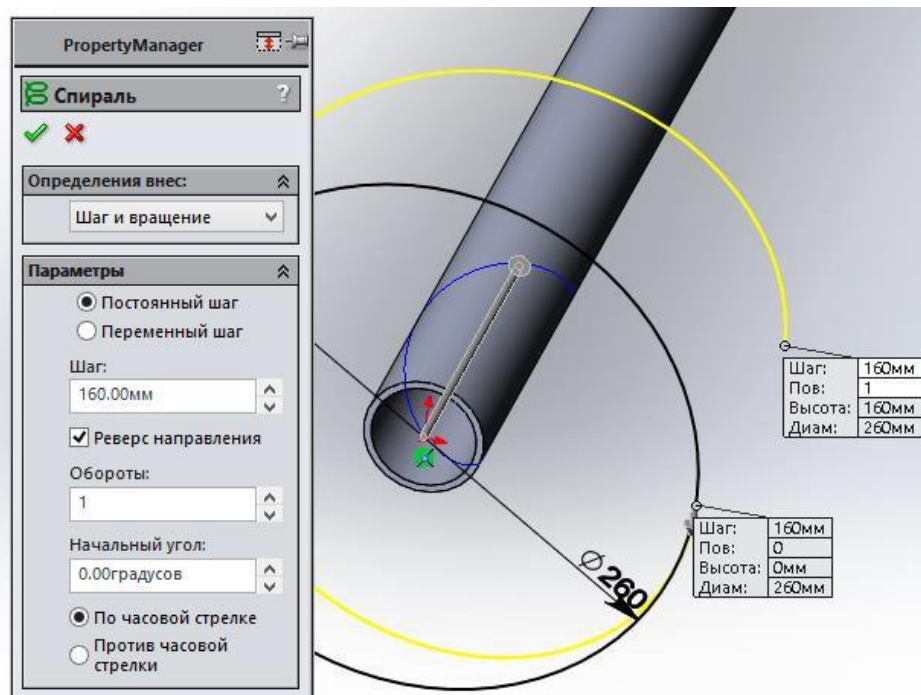
Для її побудови обираємо площину **Спереди**. Створюємо коло діаметром 57 мм.

Переходимо на панель інструментів **Элементы** і в меню **Кривые** натискаємо кнопку **Геликоид и спирали**.

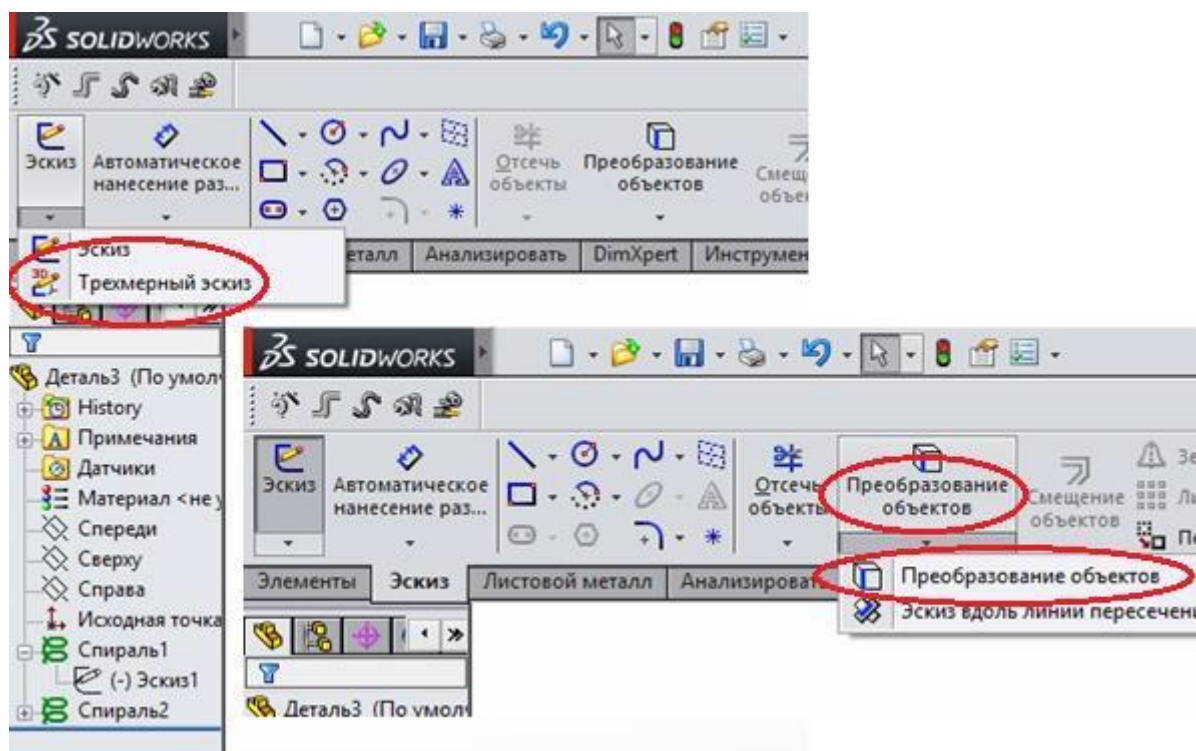
В меню **Ориентация видов** обрати вид **Изометрия**. У менеджері властивостей **Спираль** обираємо у вкладці **Определение** внес пункт **Высота и шаг**. У вкладці **Параметры** обираємо постійний крок, вказуємо ту ж саму висоту та крок.



