



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
" КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО "**

А.Р.Степанюк, Я.В.Грובовенко

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ПРОВЕДЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ПРАКТИКУМУ

З ДИСЦИПЛІНИ

“Методи 3D-інженерії”

освітній ступінь «магістр»

Спеціальність:133 Галузеве машинобудування

**Спеціалізація: Інжиніринг, обладнання та технології целюлозно-
паперового виробництва**

КИЇВ 2017

УДК 532.52:66.045

Методичні вказівки до проведення комп'ютерного практикуму з дисципліни “Методи 3D-інженерії” освітній ступінь «магістр» спеціальність: 133 Галузеве машинобудування спеціалізація: Інжиніринг, обладнання та технології целюлозно-паперового виробництва : [Електронний ресурс] / А. Р. Степанюк, Я.В. Гробовенко; Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 26 с.

Гриф надано Вченою радою

інженерно-хімічного факультету

КПІ ім. Ігоря Сікорського

(Протокол № 8 від 23 жовтня 2017 р.)

Для студентів інженерно-хімічного факультету.

Відповідальний редактор Корнієнко Я.М, професор, д.т.н.

Рецензент:

Сокольський Олександр Леонідович, доцент, к.т.н.

Навчальне видання

Степанюк Андрій Романович, к.т.н., доц. кафедри МАХНВ

Гробовенко Ярослав Віталійович, асистент кафедри МАХНВ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ПРОВЕДЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ПРАКТИКУМУ

З ДИСЦИПЛІНИ

“Методи 3D-інженерії”

освітній ступінь «магістр»

Спеціальність:133 Галузеве машинобудування

Спеціалізація: Інжиніринг, обладнання та технології целюлозно-паперового виробництва

Зміст:

1. Solidworks – перші кроки.....	3
2. Панелі інструментів у solidworks.....	7
3. Проектування сірникової коробки. Поетапна інструкція побудови моделі.....	12
4. Побудова креслення в solidworks.....	15
5. Створення 3-d моделі параболоїду обертання та 6-тикутної призми..	16
6. Створення складальної одиниці типу «Вилка-колесо».....	17
7. Створення спіралі та пружини.....	18
8. Проектування шнеку.....	19
9. Побудова зубчастого колеса.....	21
10. Проектування зварного з'єднання.....	23
11. Проектування та дослідження Simulation балки.....	25
12. Проектування та дослідження трубки Бурдона.....	26
13. Дослідження впливу теплового потоку на складальну одиницю типу «пластина».....	28
14. Дослідження Simulation закритих посудин на тиск і розподілену масу.....	30

Завдання до практичних занять з дисципліни «Спеціальні розділи математичного моделювання»

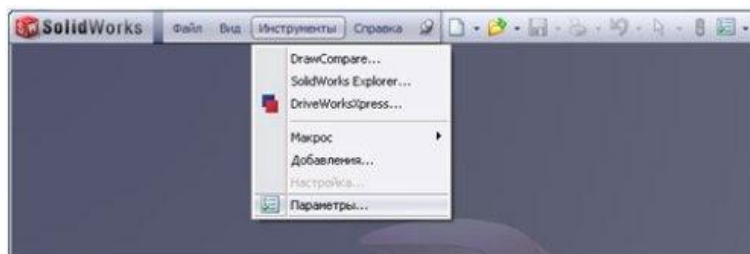
Роботи виконуються за допомогою програмного забезпечення «*SOLIDWORKS*»

1. Solidworks – перші кроки:

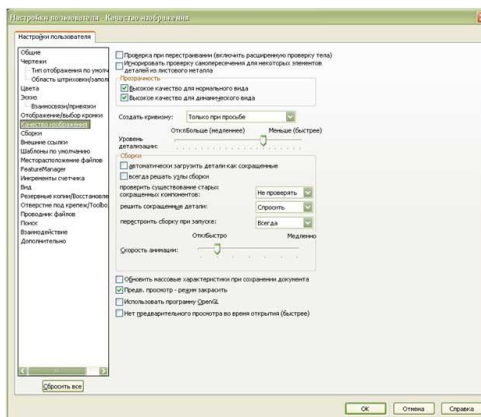
Необхідно налаштувати панель інструментів під ті основні завдання, які будуть вирішуватись.

Адже САПР Solid Works дуже багато функціональна і не має необхідності відображати всі панелі, які займають настільки дорогоцінну площу монітора.

Тому потрібно налаштувати панелі інструментів. Робиться це в такий спосіб: потрібно зайти в головному меню на вкладку «*Інструменти*»->«*Параметри*» і у вікні вибрати

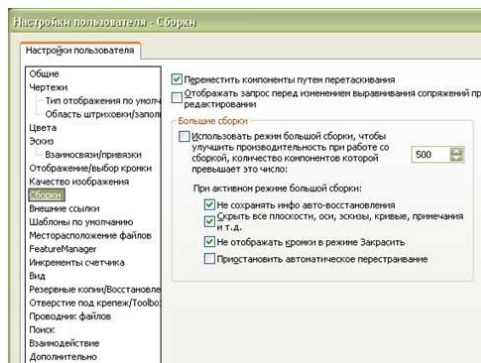


вкладки «*Качество изображения*»



і прибрати галочку біля «*автоматически загрузить детали как сокращенные*». Це потрібно для того, щоб деталі в складальних одиницях завантажувалися повністю із усіма прив'язками і налаштуваннями, що дозволяє уникнути помилок при роботі із кресленнями і складальними одиницями. Все інше необхідно лишити без змін.

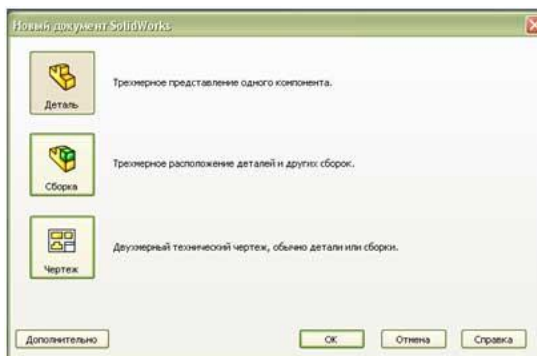
Потім переходимо на вкладку «*Сборки*»



тут потрібно прибрати галочку «*Использовать режим большой сборки*». Бувають великі складальні одиниці з дуже великою кількістю компонентів, тоді це може сильно вплинути на продуктивність комп'ютера. Тут не можна дати точну рекомендацію граничного числа деталей, все залежить від ресурсів комп'ютера, на якому виконують поставлену задачу. Для середнього комп'ютера - це десь 1500 компонентів.

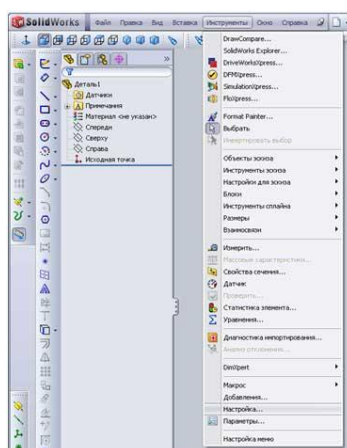
Цією функцією можна не користуватися. Але якщо у великих збірках з'явиться помітне зависання комп'ютера - необхідно увімкнути цей режим і виставити, потрібну кількість компонентів, при якому комп'ютер почав помітно «пригальмовувати».

Далі необхідно налаштувати панелі інструментів у документах деталей, складальних одиниць і креслень. Тут треба виходити з таких міркувань: якщо активувати одночасно всі панелі інструментів - то вони займуть дуже велику площу монітора і вікно редагування деталей, ескізів, складальних одиниць і креслень стане дуже маленьким, а пошук потрібної кнопки буде займати багато часу - тому потрібно активувати найнеобхідніші панелі; необхідно враховувати область застосування САПР SolidWorks (металообробка, деревообробка, текстильна промисловість і т.д.) для вибору потрібних панелей інструментів. Як налаштувати панелі інструментів в SolidWorks? Для цього необхідно вибрати в меню «*Файл*» >>> «*Новый*» >>> «*Деталь*» і натиснути «*ОК*».



Після виконання цих дій буде створений новий файл деталі під іменем *Деталь*. Зберігати його не потрібно.

Потім зайдіть і меню **«Инструменты» >>> «Настройка...»**



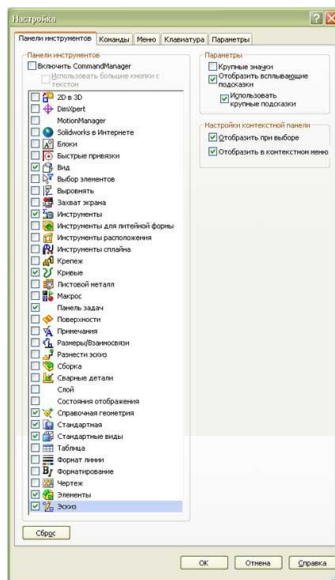
З'явиться вікно налаштування інструментів:



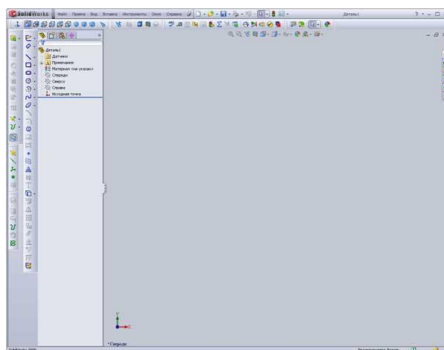
Де на вкладці написано **«Панели инструментов»** треба вибрати ті інструменти, які Ви будете використовувати. Пам'ятайте, що їх можна в будь-який час додати і прибрати декількома рухами мишки.

Важливо, потрібно вибрати саме ті, які часто використовуються за специфікою своєї роботи. Справа в тому, що після переустановлення Solid Works доведеться заново налаштовувати систему, панелі інструментів і т.д.

Щоб не повторювати кожного разу ці дії необхідно буде після виконаних налаштувань за допомогою **«Помощника копирования настроек»** увікні **«Настройка»** і вкладці **«Панели инструментов»** відмітити наступні панелі інструментів:



Тиснемо **"OK"** і розставляємо панелі по потрібних місцях (так як зручно). При наведенні на панель інструментів з'являється покажчик з 4-ма стрілками. Натискаємо і утримуємо ліву кнопку миші і переміщаємо панель в потрібне місце. Бажано, щоб деталі в файлі були розташовані таким чином:



Закриваємо Деталь без збереження і створюємо новий файл складальної одиниці. Для цього потрібно вибрати в меню **«Файл» >>> «Новый» >>> «Сборка»** і натиснути **«OK»**. Після виконаних дій буде створено новий файл складальної одиниці під іменем **«Сборка»**. Зберігати його не треба. Далі зайдіть в меню **«Інструменти» >>> «Налаштування...»**.

Виставите у вікні **«Налаштування»** і вкладці **«Панели инструментов»** наступні панелі інструментів:



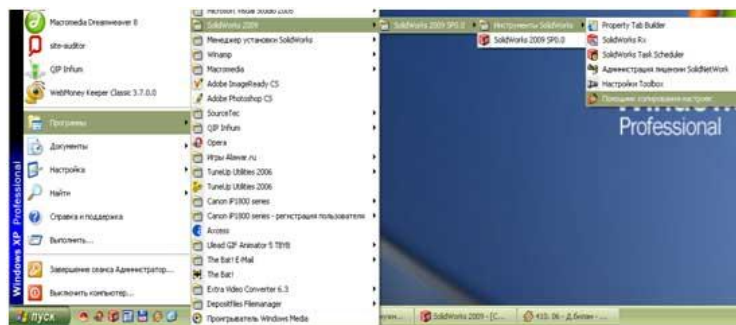
Тиснемо **"OK"** і розставляємо панель по потрібних місцях (так як зручно).

Те ж саме робимо із файлом креслення.

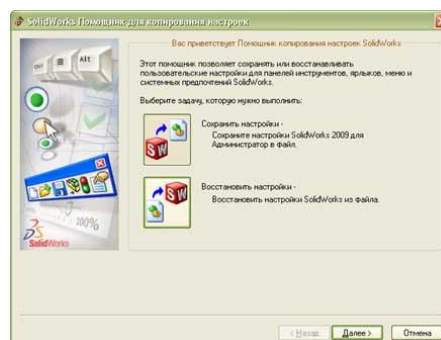
Після того як внесли налаштування в деталь, складальну одиницю і кресленняще раз створіть кілька разів у різній послідовності файли деталей, складальних одиниць і креслень і перевірте правильність розташування панелей інструментів.

При необхідності потрібно поправити їх розташування або ж поміняти їх.

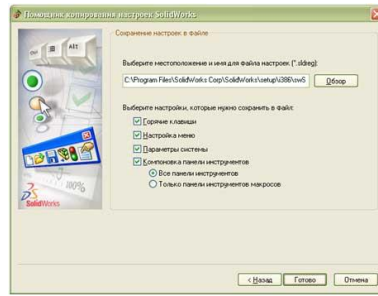
Тепер коли всі основні налаштування виконані – зберігаємо їх. Переходимо **«ПУСК» >>> «Программы» >>> «SolidWorks2009» >>> «Solid Works2009 SPx.x» >>> «Инструменты SolidWorks» >>> «Помощник копирования настроек».**



З'явиться наступне вікно:



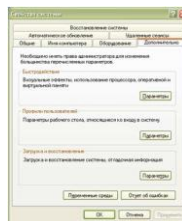
Вибираємо кнопку «*Сохранить настройки*» і тиснемо «*Далее*»



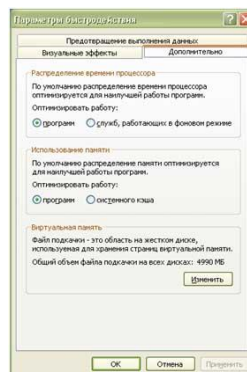
У цьому вікні необхідно вибрати місце розташування та ім'я файлу налаштувань. Краще його зберегти на диск. Бажано зберегти його в папці з файлами інсталяції SolidWorks і привласнити ім'я SW2009_19042009 . Це дуже зручно. Наприклад, виникає необхідність встановити SolidWorks на інший комп'ютер. В цьому випадку копіюємо папку з файлами для установки, в якій вже є збережений файл налаштувань, встановлюємо на іншому комп'ютері систему і відновлюємо налаштування з файлу.

Далі натискаємо «*Готово*». Все, збереження налаштувань виконано!

Необхідно виконати для стабільної роботи системи САПР SolidWorks наступні дії – необхідно задати великий файл підкачки (віртуальна пам'ять). Робиться це в такий спосіб. Натискаємо на іконці «*Мій Комп'ютер*» праву кнопку миші і вибираємо в випадаючому меню вкладку «*Властивості*» переходимо на вкладку «*Додатково*».



Далі у формі «*Швидкодія*» натискаємо кнопку «*Параметри*».



Потім переходимо на вкладку «*Додатково*» і в формі «*Віртуальна пам'ять*» >>> «*Змінити*».



У цьому вікні потрібно задати максимально можливий розмір віртуальної пам'яті. Він рекомендується системою в рядку «*Рекомендується*». Далі тиснемо «*ОК*» виконуємо перезавантаження системи для застосування параметрів.

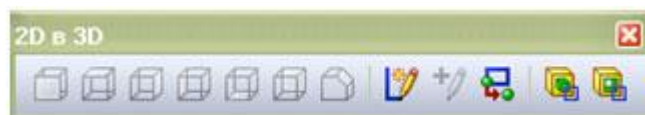
2 . Панелі інструментів у solidworks

Панелей інструментів в Solid Works дуже багато. Ми розглянемо основні з них. Як Ви вже пам'ятаєте з попередніх уроків їх можна додавати з меню «*Інструменти*» >>> «*Налаштування*». Причому не треба забувати, що для деталей, зборок і креслень створюється своя індивідуальна добірка інструментів.

Наприклад, якщо ми знаходимося в деталі і додаємо іншу панель інструментів - то ця панель буде додана тільки для файлів деталей.

Отже, почнемо по порядку, в якому панелі йдуть у вікні «*Налаштування*»

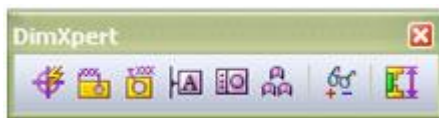
1. Перша панель інструментів у списку 2D в 3D:



Ці інструменти дозволяють скласти ескіз як папір. Якщо у нас є ескізи 2D на одній площині (розгорнення) - то можна з них скласти 3D -модель, попередньо вказавши який ескіз на якій площині буде знаходитися, Спереду,

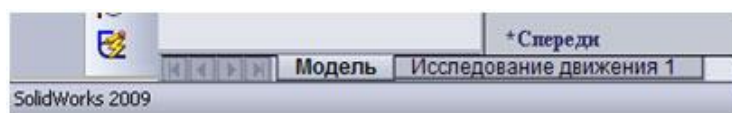
Праворуч, Ліворуч і т. д. Також тут є кнопки «булевих операцій» *Витягнути* і *Вирізати*.

2. Панель інструментів *DimXpert*:



Інструменти, що дозволяють в автоматичному режимі наносити розміри, бази і граничні відхилення розмірів.

3. Панель інструментів *MotionManager*:



При натисканні на «Дослідження руху 1» з'явиться робочевікно програми з тимчасовою шкалою. Ці інструменти призначені для побудови анімації 3D - деталей і зборок.

4. Панель інструментів *SolidWorks в Інтернеті*:



Ця панель служить свого роду вбудованим інтернет браузером. Тут можна завантажити сторінку з інтернету, встановити гіперпосилання і т.д.

5. Панель інструментів *Блоки*:



Ця панель інструментів служить для створення блоків в ескізах і кресленнях.

6. Панель інструментів *Швидкі прив'язки*:



Ця панель інструментів свого роду фільтр прив'язок. Наприклад, якщо вибрати прив'язку за середніми точкам - то при малюванні ескізу будуть підсвічуватися усі найближчі середні точки. Дуже зручно

при побудові складного ескізу з однотипними прив'язкам.

7. Панель інструментів Вид:



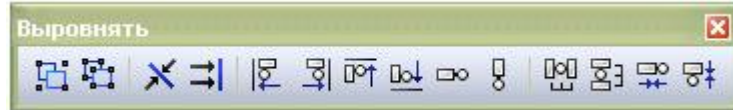
Ця панель служить для управління видами деталей і зборок. Можна вибрати вид, відображення тіней, розріз по площині, відображення графіки RealView.

8. Панель інструментів Вибір елементів:



Цю панель ще можна назвати «Фільтр елементів». Ці інструменти встановлюють дозволу вибору потрібних елементів. Наприклад, ми вибрали фільтр для вершин (перша кнопка 2-й ряд). У цьому випадку при наведенні на об'єкти ми зможемо вибирати тільки вершини.

9. Панель інструментів Вирівняти:



Ці інструменти служать для вирівнювання об'єктів ескізів і креслень. Наприклад, дуже зручно їх застосовувати для вирівнювання позицій на складальних кресленнях. Також ці об'єкти можна групувати.

10. Панель інструментів Захоплення екрану:



Ці інструменти дозволяють робити фотознімки з робочого вікна. Також можна зняти відеознімок, що відбувається в робочому вікні SolidWorks.

11. Панель інструментів Інструменти:



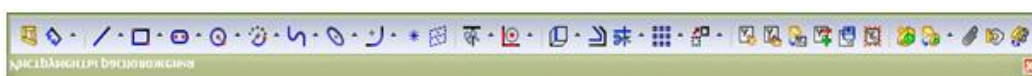
Ці інструменти є допоміжними. З їх допомогою можна перевірити орфографію, заміряти відстань, обчислити масові характеристики, перевірити наявність помилок в геометрії, подивитися статистику деталей і зборок, прописати рівняння і т.д.

12. Панель інструментів *Інструменти для ливарної форми:*



Якщо Ви проектуєте ливарні форми, то ці інструменти знадобляться. Тут є багато інструментів для побудови та аналізу ливарних форм.

13. Панель інструментів *Інструменти розташування:*



Використовуються для створення компоновочного ескізу складальної одиниці. На цьому ескізі можна вказати розміри деталей і пов'язати їх з розмірами деталей збірки. Вийде наочний ескіз для редагування розмірів деталей в складальних одиницях.

14. Панель інструментів *Інструменти сплайна:*

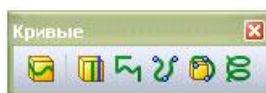
Інструменти для роботи зі сплайнами. Побудова, редагування і аналіз сплайнів.

15. Панель інструментів *Кріплення:*



Інструменти для побудови кріпильних елементів, які застосовуються при проектуванні пластикових виробів. Це: Монтажна бобишка, гака з фіксатором, канавка гака з фіксатором, вхідний отвір, виступ/канавка.

16. Панель інструментів *Криві:*



Інструменти для побудови ліній роз'єму, просторових кривих і спіралей.

17. Панель інструментів *Листовий метал:*



Інструменти для роботи з листовим матеріалом. Вигини , розгортки і багато інших корисних функцій.

18. Панель інструментів Макрос:



Інструменти для створення і редагування макросів. Ця панель присутня в багатьох програмах і SolidWorks не виняток.

19. Панель інструментів Панель завдань:



При активації прикріплюється в правому верхньому куті робочого вікна. Служить для швидкої активації бібліотеки проектування, провідника файлів, палітри видів деталей і зборок, зовнішніх видів і сцен.

20. Панель інструментів Поверхні:



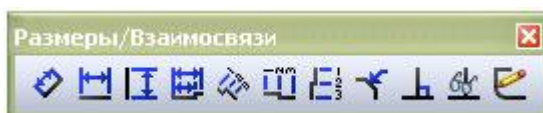
Інструменти для побудови і редагування складних поверхонь .

21 . Панель інструментів Примітки:



Інструменти для роботи з кресленнями. Нанесення розмірів, написання тексту, нанесення позицій, простановка шорсткості, баз і граничних відхилень. А також інструменти для проставляння осей і нанесення штриховок. Таблиці і специфікації.

22. Панель інструментів Розміри/Взаємозв'язки:



Інструменти для проставляння розмірів і взаємозв'язків.

23. Панель інструментів Рознести ескіз:



Інструменти для додавання ліній маршруту, що з'єднують об'єкти в ескіз з лініями рознесення або в тривимірні ескізи.

24. Панель інструментів Складання:



Набір інструментів для роботи зі збірками, що складаються з деталей і зборок. Це інструменти для вставки деталей в збірку, для побудовисполучень, для заміни деталей зборок, для пересування і обертання окремих деталей в збірці і багато інших інструментів.

25. Панель інструментів Зварні деталі:



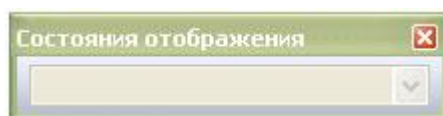
Інструменти для побудови зварних деталей і з'єднань.

26. Панель інструментів Шар:



Дозволяє створювати шари об'єктів та інструментів, які можна включати і відключати. Наприклад шар з розмірами.

27. Панель інструментів Стани відображення:



За допомогою цього інструменту можна зберігати різні стани відображення деталей і зборок. 28. Панель інструментів Довідкова геометрія:



Інструменти для побудови допоміжних площин, осей, координатних осей, точок і посилань на сполучення.

29. Панель інструментів Стандартна:



Інструменти для створення креслень з зборок і деталей, зборок з деталей і зборок, для редагування зовнішнього вигляду.

30. Панель інструментів Стандартні види:



Інструменти для вибору виду (орієнтації) деталей і зборок, а також вибір перпендикулярності граней і площин.

31. Панель інструментів Таблиця:



Інструменти для побудови таблиць (простатаблиця, параметрична, таблиця специфікації, специфікація в Excel).

32. Панель інструментів Формат лінії:



Інструменти для редагування форматів ліній (колір, товщина, тип). Також інструменти призначені для створення і видалення шарів, зміни їх зовнішнього вигляду.

33. Панель інструментів Форматування:



Інструменти для роботи з текстом (шрифт, розмір, колір, вирівнювання, списки).

34. Панель інструментів Креслення:



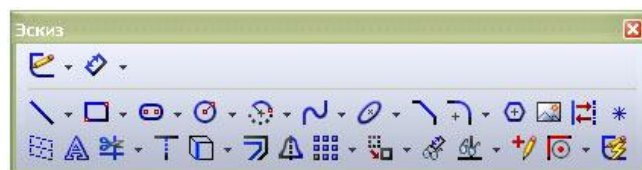
Інструменти для роботи з кресленнями. Вставка видів з моделей і збірок, вставка стандартних і допоміжних видів, розрізи, виривдеталі, обрізаний вид.

35. Панель інструментів Елементи:



Інструменти для побудови деталей. Видавлювання ескізу вздовж прямої, видавлювання по траєкторії, вирізи по прямій і по траєкторії, округлення і фаски, ребра жорсткості, кріпильні отвори, масив елементів, допоміжні площини, криві.

36. Панель інструментів Ескіз:



Інструменти для побудови ескізів і нанесення розмірів. Лінії, прямокутники, коло, еліпс і овал, дуга, сплайн, фаска, багатокутники, вставка картинок в ескіз.

Отже, починаємо проектувати коробку. Вибираємо на панелі Ескіз піктограму «Кутовий прямокутник»



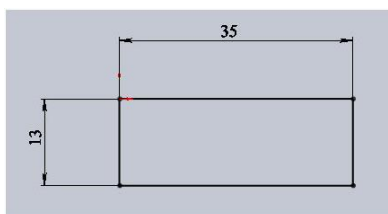
Тип прямокутника не змінюємо і починаємо креслити довільний прямокутник. Для цього наводимо мишкою на центр осей координат і після спрацювання прив'язки (про це підказує помаранчева крапка) натискаємо і відпускаємо ліву кнопку мишки.



Далі витягуємо по діагоналі прямокутник і знову натискаємо ліву кнопку мишки і натискаємо клавішу «Esc».



Продовжуємо креслити ескіз і проставляємо розміри:

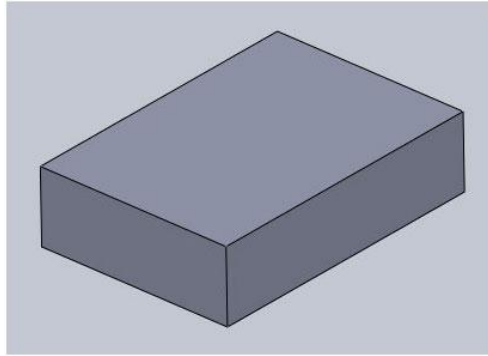


Ескіз став чорного кольору тому, що він повністю визначений. Розміри 35 і 13 в будь-який час можна змінити. Для цього потрібно навести курсор на значення розміру і клацнути на ньому два рази лівою кнопкою мишки. Після цього з'явиться вікно редагування значення розміру. Далі міняємо його і натискаємо «OK». Розмір і довжина лінії зміниться.