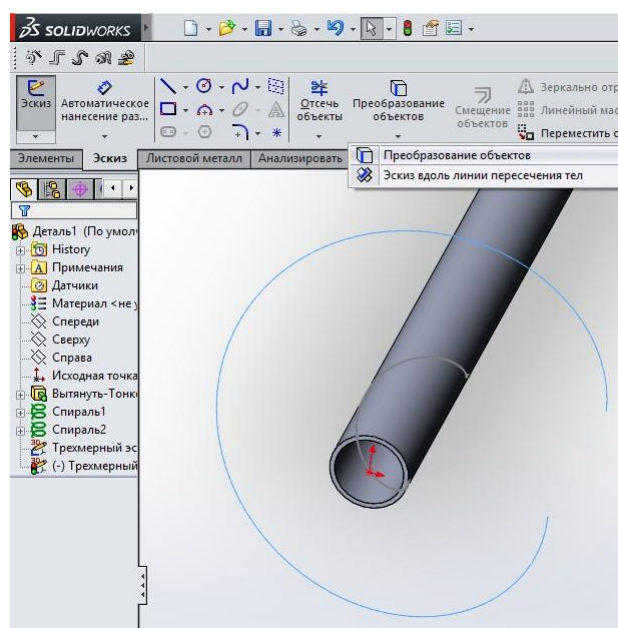
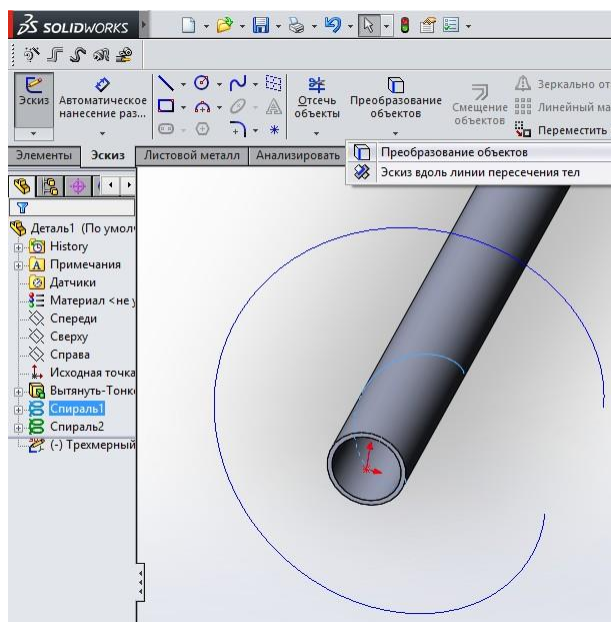
Цим самим методом створюємо в новому ескізі на площині **Спереди** ще одну спіраль діаметром 260 мм.