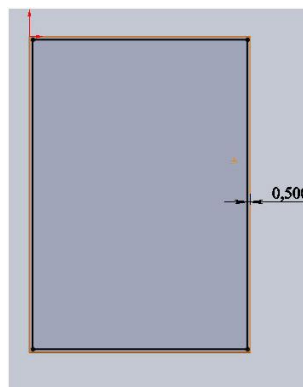
Після нанесення розмірів, ескіз потрібно виставити на довжину коробка для утворення 3D-моделі. Для цього натискаємо на піктограму «Витягнути бобишка»



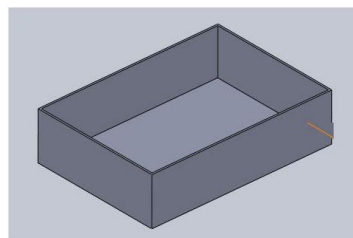
Будуємо 3-d модель



Тепер необхідно зробити внутрішній виріз в моделі. Для цього на боковій поверхні будуємо ескіз

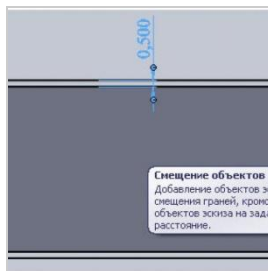


Це внутрішня частина коробка , в якому нам ще потрібно зробити поглиблення для сірників. Для цього нам потрібно вирізати зайвий матеріал з нашої моделі . Для цього на верхній грані нашого коробка потрібно створити ескіз і вирізати невідповідне поглиблення, використовуючи «*Витягнутый вырез*».

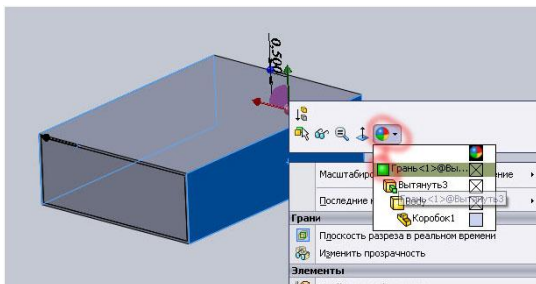


Далі нам необхідно спроектувати зовнішній висувною футляр. Для цього на бічній (меншою) грані створимо ескіз і витягнемо його на довжину коробка. Створюємо ескіз на бічній грані.

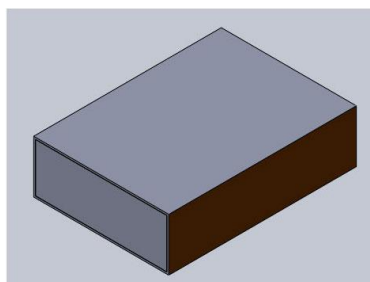
Як бачите , у мене ескіз вийшов за два етапи. Спочатку я перетворив кромки в лінії ескізу , а потім від цих ліній побудував еквідистантно на відстані 0,5 мм.



Далі видавлюємо ескіз на довжину коробки. У цьому випадку можна вказати розмір 50 мм або вибрати параметр «До поверхні» і вказати протилежну грань.



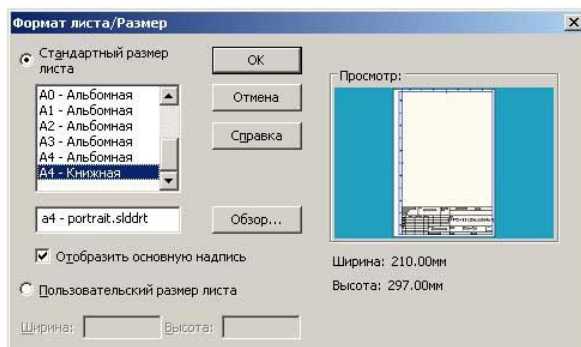
В результаті ми отримаємо сірникову коробку



4. Побудова креслення в solidworks.

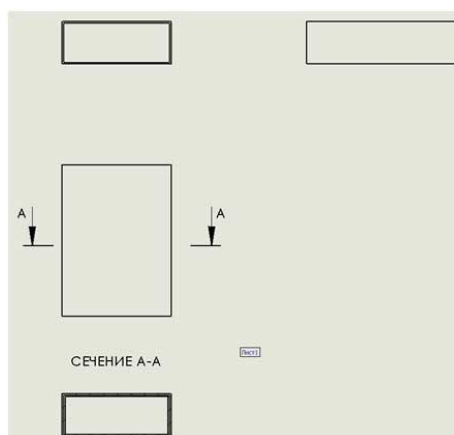
У цьому уроці розглянемо принципи побудови креслень в програмі Solid Works. Для цього будемо використовувати раніше побудовану модель сірникової коробки. Побудова креслення в SolidWorks не має на увазі повторну побудову контурів деталі на всіх проекціях і розрізах 3D - деталі. Цей процес максимально автоматизований і вимагає лише базових знань оформлення креслень ЕСКД (Єдина система конструкторської документації). Запускаємо програму Solid Works, натискаємо «Створити новий документ» >>> «Креслення»:

При створенні нового документа креслення з'явиться діалогове вікно вибору формату листа. Тут можна вибрати попередньо встановлені формати або вказати свої. Це вікно виглядає так:

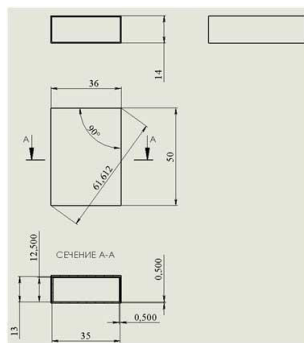


Вибираємо стандартний основний напис А4 - книжкова і натискаємо **«ОК»**.

Зберігаємо креслення і напанелі інструментів **«Креслення»** натискаємо піктограму **«Вид моделі»**, з'явиться вікно вибору моделі або збірки для створення видів на кресленні. Натискаємо кнопку **«Обзор»** і вибираємо у вікні, нашу модель коробка (вона була створена в минулому уроці). Завантажити модель коробка. Натискаємо **«Відкрити»**. З'явиться обрис виду і покажчик, яким він переміщається. Натискаємо один раз ліву кнопку мишки для установки позиції першого виду (Головного). Далі відводимо покажчик у бік і відразу видно, що нам пропонують вставити проєкційні види. Можете відвести курсор в сторону і поводити навколо основного виду, і Ви побачите як проєкційні види можна поставити.

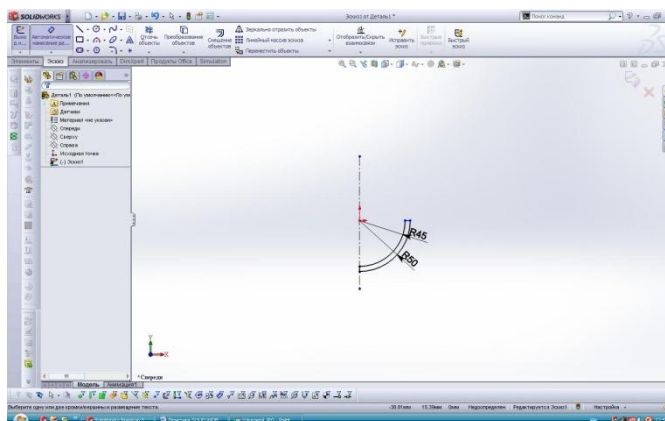


Розставляємо розміри та отримуємо готове креслення

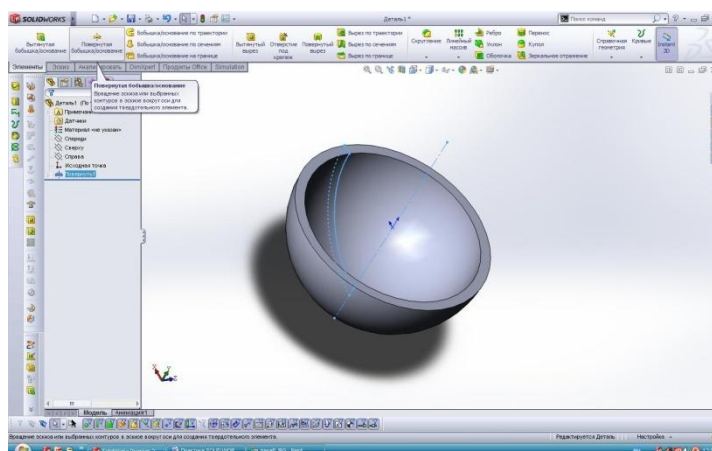


5. Створення 3-d моделі параболоїду обертання та 6-тикутної призми.

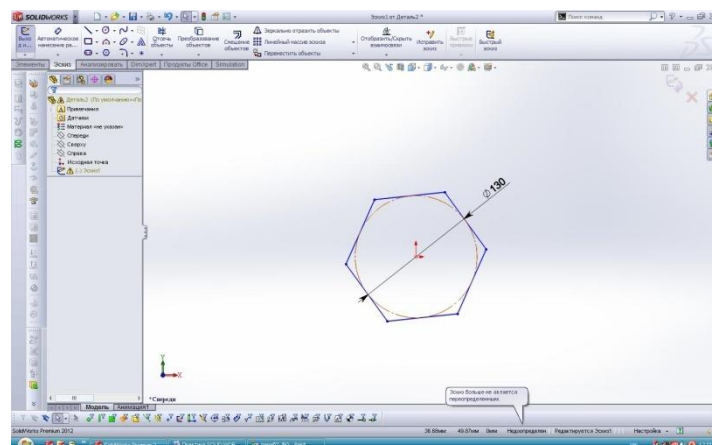
Побудова ескізу для параболоїду обертання:



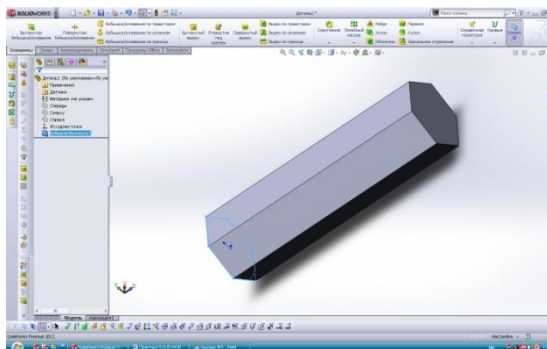
Побудова 3-d моделі параболоїду обертання:



Побудова ескізу для 6-тикутної призми:

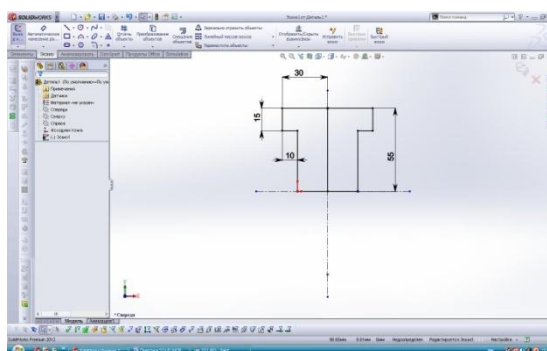


Побудова 3-d моделі 6-тикутної призми:

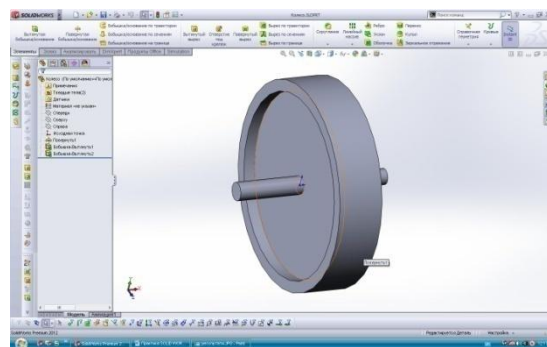


6. Створення складальної одиниці типу «Вилка-колесо».

Створення ескізу колеса.

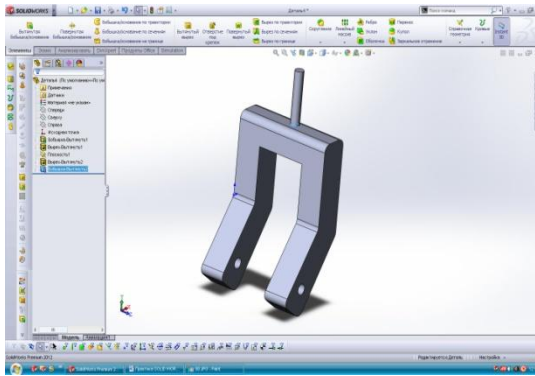


Створення 3-D моделі колеса шляхом обертання ескізу навколо осі.

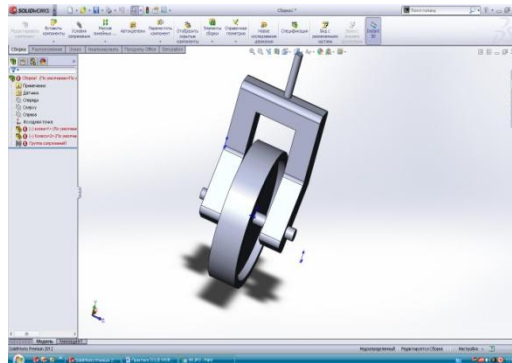


Створення деталі типу «Вилка». Робота із складальним одиницями.

Побудова 3-D моделі вилки.