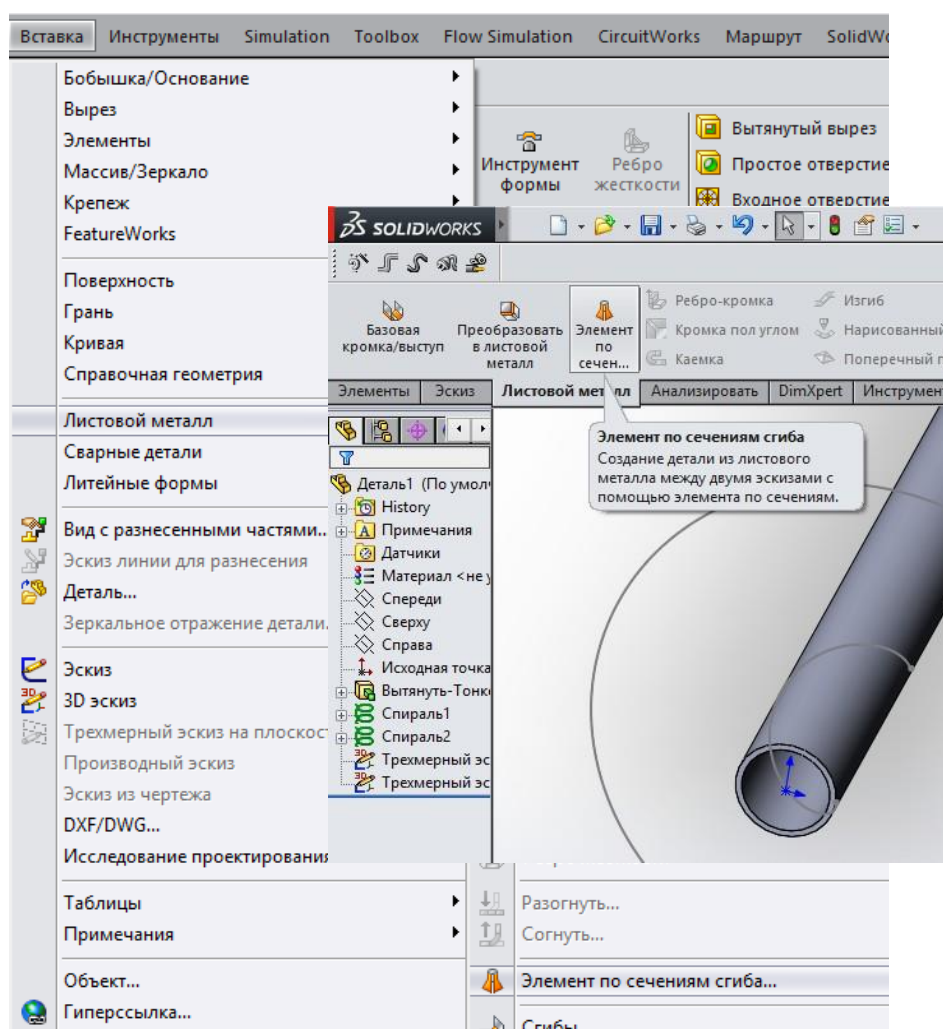
Переводимо, по черзі, обидві спіралі в 3D-ескізи, використовуючи кнопку **Трехмерный эскиз**. Для цього виділяємо спіраль, у списку **Преобразование объектов** обираємо інструмент з такою ж назвою.



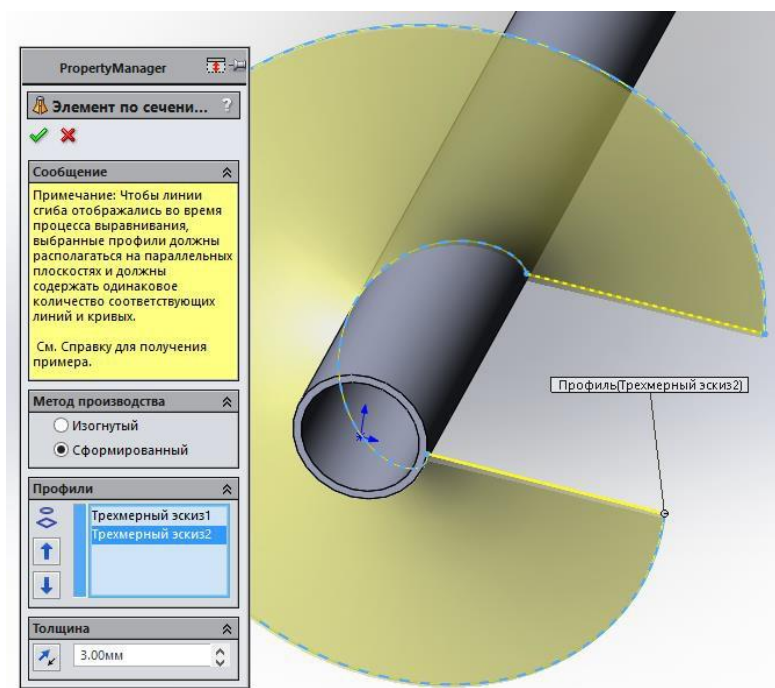
Увага! Після переводу ескізу в тривимірний не забувайте вийти з режиму **Трехмерный эскиз**.