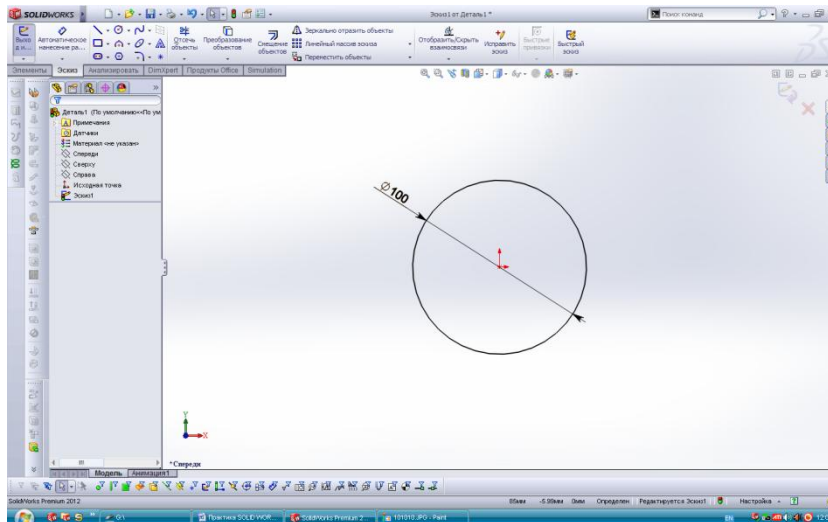


Створення складальної одиниці «Вилка-колесо».

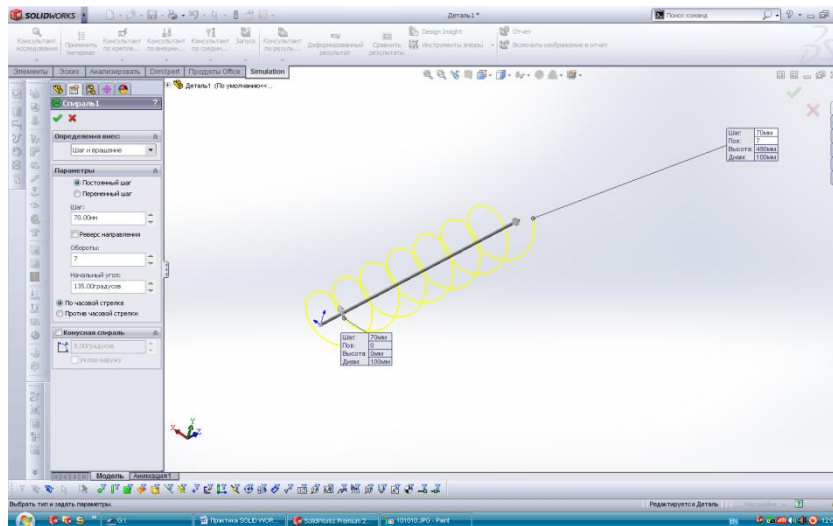


7. Створення спіралі та пружини

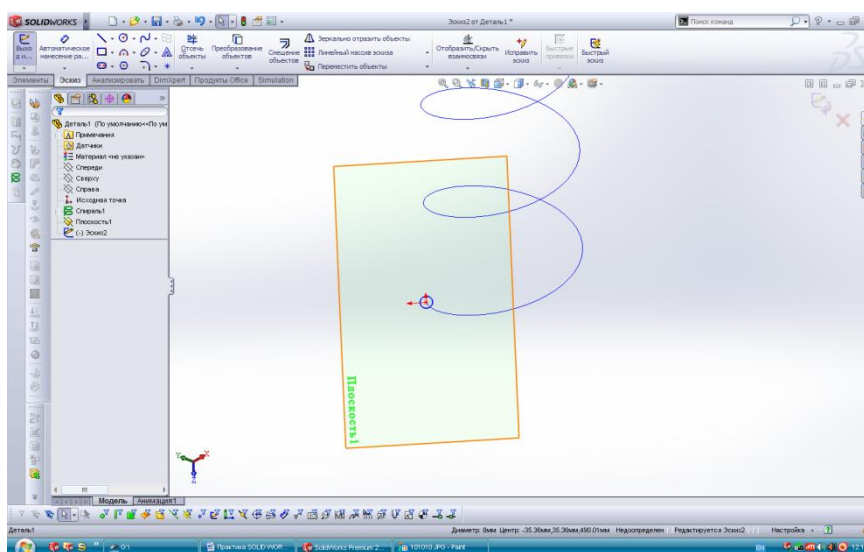
Для створення пружини потрібно створити ескіз кола діаметром 100 мм по якому виконаємо спіраль



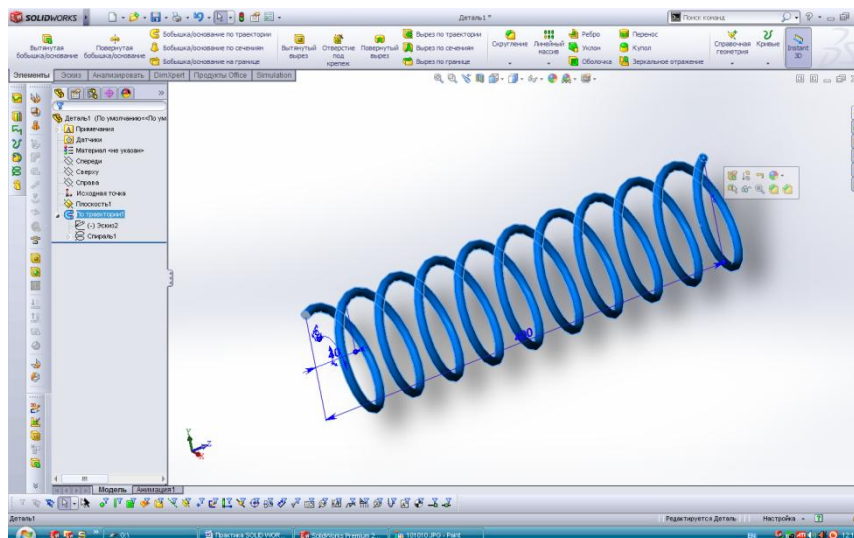
Використовуємо значок «Гелікоїд і спіраль» і створюємо спіраль, задаючи крок, довжину витка і кількість витків



Створюємо ескіз профілю пружини, який видавимо по траєкторії спіралі

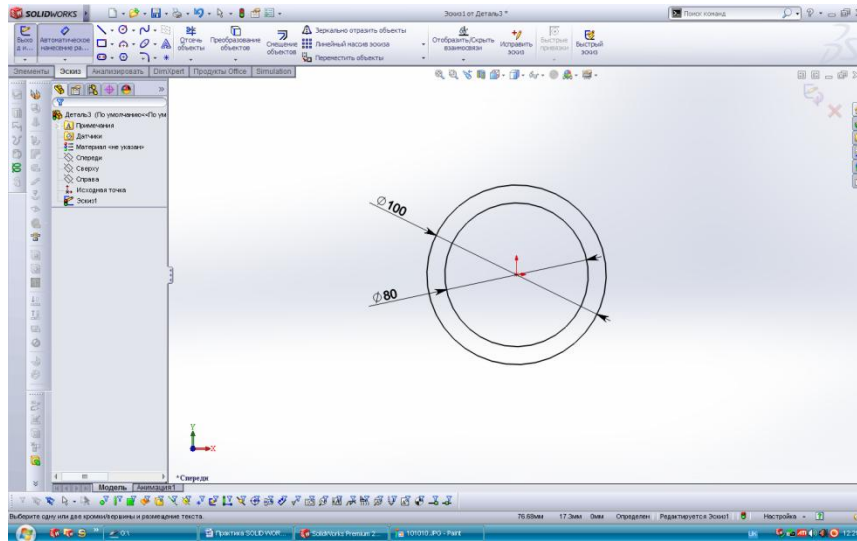


Проектуємо 3-d модель пружини

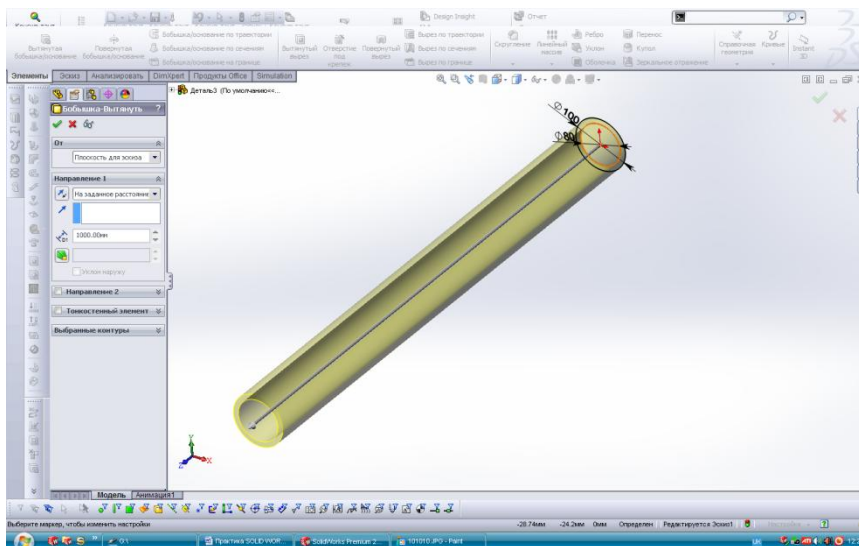


8. Проектування шнеку.

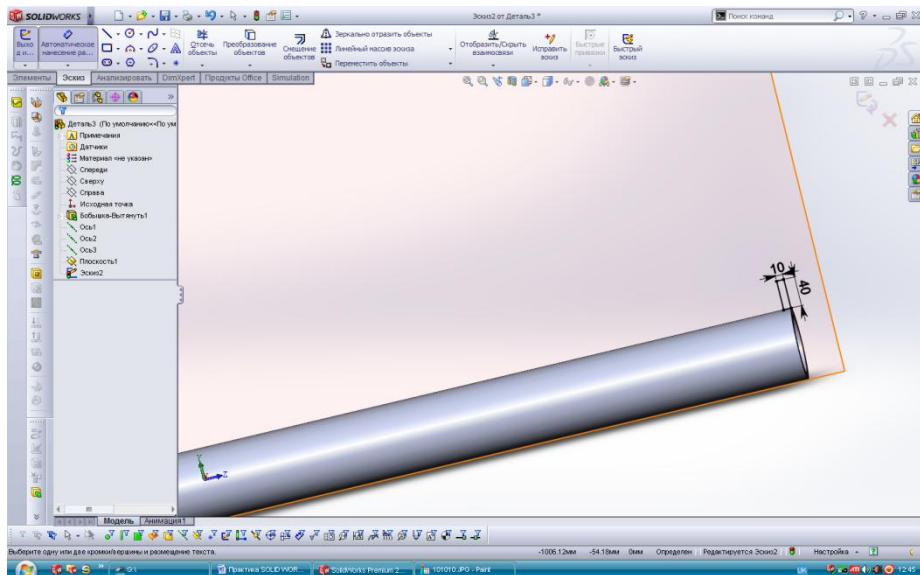
Побудова ескізу сердечника шнеку



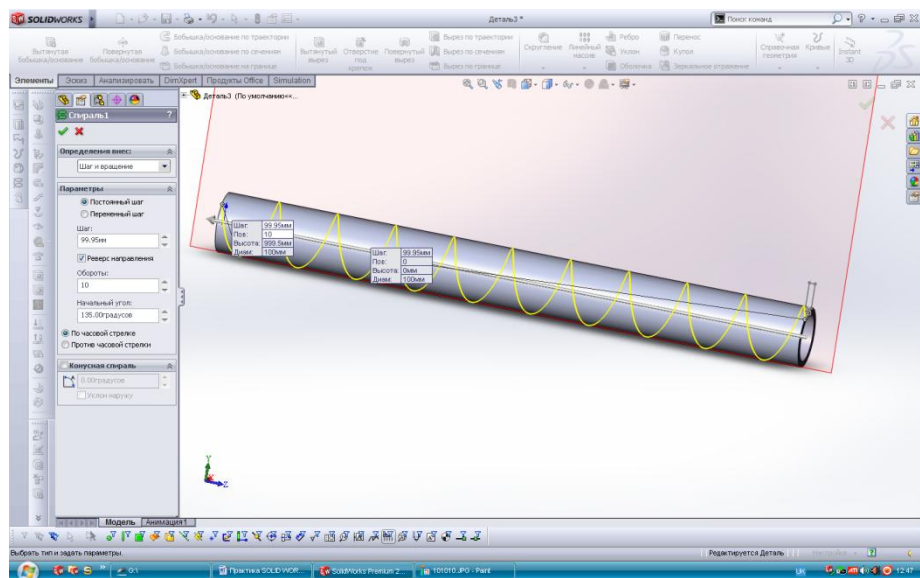
Видавлюємо даний ескіз на 1000 мм і отримуємо 3-d модель



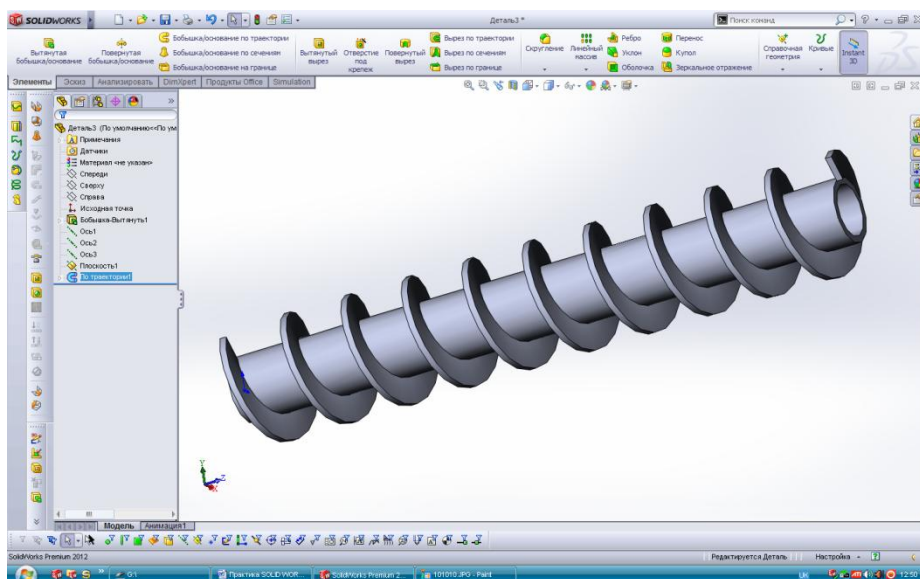
Будуємо допоміжну площину, використовуючи, як допоміжні посилання – вісь сердечника і площину «Спереди». На отримані площині будуємо ескіз витка шнеку



Створюємо спіраль по колу серця



Видаємо ескіз витка шнеку по траєкторії – спіралі і отримуємо готовий шнек



9. Побудова зубчастого колеса.

Для передачі великих зусиль за допомогою зубчастих механізмів використовують зачеплення Новикова, в якому профіль зуба виконаний по колу.

Кола, які котяться в зачепленні без ковзання один по одному, називаються початковими (D).

Кола, що огинають головки зубів зубчастих коліс, називаються колами головок (d_1).

Кола, що огинають ніжки зубів зубчастих коліс, називаються колами ніжок (d_2).

Кола, по яких котяться прями, що утворюють евольвенти зубів першого і другого коліс, називаються основними колами.

Коло, що ділить зуб на головку і ніжку, називається ділильним (D).

Отже, приступимо до графічного побудови профілю зубчастого колеса:

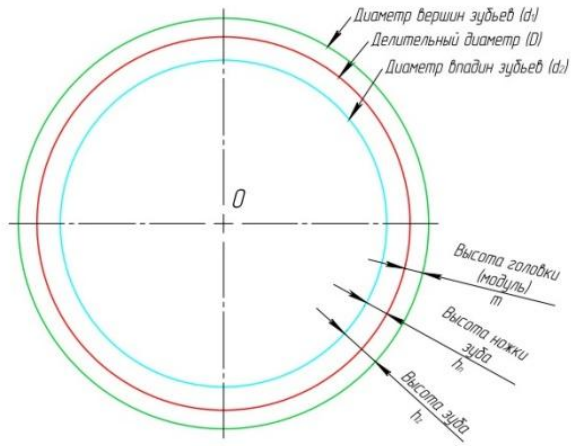
Побудуйте ділильний діаметр з діаметром D , і центром шестерні O . Коло зображено червоним кольором.

Побудуйте діаметр вершин зубів (d_1) з центром у точці O з радіусом більшим на висоту головки зуба (зеленого кольору).

Побудуйте діаметр западин зубів (d_2) з центром у точці O з радіусом меншим на висоту ніжки зуба (блакитного кольору).

Завдання:

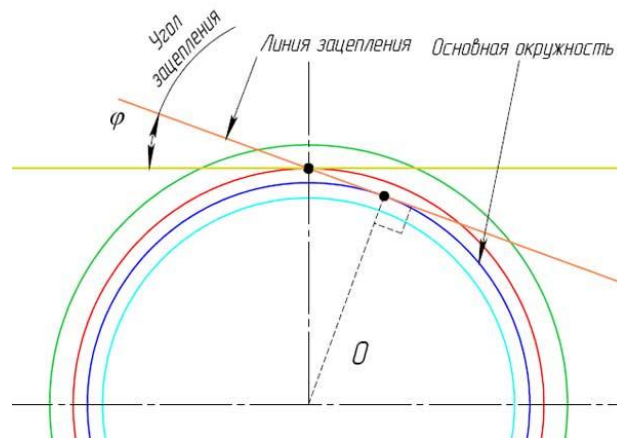
- 1. Модуль – 5**
- 2. Кількість зубів - 28**
- 3. Діаметр ділильного кола - 140 мм**
- 4. Діаметр виступів – 150 мм**
- 5. Діаметр западин – 128,75 мм**
- 6. Товщина зуба – 7,065 мм**



Проведіть дотичну до ділительного діаметру (жовта).

У точці дотику під кутом проведіть лінію зацеплення, оранжевого кольору.

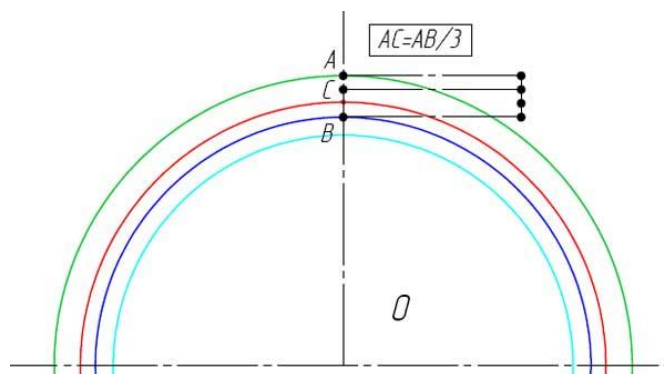
Побудуйте коло, дотичне до лінії зацеплення, і центром в точці O. Ця коло є основним і показана темно синього кольору.



Відзначте точку A на діаметрі вершин зубів.

На прямій AO позначте точку B знаходиться на основному колі.

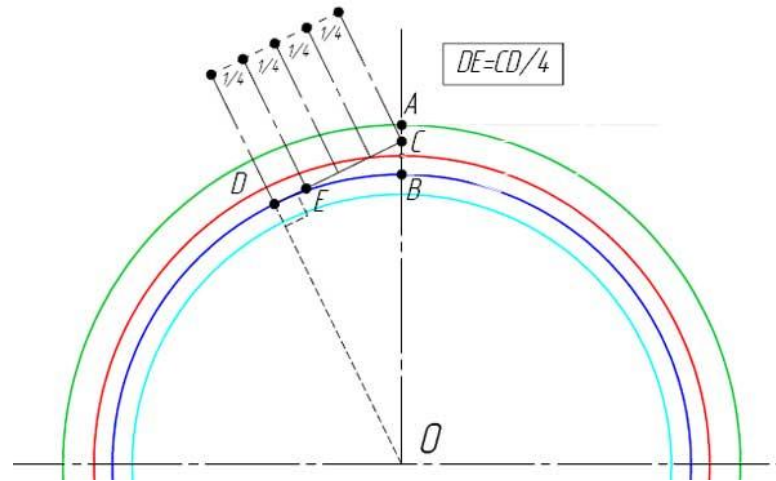
Розділіть відстань AB на 3 частини і позначте, точкою C, отримане значення відкладіть від точки A в сторону точки B на відрізьку AB.



Від точки C проведіть дотичну до основного кола.

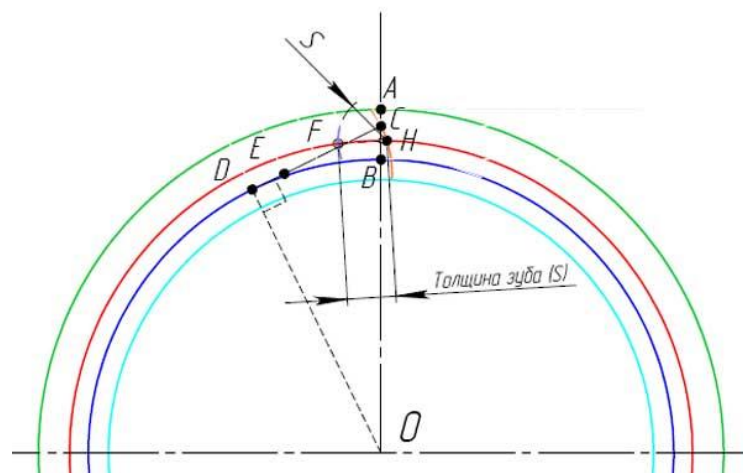
У точці дотику позначте точку D.

Розділіть відстань DC на чотири частини і позначте точкою E, отримане значення відкладіть від точки D в сторону точки C на відрізку DC.



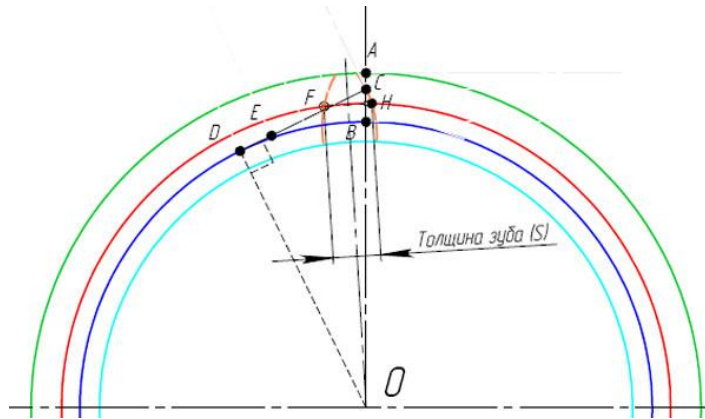
Зобразіть дугу кола з центром в точці E, що проходить через точку C. Це буде частина одного боку зуба, показана помаранчевим кольором.

Зобразіть дугу кола з центром в точці H, радіусом, рівним товщині зуба. Місце перетину з ділильним діаметром відзначте точкою F. Ця точка знаходиться на іншій стороні зуба.

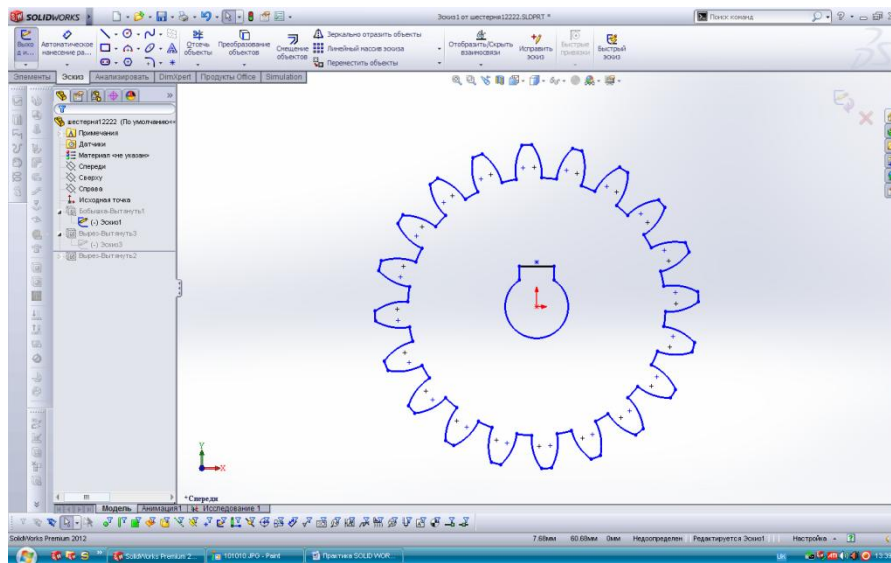


Зобразіть вісь симетрії, що проходить через центр O і середину відстані FH.

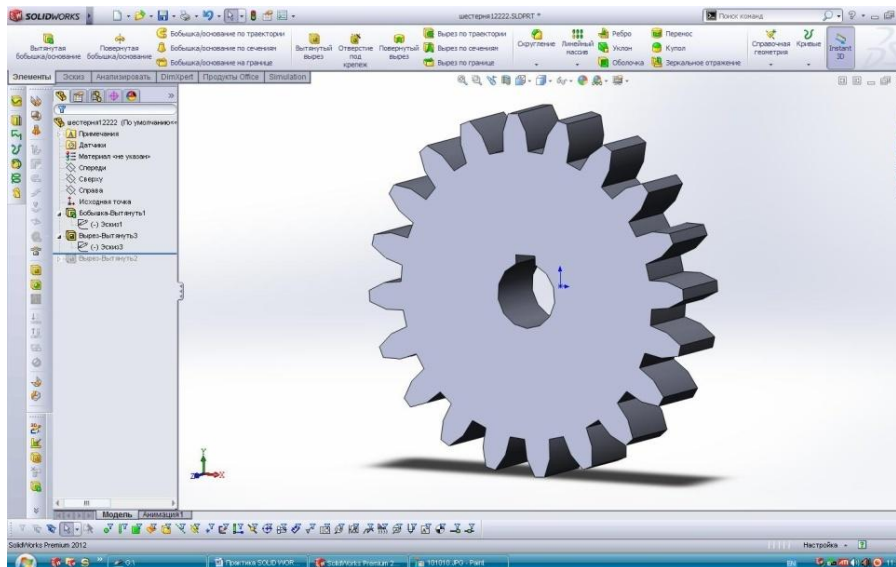
Лінія профілю зуба відображена дзеркально щодо цієї осі і буде другою стороною зуба. Отримуємо готовий профіль зуба.



Видаляємо допоміжні лінії та кола і за допомогою лінійного масиву будуємо профілі зубів по всій довжині основного кола.