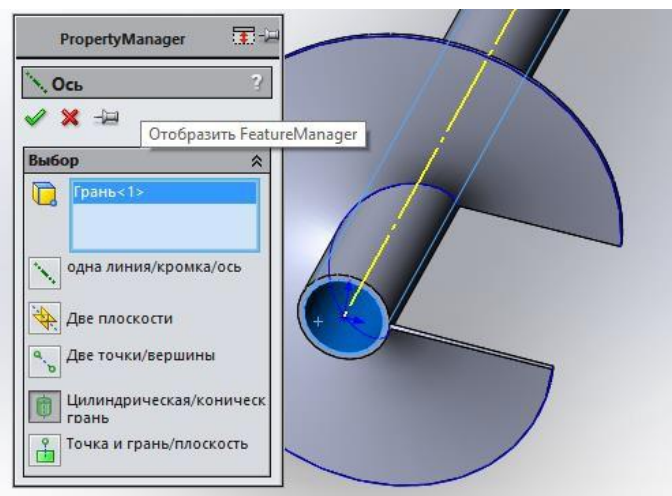
З панелі інструментів **Листовой металл** використовуємо інструмент **Элемент по сечениям сгиба** або використовуємо цю ж команду в меню **Вставка** → **Листовой металл**.



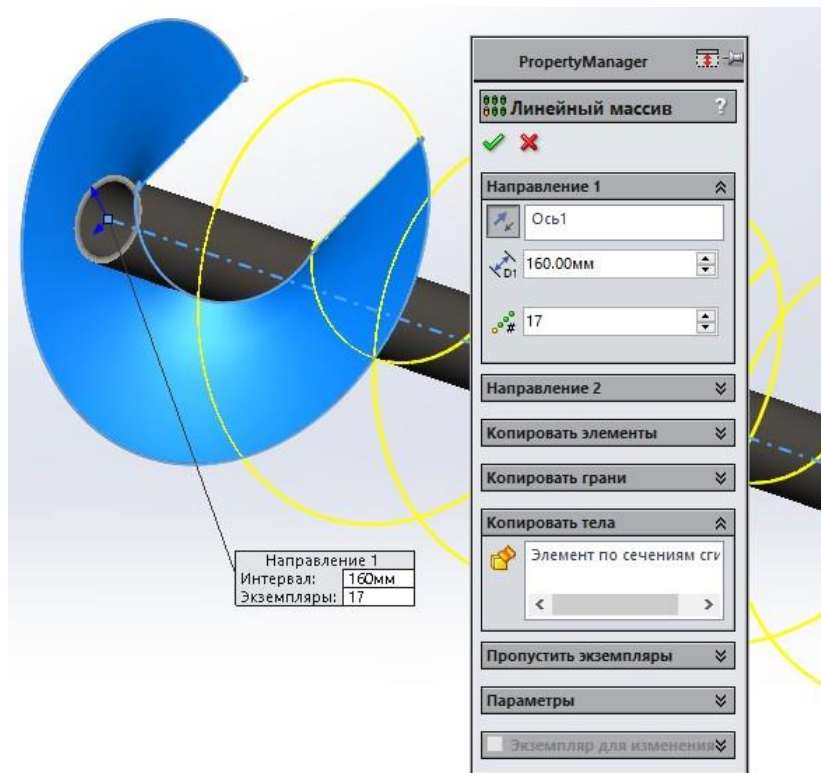
В менеджері властивостей задаємо товщину 3 мм.



На панелі інструментів **Элементы** в меню **Справочная геометрия** обираємо інструмент **Ось** і вказуємо внутрішню поверхню валу.



Створюємо лінійний масив, як показано на рисунку.



Порівняйте отримані результати обох методів.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Які інструменти використовується для побудови основних елементів деталі?
2. Які додаткові інструменти використовується для побудови елементів деталі?
3. Які площини використовували при побудові деталі?
4. З якою метою створили додаткові площини?
5. З якою метою проводили перетворення об'єктів деталі?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Sham Tickoo. SOLIDWORKS 2017 for Designers. – CADCIM Technologies, 1677 p.
2. Keska Pawel. SolidWorks 2021: Part Modeling, Assemblies, and Drawings. – CADvantage, 2021. – 1586 p.
3. Verna G., Weber M. SolidWorks 2020 Black Book. – CADCAMCAE WORKS, 2019. – 644 c.
4. Sham Tickoo. SOLIDWORKS 2020 for Designers. – CADCIM Technologies, 1040 p.

ЗМІСТ

Лабораторна робота №1	
Побудова простих деталей методом видавлювання	4
Лабораторна робота №2	
<i>Побудова призми</i>	<i>12</i>
Лабораторна робота №3	
Побудова деталей методом обертання	25
Лабораторна робота №4	
Побудова ступінчастих деталей	32
Лабораторна робота №5	
Побудова складної деталі	43
Лабораторна робота №6	
Створення моделі пружини	59
Лабораторна робота №7	
Побудова шнека та його розгортки	69
Рекомендована література	80