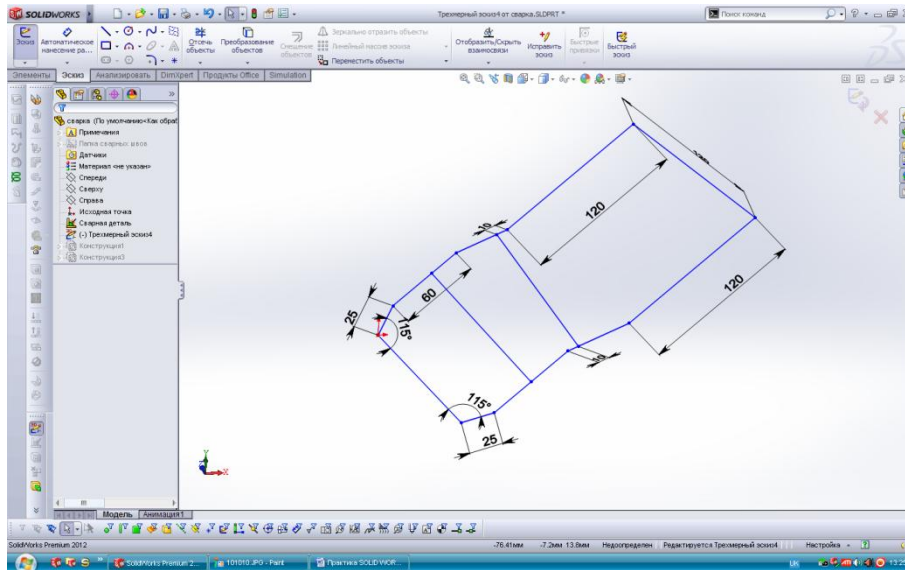


Будуємо 3-d модель шестерні

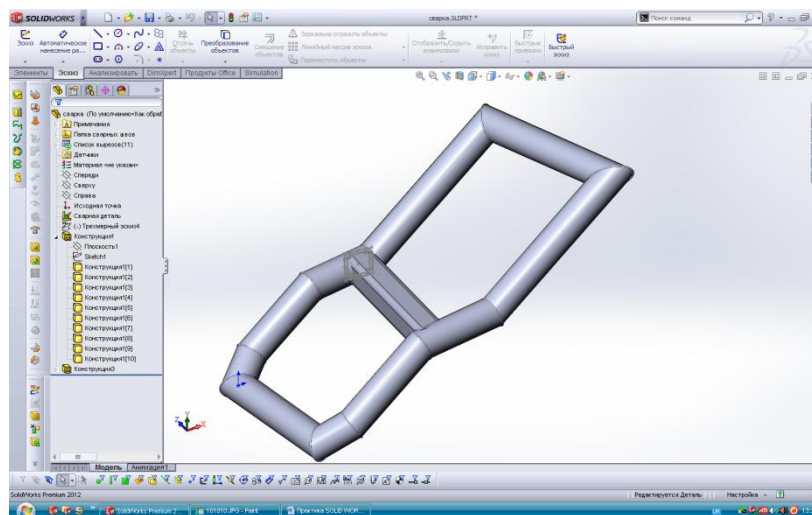


9. Проектування зварного з'єднання.

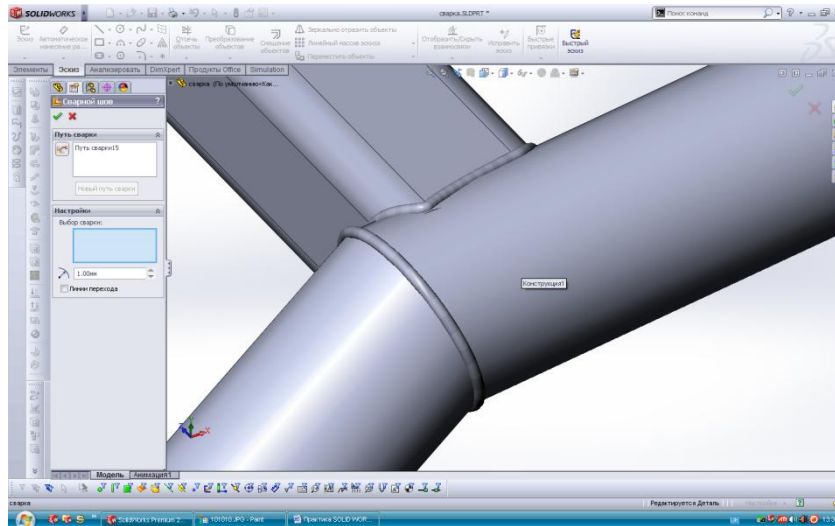
Створимо наступний 3-d ескіз, використовуючи функцію «*трехмерний ескиз*»



Проектуємо ескіз труби, який видавлюємо по траєкторії отриманого 3-d ескизу.

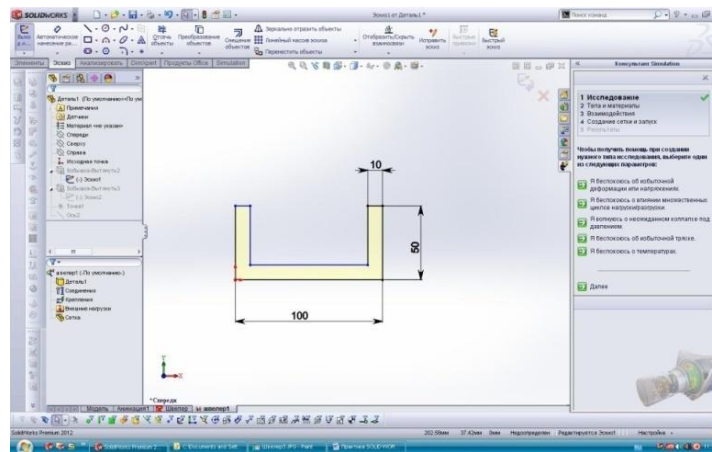


Вибираємо функцію «Сварная деталь» і розбиваємо отриману модель на прямі ділянки, які зварюємо, використовуючи функцію «Сварной шов».

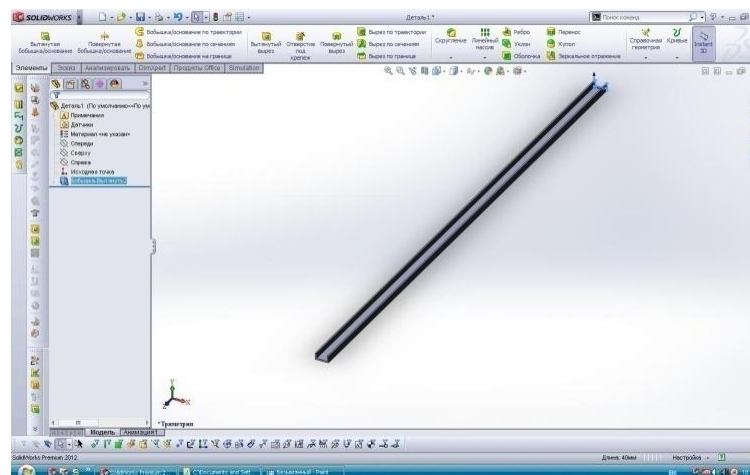


10. Проектування та дослідження Simulation балки.

Поперечний перетин балки – швеллер.



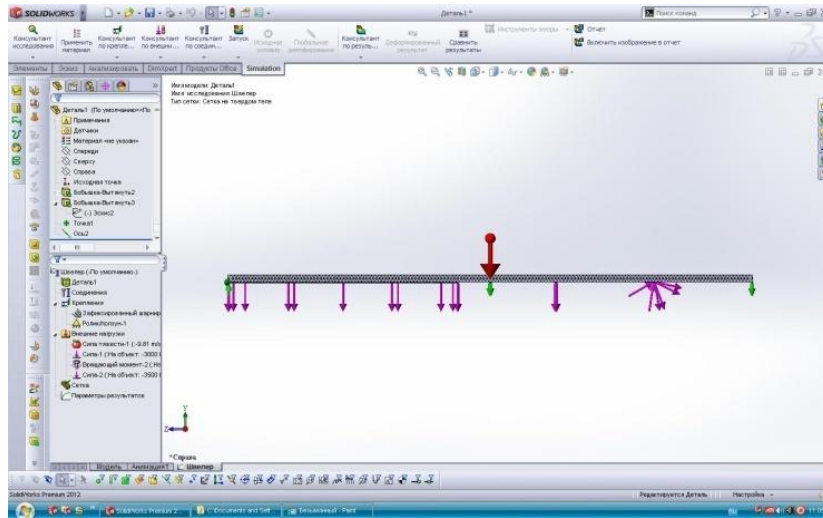
Побудова деталі «швеллер-балка» за допомогою операції Видавлювання:



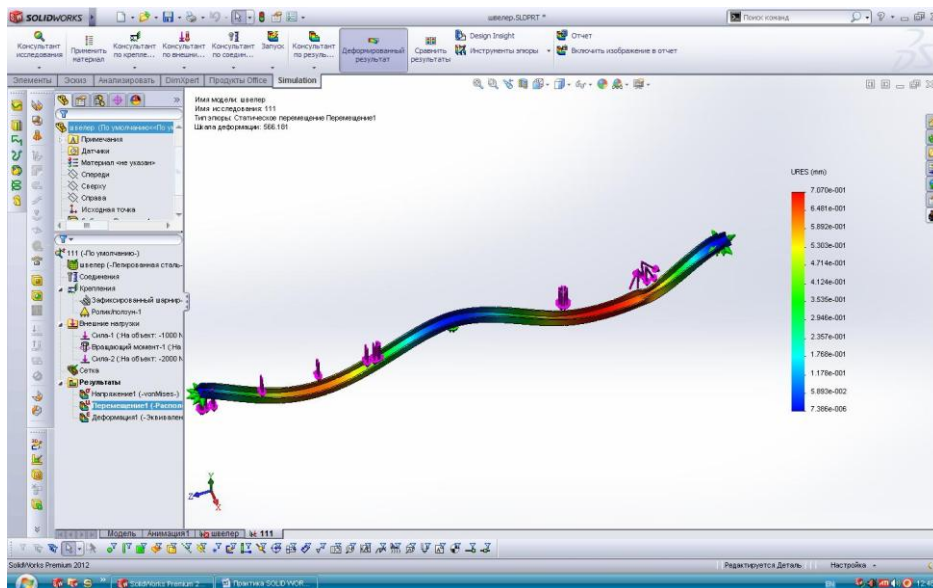
Підготовка даної балки до дослідження Simulation:

- Тип дослідження – лінійна динаміка;
- Вказівки по типу матеріалу;
- Закріплення балки;

- Навантаження балки силами;
- Створення сітки;
- Запуск програми.

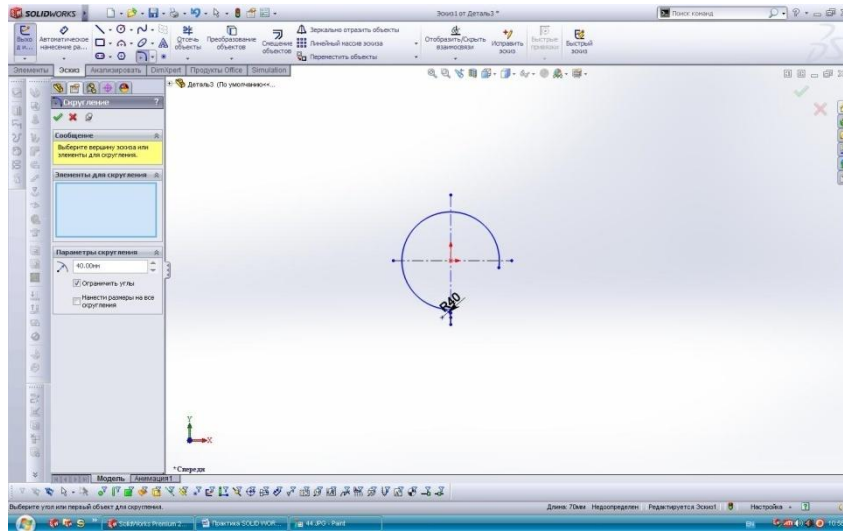


Результати досліджень:

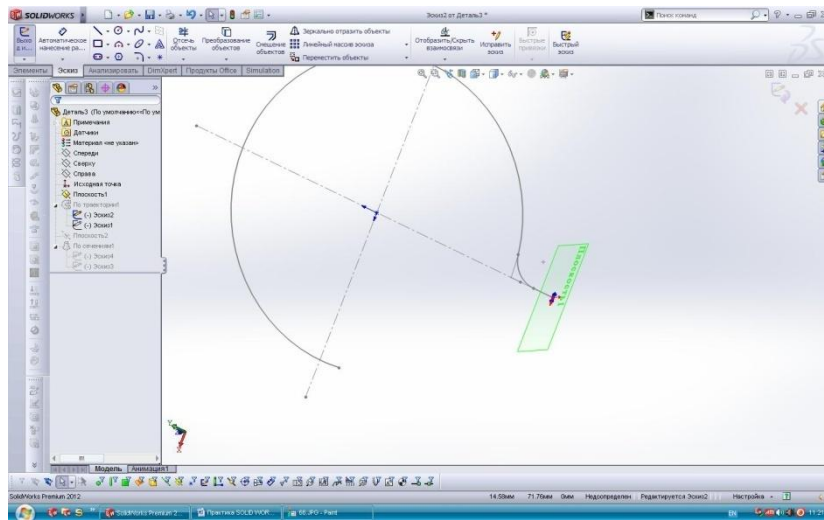


11. Проектування та дослідження трубки Бурдона.

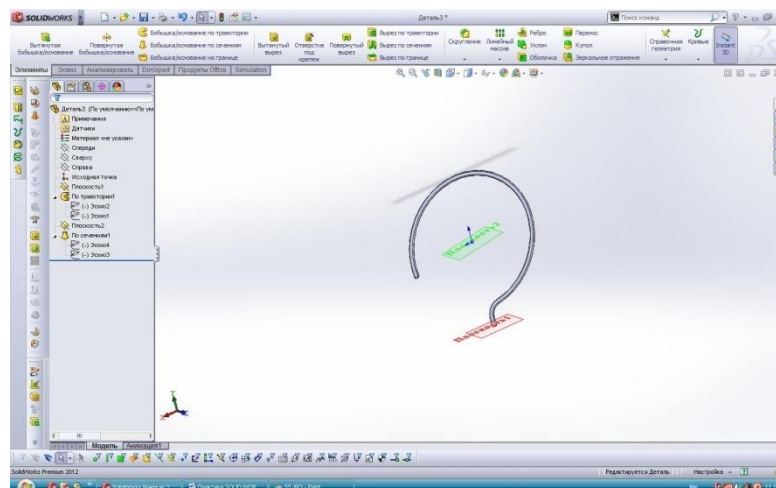
Побудова траєкторії, по якій видавлюватиметься профіль трубки.



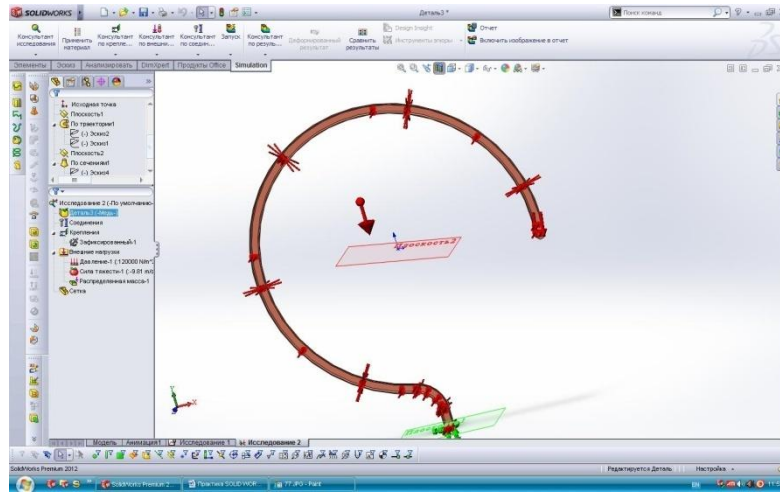
Побудова профілю трубки.



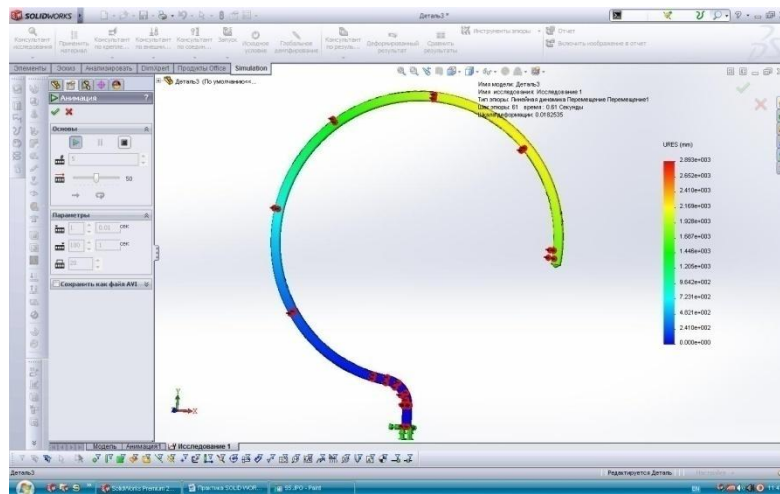
Видавлювання профілю трубки.



Підготовка моделі до Simulation. Зображення дії тиску на внутрішній поверхні трубки величиною 120000 Па та розподіленої маси величиною 0,2 кг. Тип дослідження – лінійна динаміка.

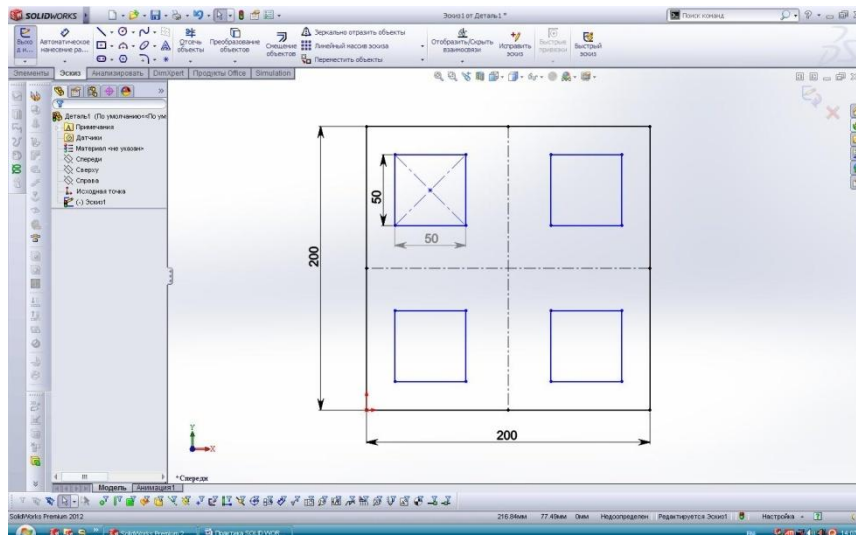


Результати дослідження Simulation.

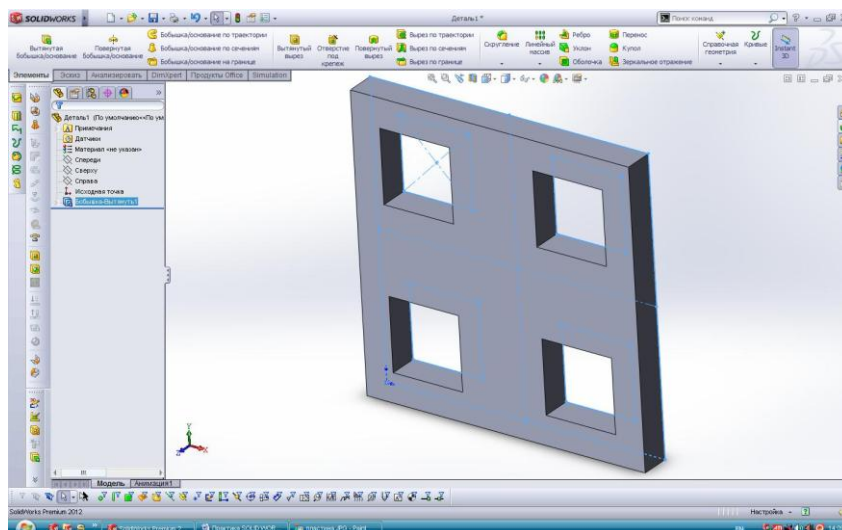


12. Дослідження впливу теплового потоку на складальну одиницю типу «пластина».

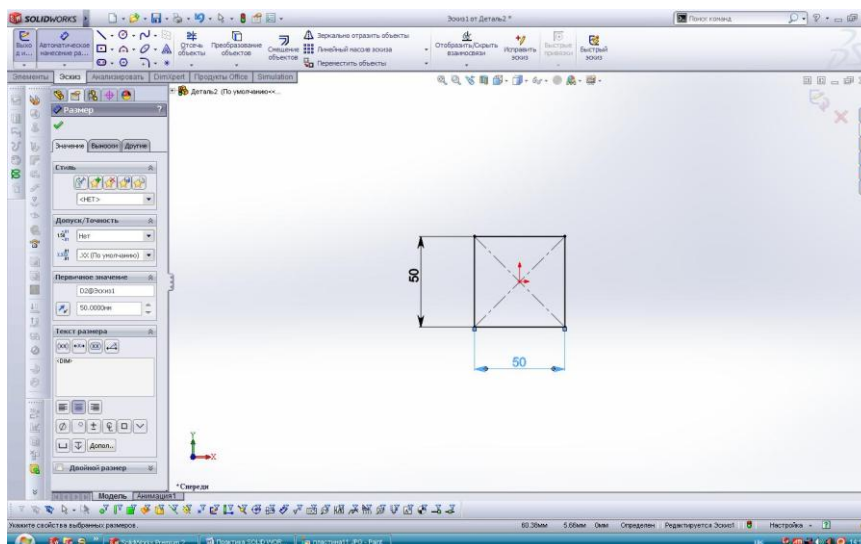
Створення ескізу для пластини:



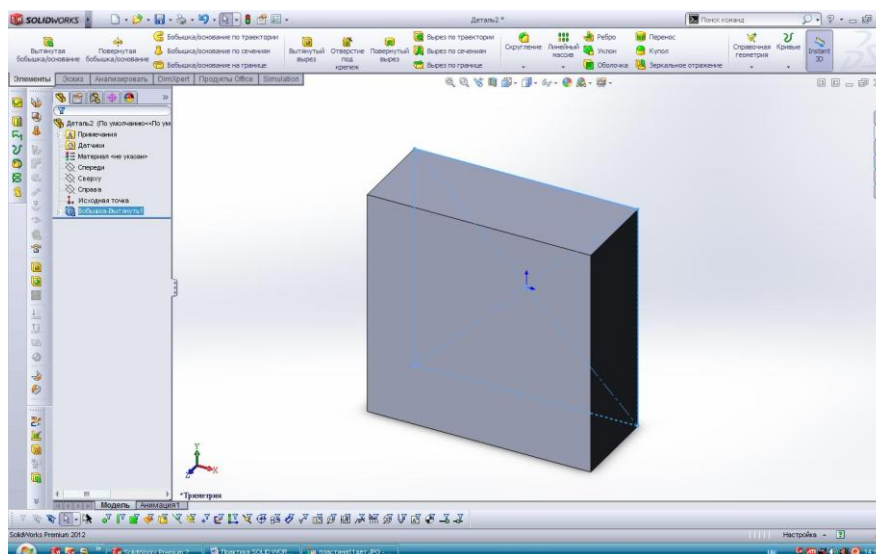
Створення 3-d моделі пластини:



Створення ескізу вставних деталей:

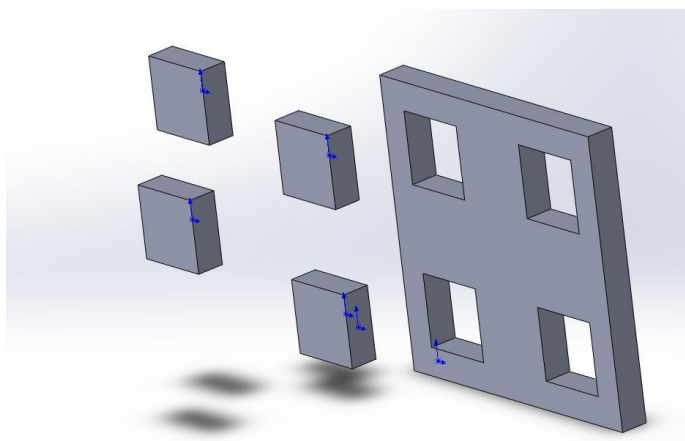


Створення 3-d моделі вставної деталі:

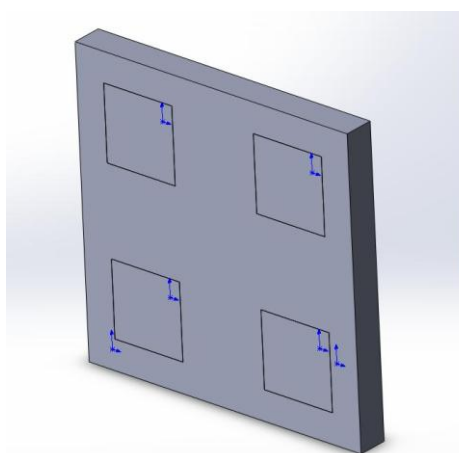


Створення складальної одиниці для деталі типу «пластина» із використанням вставної деталі:

Вставка компонентів (пластини та вставної деталі) до складальної одиниці:



З'єднання складальної одиниці та отримання готового виробу:



Дослідження Simulation. Вид дослідження - термічний:

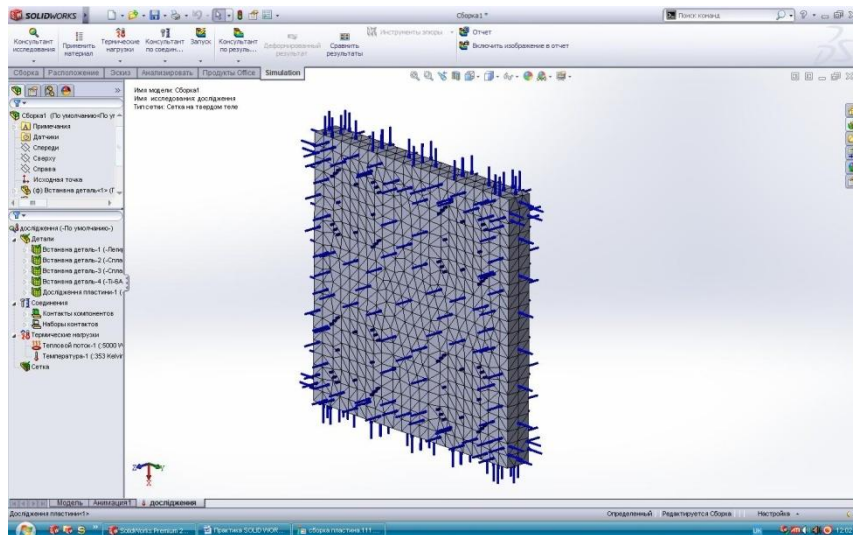
Створюємо нове дослідження Simulation та задаємо термічний тип;

Задаємо матеріал для пластини – мідь, для першої вставної деталі – сплав цинку, другої – сплав алюмінію, третьої – леговану сталь, четвертій – сплав титану;

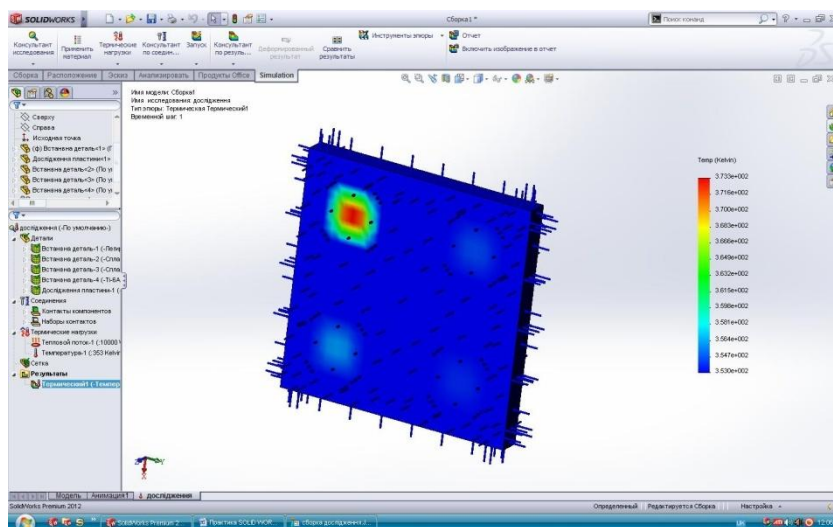
Встановлюємо наступні термічні навантаження: на обидві сторони всі вставних деталей – тепловий потік, потужністю 5000 W/m^2 , на поверхню пластини – температуру 353 K ;

Встановлюємо контакт термічного опору між поверхнями вставних деталей і пластини;

Будуємо сітку середнього розміру по всій поверхні складальної одиниці.

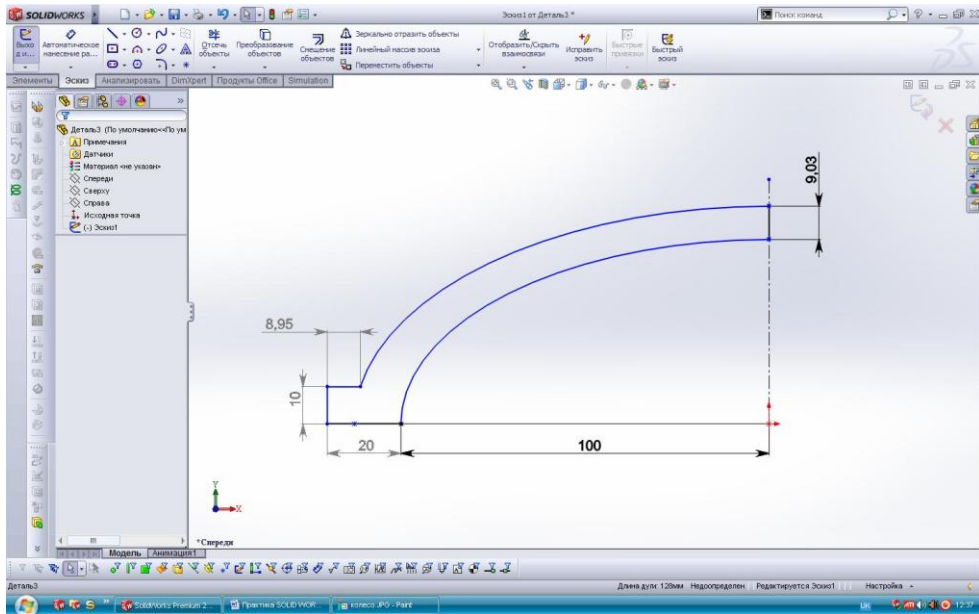


Результати дослідження програми SolidWorks для деталі типу «пластина»:

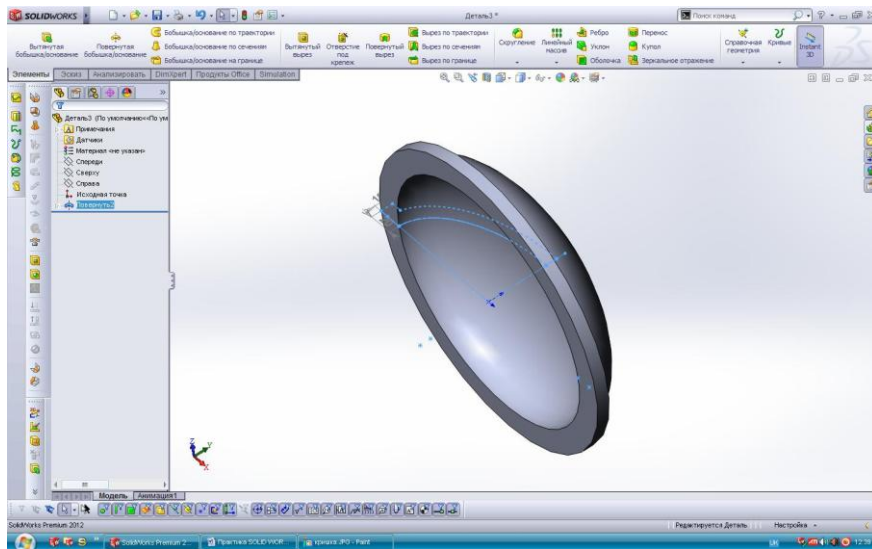


13. Дослідження Simulation закритих посудин на тиск і розподілену масу.

Створення ескізу деталі типу «кришка»:

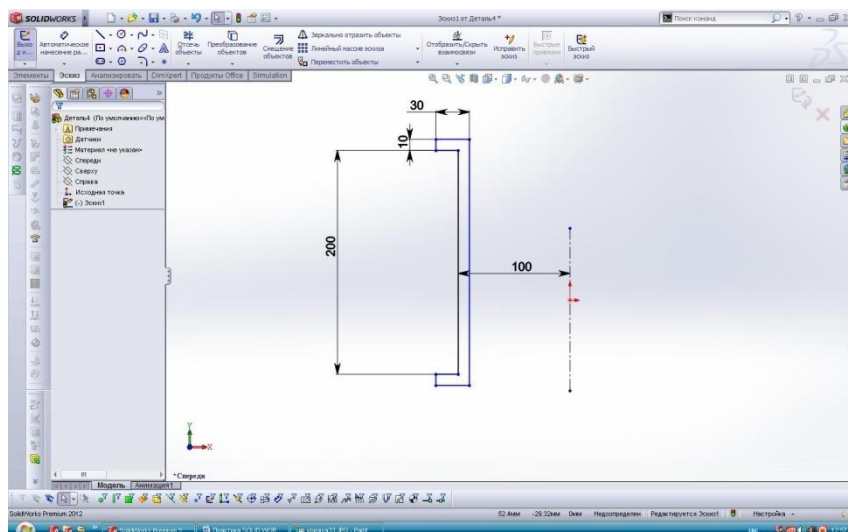


Методом обертання заданого ескізу навколо осі отримуємо 3-дмодель кришки:

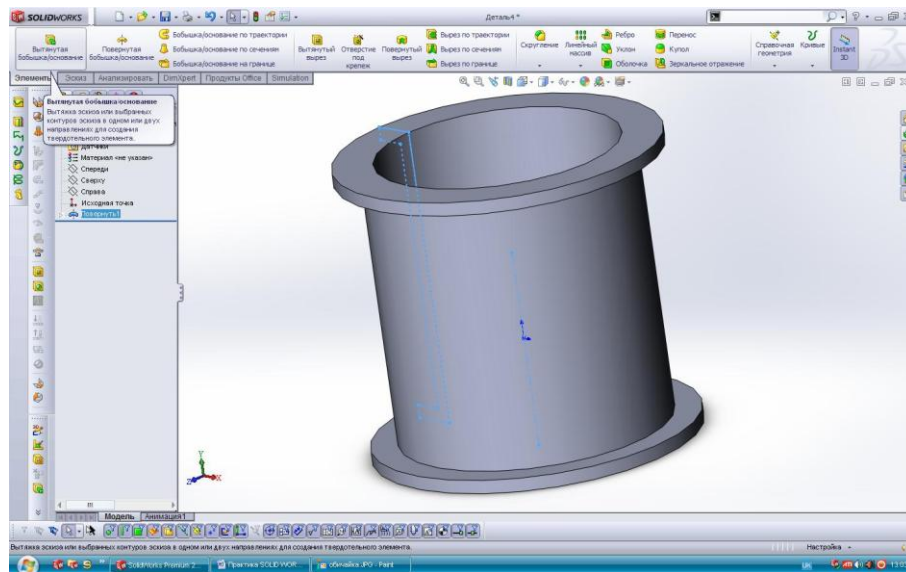


Побудова обичайки.

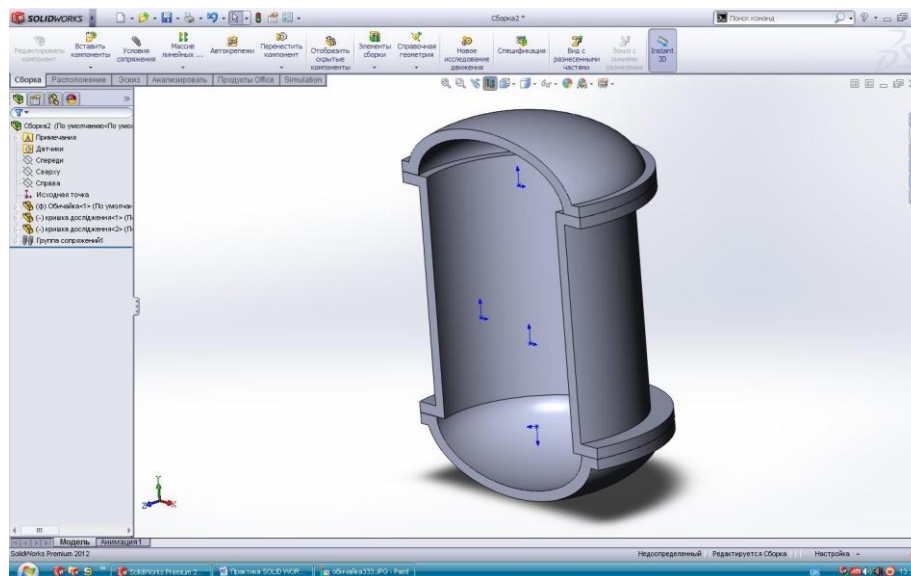
Створення ескізу обичайки:



Створення 3-d моделі обичайки:



Створення складальної одиниці із двох кришок і обичайки (перетин):



Дослідження Simulation. Вид дослідження – лінійна динаміка:

Створюємо нове дослідження Simulation та задаємо тип – лінійна динаміка;

Приварюємо кришки до обичайки;

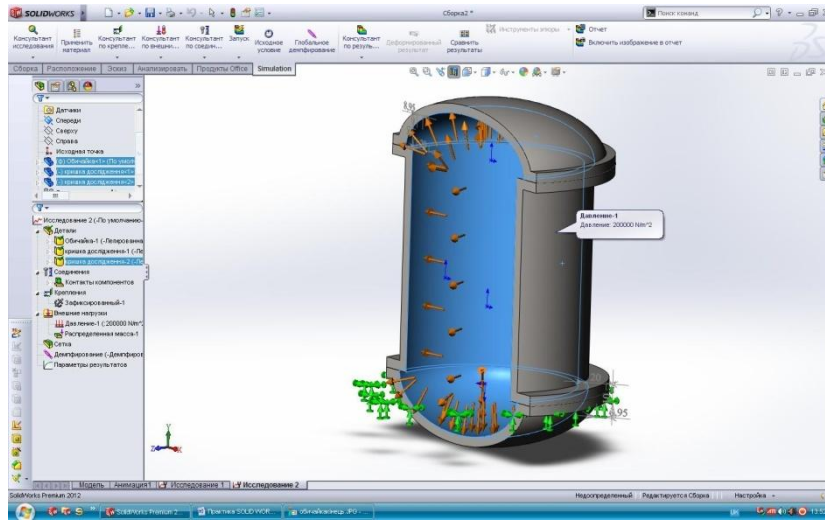
Задаємо матеріал для складальної одиниці – леговану сталь;

Закріплюємо нашу складальну одиницю використовуючи «фіксовану геометрію»;

Задаємо тиск на внутрішні поверхні складальної одиниці величиною – 200 кПа;

Задаємо розподілену масу по внутрішній поверхні складальної одиниці – 20 кг;

Будуємо сітку середнього розміру по всій поверхні складальної одиниці.



Результати розрахунку програми SolidWorks:

