

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗБОРОК

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни
“Автоматизація конструкторсько-технологічного
проектування РЕЗ” для студентів напрямку
“Радіoeлектронні апарати” усіх форм навчання

Комп'ютерне моделювання зборок. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Автоматизація конструкторсько-технологічного проектування РЕЗ” для студентів напряму “Радіоелектронні апарати” усіх форм навчання /Укл. Г.М.Шило, Т.І.Куляба, Ю.Б.Резник –Запоріжжя: ЗНТУ, 2015.-43с.

Укладачі: Шило Г.М., доц. кафедри ІТЕЗ,
Куляба Т.І., ст. викладач кафедри ІТЕЗ,
Резник Ю.Б., пров. спец. ДП “Івченко-Прогрес”.

Рецензент: Перегрін Г.Р., доц. каф. ІТЕЗ

Відповідальний
за випуск: В.М.Крищук, зав.каф. ІТЕЗ

Затверджено на засіданні
кафедри ІТЕЗ
протокол №5
від 12 грудня 2014р.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
1 ВИСХІДНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗБОРОК.....	5
1.1 Теоретичні відомості.....	5
1.2 Порядок виконання роботи.....	8
1.3 Приклад висхідного моделювання зборки.....	16
1.4 Зміст звіту.....	23
1.5 Контрольні запитання.....	24
2 НИЗХІДНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗБОРОК.....	25
2.1 Теоретичні відомості.....	25
2.2 Порядок виконання роботи.....	26
2.3 Приклад низхідного моделювання зборки.....	28
2.4 Зміст звіту.....	40
2.5 Контрольні запитання.....	41
ЛІТЕРАТУРА.....	42

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Метою лабораторних робіт є вивчення методик комп'ютерного моделювання зборок конструкцій радіоелектронних виробів. В лабораторних роботах розглянуто два підходи до моделювання зборок: висхідний та низхідний. Моделювання проводиться в середовищі CAD/CAM/CAE системи високого рівня Siemens PLM Software NX. Для формування моделей зборок в системі NX використовується додаток *Сборки*. Цей додаток дозволяє формувати зборку будь-якої глибини включення, яка містить у собі необмежену кількість компонентів. Комп'ютерне моделювання зборок підвищує точність та якість проектування виробів. Моделі зборок можуть використовуватись для:

- створення специфікацій складальних креслень;
- створення рознесених видів (деталізоване зображення), що показують зв'язок між деталями в складних пристроях, використовуються як ілюстрації до інструкцій з складання пристроїв;
- проведення інженерних розрахунків — аналіз допусків, аналіз зіткнення, аналіз кінематики;
- створення електронних макетів;
- створення відеоматеріалів з навігацією по моделі в віртуальній реальності, які використовуються при підготовці презентаційних матеріалів.

Кожному студенту при підготовці до виконання лабораторної роботи потрібно ознайомитись з методичними вказівками та конспектом лекцій по даному розділу. Виконання лабораторної роботи розбивається на два етапи. На першому етапі необхідно ознайомитись з прикладом виконання зборки, наведеним в методичних вказівках, та здійснити моделювання цієї зборки в системі NX. На другому етапі виконується індивідуальне завдання до лабораторної роботи. Після закінчення кожного етапу роботи результати подаються викладачу для перевірки. Звіт з лабораторної роботи оформлюється на стандартних аркушах паперу формату А4 (297х210 мм).

Лабораторна робота обов'язково захищається на наступному після виконання роботи учбовому занятті. За несвоєчасний захист роботи оцінка знижується. Захист лабораторних робіт проводиться під час учбових занять. Студент не допускається до виконання наступної роботи, якщо має дві незахищені роботи.

1 ВИСХІДНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗБОРОК

Мета роботи: ознайомитись з методикою висхідного проектування моделей зборок в NX.

1.1 Теоретичні відомості

Висхідне проектування — це проектування, при якому деталі моделюють незалежно одна від одної, а далі їх додають до моделі зборки та задають між ними необхідні умови спряження. В цьому випадку завдання асоціативних зв'язків між параметрами окремих компонентів зборки досить трудомістка задача. Тому при висхідному способі моделювання конструкторам необхідно відслідковувати як зміни геометрії компонента впливають на інші, що обмежує використання цього підходу при проектуванні нових складних виробів. Такий підхід незручно використовувати також, коли проектування проводиться кількома групами конструкторів. Висхідний спосіб застосовується для моделювання пристроїв, на які вже існують креслення, і дозволяє виявити неточності конструкторської документації. Наприклад, перевірити зборку на перетин компонентів та провести кінематичний аналіз механізму.

Під час висхідного проектування важливою задачею є спряження компонентів один з одним. Для цього необхідно обрати базовий компонент та виконати його позиціювання використовуючи абсолютні координати. Для усіх інших компонентів необхідно задати умови спряження з базовим. Кожна **умова спряження** в NX визначається набором обмежень, які встановлюють взаємодію між двома компонентами зборки. Існує шість напрямків переміщення компонента, або шість ступенів свободи: три — для обертання та три для пересування. Тобто, незакріплений компонент може пересуватись в напрямку трьох осей - x , y , та z , а також обертатись навколо трьох осей. Кожне введення обмеження скорочує кількість ступенів свободи. При завданні обмежень спряження система зображає стрілки-покажчики ступенів свободи, які залишилися. Ці стрілки показують у якому напрямку компонент може переміщуватись. Якщо компонент повністю обмежено, то стрілки не зображуються. Можливо задавати спряження координатних систем компонентів. Це гарантує повне обмеження компонентів, тому що не залишає жодної ступені свободи. Типи обмежень, які доступні в

системі NX наведено в табл.1.1.

Таблиця 1.1 — Типи обмежень спряження

Тип обмеження	Визначення
<i>Сопряжение</i>	Плоскі об'єкти сполучаються таким чином, щоб їх нормалі були спрямовані протилежно.
<i>Выравнивание</i>	Плоскі об'єкти позицінуються таким чином, щоб було забезпечено їх компланарність і суміжність (об'єкти повинні розташовуватись в одній площині і мати спільне ребро). Об'єкти з симетрією осей позицінуються так, щоб було забезпечено їх збіг.
<i>Угол</i>	Визначає кутовий розмір між двома об'єктами.
<i>Параллельный</i>	Визначає паралельність векторів напрямку двох об'єктів.
<i>Перпендикулярный</i>	Визначає перпендикулярність векторів напрямку двох об'єктів.
<i>Центр</i>	Позицінує центр одного об'єкта відносно центра іншого, або центрує один чи два об'єкта між двома іншими об'єктами.
<i>Расстояние</i>	Задає мінімальну відстань в тривимірному просторі між двома об'єктами. Відносне та додатне значення відстані дозволяє змінювати сторону поверхні, для якої задаються умови спряження.
<i>Касательно</i>	Визначає дотичність між двома об'єктами.

Для перегляду структури зборки в NX використовується інструмент **Навігатор зборки**. Цей інструмент графічно подає структуру зборки в окремому вікні (рис.1.1) та дозволяє швидко і просто маніпулювати її компонентами. Структура зборки відображається у вигляді ієрархічного дерева (графа), кожний вузол якого відповідає окремому компоненту зборки. Для відображення зборок та підборок в навігаторі використовується символ , а для деталей — .

Вікно навігатора зборки містить також додаткову текстову інформацію, яка наведена у табличному вигляді: рядки відповідають вузлам дерева, стовпці – полям (атрибутам компонентів). Поля вікна навігатора, які відображаються за замовченням, наведено у табл.1.2.

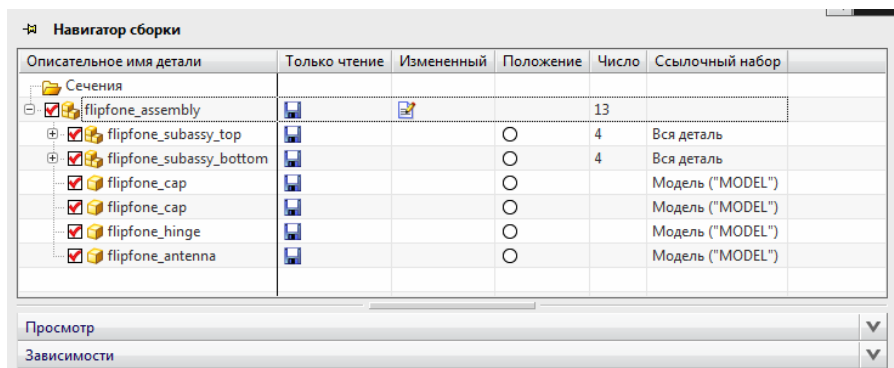


Рисунок 1.1 — Вікно навігатора зборки

Таблица 1.2 — Поля вікна навігатора зборки

Найменування поля	Опис
<i>Описательное имя детали</i>	Ім'я файлу компонента
<i>Только чтение</i>	Поточний статус читання/запису відображається іконками: – об'єкт повністю завантажено, є доступ на запис та читання; – об'єкт повністю завантажено, є доступ тільки на читання; – об'єкт частково завантажено. Якщо поле порожнє, то об'єкт не завантажено
<i>Измененный</i>	Наявність іконки показує, що було внесено зміни до компонента в поточному сеансі
<i>Положение</i>	Показує як контролюється позиціонування компонента умовами спряження: – повністю зв'язаний компонент (не залишилось ступенів волі); – частково зв'язаний компонент; – не задано умов спряження компонента
<i>Число</i>	Кількість компонентів в збірці або підзбірці, включно збірку (підзбірку). Для окремих деталей значення цього поля відсутнє

Ссылочный набор	Ім'я поточного посилкового набору
-----------------	-----------------------------------

Навігатор можна використовувати для вибору компонентів при виконанні різноманітних операцій в NX, а також для виконання функцій керування зборками.

1.2 Порядок виконання роботи

При виконанні лабораторної роботи дотримуйтесь рекомендованого порядку.

1 Виконайте приклад висхідного моделювання зборки, наведений у підрозділі 1.3. Результати моделювання покажіть викладачу.

2 Отримайте від викладача зразок або зображення виробу та файли з тривимірними моделями окремих деталей. Виділіть окремі підзборки.

3 Обміркуйте послідовність проведення зборки. Створіть функціональну IDEF0-модель створення зборки. При формуванні моделі враховуйте точки зору конструктора та технолога. Кожний функціональний вузол в моделі повинен відповідати операції, яку необхідно виконати в NX. Пропонується використовувати операції: **створити підзборку, створити зборку**. Для цих операцій необхідно навести додаткові IDEF0 діаграми, які містять операції: **додати базовий компонент** — розташувати компонент в центрі абсолютних координат; **додати компонент, задати умови спряження**. Вхідні дуги діаграми показують найменування файлів окремих компонентів, вихідні — найменування файлів підборок, зборки або геометричних об'єктів окремих компонентів, які приймають участь у наступній операції. На дугах інструментів вказують назву команди NX. Для команди *Умовия сопряжения* на діаграмах нижнього рівня вказується тип обмеження спряження NX, який буде застосовано для даних геометричних об'єктів. На дугах управління визначають умови, які виникають з технічного завдання та функціонального призначення виробу і впливають на завдання умов спряження.

4 Активізуйте систему NX. Перейдіть в середовище *Сборки*.

5 Створіть новий файл для однієї з підборок. В системі NX файли компонентів, підборок та зборок мають однакові розширення

*.prt. Тому для зручності роботи необхідно до назв файлів зборок та підборок додавати “assembly” або “asm”.

6 Додайте компоненти до моделі підборки. Процедура додавання компонента містить кроки:

– виберіть пункт меню *Сборки*→*Компоненты*→*Добавить существующий*. Після цього з’явиться діалогове вікно *Добавить компонент* (рис.1.2), яке містить опції для вибору файлу компонента (табл.1.3);

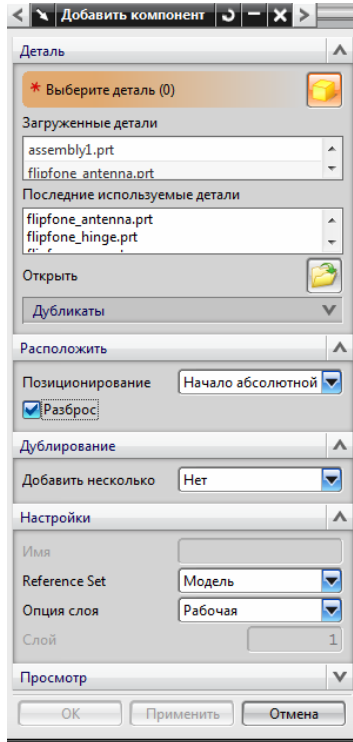


Рисунок 1.2 – Діалогове вікно - *Добавить компонент*.

Таблиця 1.3 — Основні опції діалогового вікна *Добавить компонент*

Елементи діалогового вікна	Опис
<i>Деталь</i>	Загруженные детали - дозволяє вибрати деталь зі списку завантажених файлів. Последние используемые детали - дозволяє переглянути та вибрати деталь зі списку останніх використаних деталей. Открыть - дозволяє проглянути директорії для вибору файлу деталі. Дубликаты - дозволяє задавати кількість дубльованих деталей, якщо необхідно додати декілька.
<i>Расположить:</i> <i>Позиционирование</i>	Задає спосіб попереднього позиціонування компонента в збірці: Начало абсолютной системы координат - позицінує компонент в начало координат (0,0,0). Выберите начало - за допомогою типової функції Конструктор точки. По связям - відкриває діалогове вікно Условия сопряжения для позиціонування компонента. Перемещение - дозволяє динамічно переміщувати компоненти на екрані після їх додавання до зборки. Разброс - цей параметр, якщо ввімкнутий, дозволяє уникнути перекриття компонентів при їх додаванні без сопряження.

<i>Дублирование</i>	Дозволяє вибрати варіант додавання більш ніж одного екземпляру обраної деталі (можна застосовувати масив).
<i>Настройки:</i>	Имя - дає можливість задати ім'я поточного обраного компонента. Reference Set - дозволяє задати посилальний набір для компонента. Опции слоя - задає шар на якому буде розташована деталь.

– виділіть деталь, яку необхідно додати, з діалогу *Добавить компонент*. Це приводить до появи у нижньому правому куту графічного вікна проміжного виду, який містить геометрію компонента для перегляду;

– перегляду компонента, для його додавання задайте інші опції діалогового вікна та натисніть . В залежності від вибраного позиціонування деталь буде розташовано в початку абсолютної системи координат, або з'являється діалогове вікно *Конструктор точки*;

– визначте точку прив'язки компонента в файлі підзборки, використовуючи опції діалогового вікна *Конструктор точки* або вкажіть точку за допомогою миші в графічному вікні. Після цього компонент відображається в графічному вікні зборки та додається в структуру зборки. Базовий компонент підзборки розташовується в початку абсолютної системи координат.

7 Сборки > Положение Компонента > Сопряжения сборки. З'явиться діалогове вікно *Сопряжения сборки* (рис. 1.3), опції якого наведено у табл.1.4.

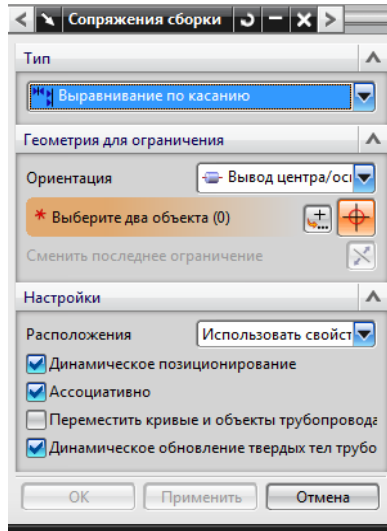


Рисунок 1.3 – Діалогове вікно *Сопряжения сборки*.

Для базового компонента призначається умова спряження з типом Фиксация. Для решти компонентів виконується спряження з базовим компонентом, або між собою.

Таблица 1.4 — Опції діалогового вікна *Условия сопряжения*

Елементи діалогового вікна	Опис
<i>Тип</i>	Вибирається одне з обмежень: Выравнивание по касанию, Концентричность, Совмещение, Соединение, Угол, Параллельный, Перпендикулярный Центр, Расстояние, Фиксация
<i>Геометрия для ограничения</i>	

Елементи діалого- вого вікна	Опис
<i>Ориентация</i> <i>Выберите два объ- екта</i> <i>Сменить последнее ограничение</i>	Задаються додаткові умови спряження, якщо вони є; Задаються компоненти спряження; Якщо необхідно змінити останнє спряження.
<i>Настройки</i> <i>Расположения</i> <i>Динамическое по- зиционирование</i> <i>Ассоциативно</i> <i>Переместить кри- вые трубопровода</i>	Задається, яким чином спряження зборки бу- дуть застосовуватися до підборок, у яких задані Расположения Коли включено, об'єкти одразу переміщу- ються на нове місце згідно заданому обме- женню При вмиканні значення всі обмеження збері- гаються в зборці, при вимкненому вони слу- жать тільки для переміщення деталі в нове положення і не зберігаються Переміщує об'єкти трубопроводів та пов'яза- ні з ними криві, якщо вони задіяні в завданні обмежень

Для призначення одного обмеження між двома компонентами зборки необхідно виконати операції:

- вибрати тип та орієнтацію обмеження;
- вибрати геометричний об'єкт із компонента, який стикується;
- вибрати геометричний об'єкт з компонента, до якого стикується перший компонент;

- затвердити призначене обмеження (кнопка  або



Інформація про задані обмеження між компонентами зборки відображається у вікні *Навігатора зборки* у розділі *Ограничения* (рис.1.4).

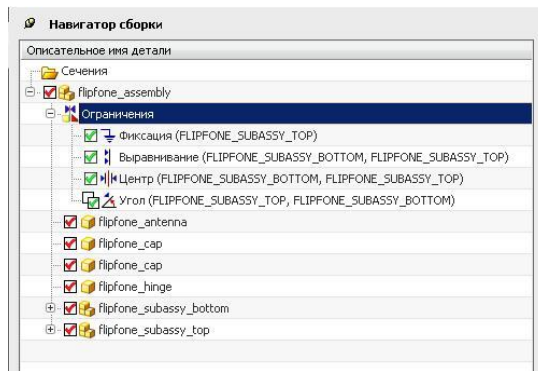


Рисунок 1.4 – Розділ *Ограничения* у вікні *Навігатора зборки*.

Якщо задано обмеження, система вважає один з компонентів фіксованим та знаходить таку позицію іншого (спряженого) компонента, яка б задовольнила встановленим обмеженням. Якщо система не може застосувати обмеження, або воно вступає в конфлікт з існуючими, то в *Навігаторе зборки* такі обмеження відображаються хрестиками (рис. 1.5).

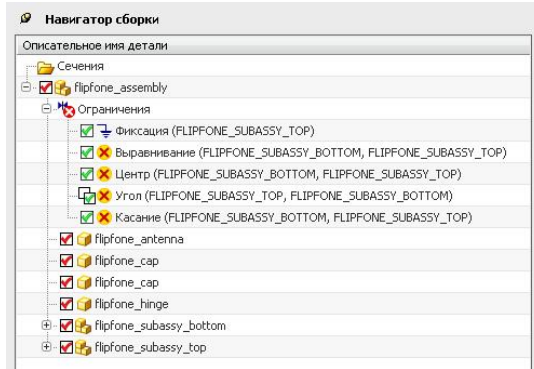


Рисунок 1.5 – Відображення обмежень у вікні *Навигатора сборки*, які вступають в конфлікт.

У такому випадку необхідно видалити або перевизначити останнє обмеження. Інформацію про нього можна переглянути в контекстному меню.

8 Повторіть п.п. 5-7 для інших підборок.

9 Створіть новий файл зборки. Додайте підборки до файлу використовуючи команду *Сборки > Компоненты > Добавить существующий*. Задайте умови спряження між підборками.

10 Перегляньте структуру зборки з допомогою Навигатора сборки. Вікно Навигатора сборки відкривається з допомогою опції меню



Вид > Навигатор сборки або іконки на панелі ресурсів. Вивчіть призначення полів навігатора. Для вибору компонента в збірці підведіть курсор до відповідного вузла та натисніть ліву кнопку миші. Натискання правої кнопки на компоненті призведе до появи впливаючого меню функцій керування збіркою. Спробуйте згасити та відновити геометрію окремих компонентів та підборок. Натисніть на пе-



ремикача статусу будь-якого компонента. Після цього іконка перемикача зміниться та геометрія даного компоненту зникне з екрану.

Повторне натискання на перемикач призведе до відновлення геометрії компонента.

11 Для зображення в звіті структури зборки виконайте експорт структури зборки в електрону таблицю або браузер (пункт меню *Інструменти*→*Навігатор зборки*→*Експорт*).

1.3 Приклад висхідного моделювання зборки

Завдання. Утворити модель зборки дитячого мобільного телефону (рис.1.6) висхідним методом, використовуючи готові моделі окремих деталей: `flipfone_back_bottom.prt`, `flipfone_front_bottom.prt`, `flipfone_pad_bottom.prt`, `flipfone_back_top.prt`, `flipfone_front_top.prt` і `flipfone_pad_top.prt`, `flipfone_hinge.prt` і `flipfone_cap.prt`. Ці файли розташовані в папці `Flip_phone`.



Рисунок 1.6 — Тривимірна модель зборки дитячого телефону

1 Визначимо дві підзборки: нижня кришка та верхня кришка. Нижня кришка містить елементи: `flipfone_front_bottom.prt`, `flipfone_pad_bottom.prt`, `flipfone_back_bottom.prt` (рис.1.7). Верхня кришка складається із елементів: `flipfone_back_top.prt`, `flipfone_front_top.prt` і `flipfone_pad_top.prt` (рис.1.8).

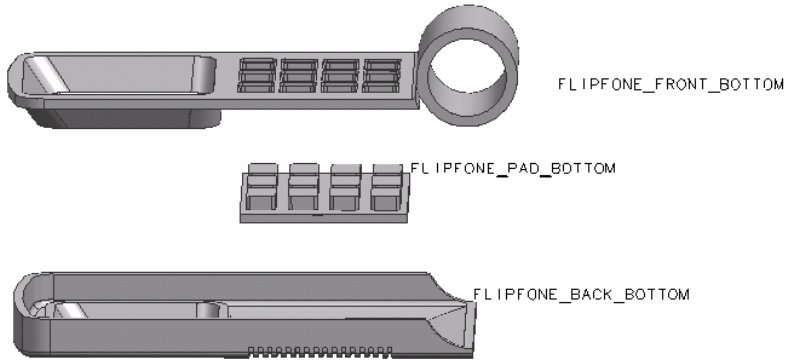


Рисунок 1.7 — Рознесений вид підборки нижньої кришки

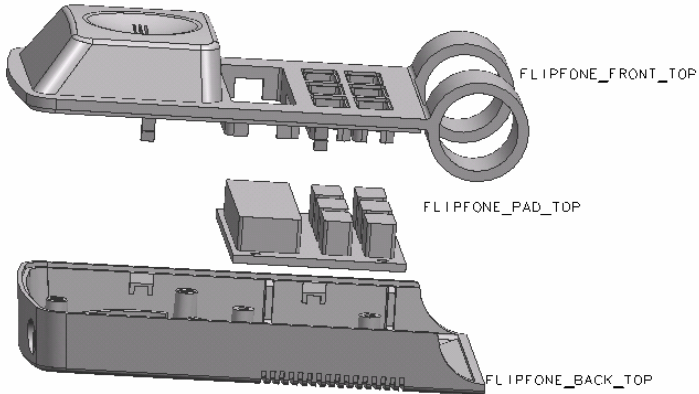


Рисунок 1.8 — Рознесений вид підборки верхньої кришки

2 Послідовність складання виробу зобразимо у вигляді функціональної IDEF0-моделі. IDEF0-діаграми створення зборки та підзборки нижньої кришки зображено на рис.1.9, рис.1.10.

3 Активізуйте систему NX. Відкрийте модуль *Сборки* .

4 Створимо новий файл flipphone_bottom_assm.prt для підзборки нижньої кришки

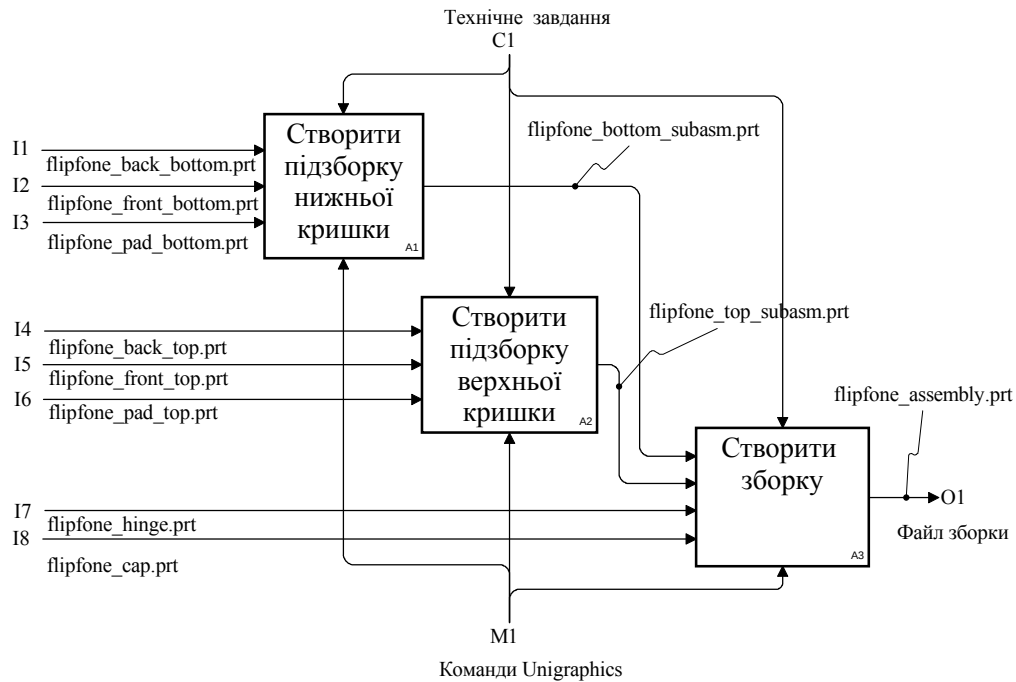


Рисунок 1.9 — IDEF0-діаграма створення моделі збірки

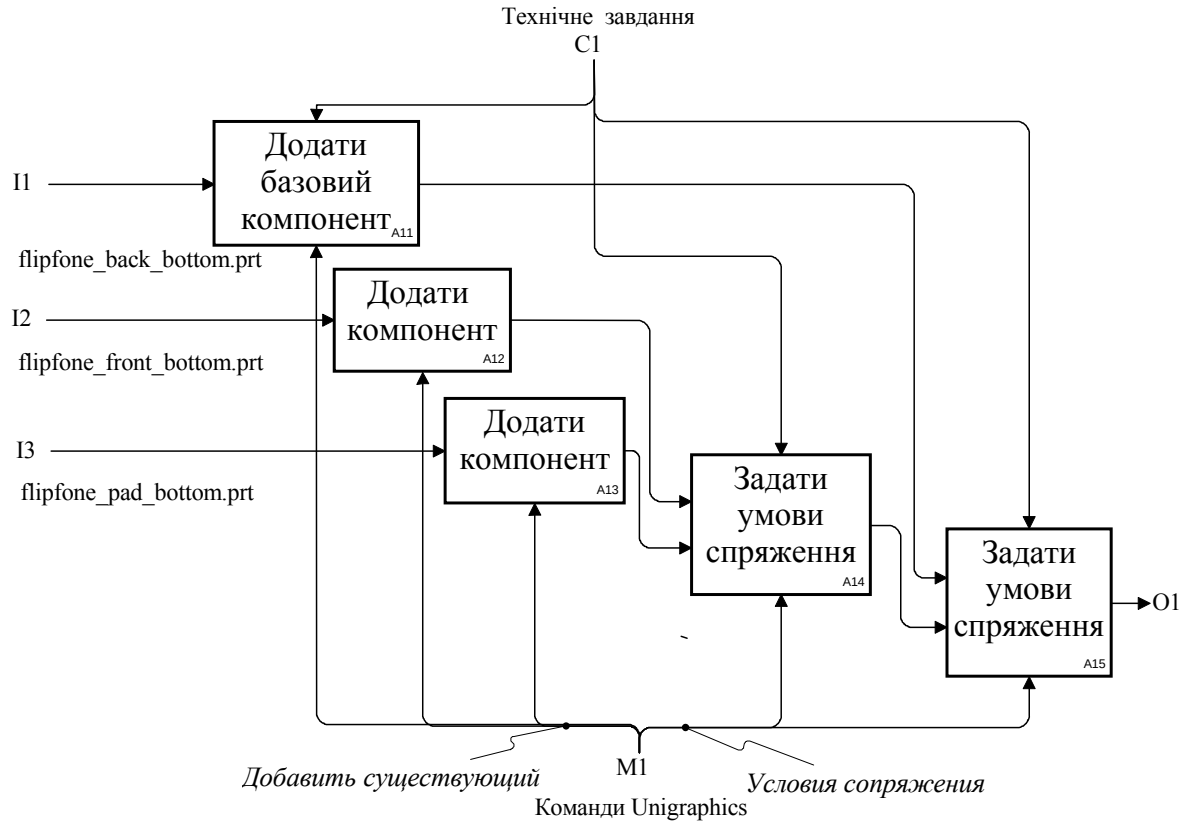


Рисунок 1.10 — IDEF0-діаграма створення моделі підборки нижньої кришки

5 Для побудови підборки добавимо вже спроектовані компоненти за допомогою піктограми  або з меню *Сборки*→*Компоненты*→*Добавить компонент*. Вибираємо вже існуючий компонент flipfone_back_bottom.prt. Далі задаємо розташування компонента в центрі осей координат (0,0,0). Базовий компонент розташовано у підборці. Меню вибору компонент залишилось відкритим.

Додайте до підборки компоненти flipfone_front_bottom.prt та flipfone_pad_bottom.prt. Для цього необхідно розташувати їх в довільних місцях екрану. шляхом введення координат позиції компонента в діалогове вікно *Конструктор точки* або натисканням кнопки миші в потрібному місці графічного вікна.

6 Задаються умови спряження компонентів підборки. Для цього використовується команда спряження компонентів.

На робочому вікні розташовані три деталі першої підборки: передня панель, гумова прокладка і задня кришка. На першому кроці необхідно гумову прокладку розмістити на передній панелі так, щоб кнопки співпали зі своїми місцями на передній кришці. Введемо позначення геометричних об'єктів цих компонентів, які будуть використовуватися для завдання обмежень спряження (рис.1.11). Послідовність завдання обмежень наведено на IDEF0-діаграмі (рис.1.12). Спочатку розташуємо внутрішні грані компонентів в одній площині. Для цього будемо застосовувати тип спряження – *Сопряжение*. Необхідно вибрати грань 2 на гумовій прокладці, далі грань 1 на передній панелі. Для попереднього перегляду результатів натисніть кнопку *Пред. просмотр*. Затвердження призначених обмежень відбувається натисканням кнопки *Применить*.

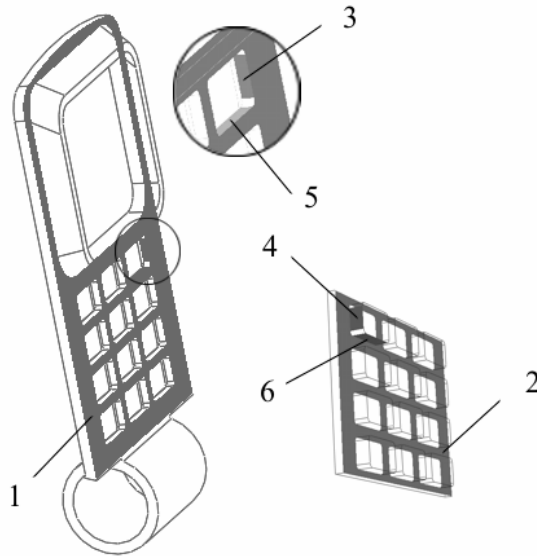


Рисунок 1.11 — Геометричні об'єкти для операції *Задати умови спряження*

Далі кнопки необхідно розташувати в центрі отворів. Для цього визначимо відстань між боковою гранню отвору та кнопки.

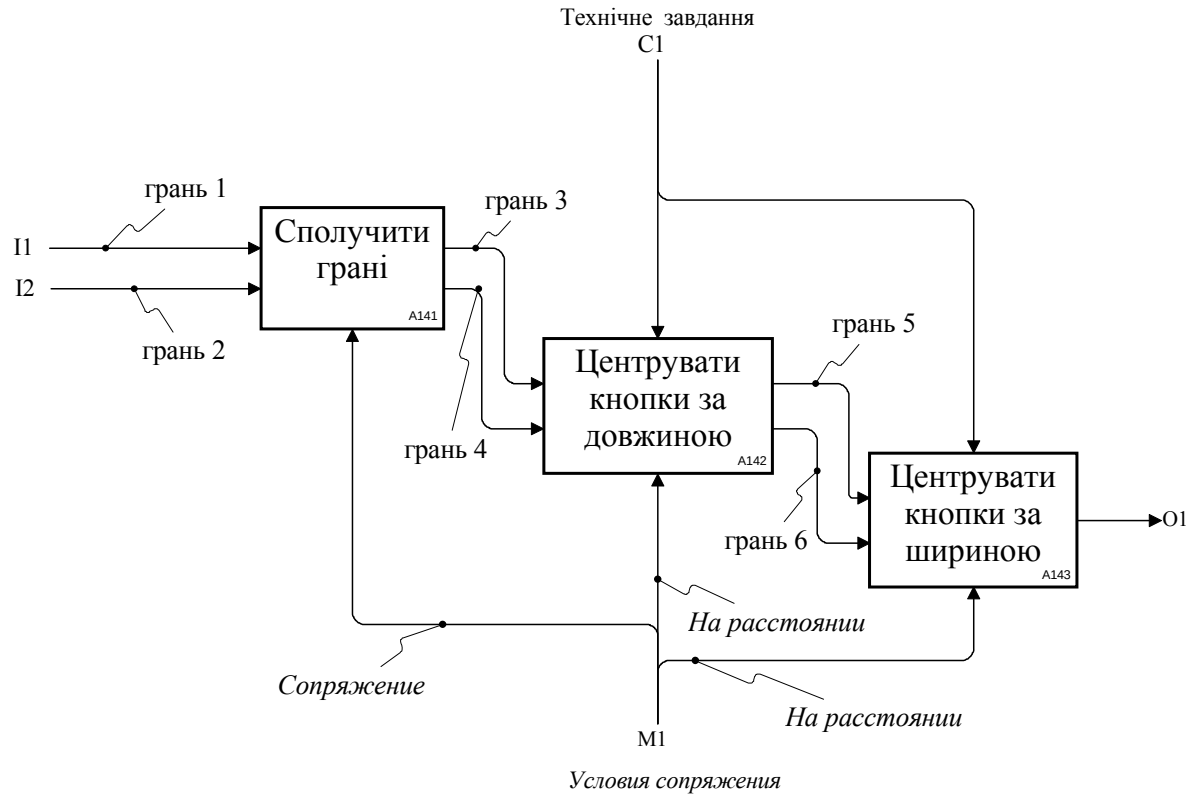


Рисунок 1.12 — IDEF0-діаграма спряження компонентів flipphone_front_bottom.prt і flipphone_pad_bottom.prt

Ця відстань дорівнює:

$$(\text{довжина отвору} - \text{довжина кнопки}) / 2. \quad (1.1)$$

Для вимірювання розмірів кнопок і отворів в головному меню вибираємо *Анализ*→*Расстояние*. В опціях аналізу обираємо фільтр грань, по черзі задаємо бокові грані кнопки та отримуємо довжину кнопки. Визначаємо довжину отвору. Проводимо розрахунки за формулою (1.1) і отримуємо відстань 0,250 мм. В діалоговому вікні *Условия сопряжения* задаємо тип обмеження *На расстоянии* та відстань (0,250 мм). Далі вибираємо грань 4 та грань 3. Обчислюємо ширину кнопок та отвору. Визначаємо відстань. Задаємо обмеження для граней 6 та 5.

Наступний крок — позицінуємо передню панель відносно базового елемента підборки задньої кришки. Спочатку також використовуємо тип спряження *Сопряжение* для співпадаючих граней, далі *Выравнивание* для бокових та верхніх граней передньої панелі та задньої кришки.

Ми отримали першу підборку. Збережіть результати.

7 Аналогічно виконаємо підборку верхньої кришки *flipfone_top_assm.prt*, яка буде містити у собі теж три компонента *flipfone_back_top.prt*, *flipfone_front_top.prt* і *flipfone_pad_top.prt*. Однак бокові поверхні передньої панелі та задньої кришки мають ухил. Тому для спряження бокових поверхонь цих об'єктів необхідно задати тип спряження *Выравнивание* і з допомогою фільтра вказати **тільки ребра** бокових граней.

8 Створимо новий файл для загальної зборки *flipfone_assm.prt*. Додавимо підборки нижньої та верхньої кришки *flipfone_bottom_assm.prt* та *flipfone_top_assm.prt*, а також моделі втулки *flipfone_hinge.prt* та гвинта *flipfone_cap.prt* (зверніть увагу, що в зборку входять 2 деталі *flipfone_cap.prt*). Дві частини телефону скріплюємо за допомогою втулки і двох гвинтів. При позицінуванні втулки використовуйте типи спряження: *Выравнивание* по вісям, *На расстоянии*.

1.4 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

- мету роботи;

- завдання на виконання роботи із зображенням виробу (на рисунку вказати назви файлів компонентів);
- структуру зборки із навігатора зборки;
- послідовність проведення зборки у вигляді IDEF0-діаграм створення зборок, підборок та завдання умов спряження;
- тривимірні моделі компонентів з позначенням геометричних об'єктів, які використовуються в спряженнях;
- висновки, які стосуються обґрунтування умов спряження між компонентами.

1.5 Контрольні запитання

При підготовці до захисту лабораторної роботи використовуйте контрольні запитання.

1 Як реалізується висхідний метод проектування зборок? В яких випадках він застосовується?

2 Що таке посилкові набори? Переваги їх застосування?

3 Наведіть методи роботи з великими зборками.

4 Поясніть поняття майстер-моделі. Які переваги його застосування в системі NX?

5 Скільки ступенів свободи мають компоненти зборки? Як їх скоротити?

6 Для розв'язання яких задач можна використовувати моделі зборок?

7 Які поля має навігатор зборки?

8 Які функції керування компонентами зборки можна використовувати в навігаторі зборки?

9 Які існують типи обмежень в NX?

10 Які опції має діалогове вікно *Добавить существующий*?

2 НИЗХІДНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗБОРОК

Мета роботи: ознайомитись з методикою низхідного проектування моделей зборок в NX8.5.

2.1 Теоретичні відомості

Низхідне проектування (проектування зверху-донизу) починається з розробки компоновки та структури виробу, а далі проектується його окремі деталі. Низхідне проектування використовується при проектуванні нових виробів, коли інформація про комплектуючі елементи має приблизний характер. Тому може бути прийнято технічне завдання на проектування елементів, яке не задовольняє технологічним, економічним та іншим обмеженням. Виникає необхідність повертатись до початкових етапів проектування та вносити зміни в модель. В цьому випадку для створення трьохвимірної моделі виробу важливо використовувати засоби, які дозволять не тільки установити зв'язки між окремими компонентами зборки, а й оцінити як введені зміни впливатимуть на окремі компоненти та усю модель виробу.

Для проектування методом зверху-донизу в системі NX використовується модуль *WAVE*. Проектування починається з створення файлу верхнього рівня зборки. На верхньому рівні задаються загальні параметри, габарити, компоновка, які далі асоціативно розповсюджуються в файли компонентів на нижніх рівнях зборки. В файлах верхніх рівнів зборки, як правило, визначаються такі об'єкти як координатні площини, ескізи, поверхні для обрізки (батьківська геометрія). Компоненти нижнього рівня містять зв'язки з батьківською геометрією.

Застосування модуля *WAVE* дозволяє:

- автоматизувати відновлення компонентів при зміні параметрів на верхньому рівні зборки. Зміни ключових параметрів поширюються вниз;
- керувати внесенням змін;
- організовувати паралельне проектування, оскільки дані концептуального дизайну виробу й детального пророблення його компонентів розміщені в різних файлах. Роботи з деталівки можна починати ще до завершення визначення обмежень у файлах верхнього рівня зборки.

2.2 Порядок виконання роботи

При виконанні лабораторної роботи дотримуйтесь рекомендованого порядку.

1 Виконайте приклад низхідного моделювання зборки, наведений у підрозділі 2.3. Результати моделювання покажіть викладачу.

2 Отримайте від викладача варіант завдання для моделювання виробу (табл.2.1) і ознайомтесь з графічним зображенням або фізичною моделлю корпусу заданого виробу.

Таблиця 2.1 — Варіанти завдання

Варіант	Назва виробу	Перелік компонентів конструкції для моделювання
1	Клавіатура	Верхня і нижня кришки, кнопки
2	Аудіо колонки	Передня і задня панелі, динамік, решітка
3	Калькулятор	Верхня і нижня кришки, кнопки, індикатор
4	MP3-плеєр	Корпус, лицева панель, кнопки
5	Системний блок	Каркас, лицева панель, бокові кожухи, кнопки
6	Електронний годинник	Верхня і нижня кришки, індикатор, кнопки
7	Модем	Корпус, лицева панель, світлодіодні індикатори
8	Пульт дистанційного керування	Верхня і нижня кришки, кнопки
9	Блок живлення	Корпус, плата, провід, вилка
10	Пейджер	Верхня і нижня кришки, кнопки
11	DVD-програвач	Корпус, лицева панель, кнопки
12	Радіоприймач	Корпус, лицева панель, перемикачі, антена
13	Накопичувач CD-ROM	Корпус, лицева панель, кнопки
14	Рація	Верхня і нижня кришки, індикатор, кнопки
15	Маніпулятор “мишь”	Корпус, кнопки, датчик переміщення миши

3 Виділіть підзборки та компоненти зборки. Розробіть структуру зборки. Проаналізуйте, які геометричні об'єкти необхідно розташувати на верхньому рівні зборки. Розробіть схему взаємозв'язків між компонентами, на якій вкажіть для яких геометричних об'єктів створюються асоціативні копії.

4 В новому файлі створіть базові геометричні об'єкти (ескізи, площини), які визначають форму, габарити виробу та розташування компонент. Цей файл відповідає верхньому рівню зборки.

5 В режимі *WAVE* (*Инструменты* → *Навигатор сборки* → *Режим WAVE: ON*) створіть нові рівні в файлі верхнього рівня зборки для кожного компонента та виконайте копіювання потрібних геометричних об'єктів на ці рівні. Для створення нового рівня в навігаторі зборки виконайте команду *WAVE* → *Создать новый уровень* (рис. 2.1). Команда *Создать новый уровень* створює новий компонент, який включається до обраного вузла зборки, та одночасно створює в новому компоненті асоціативні копії геометричних об'єктів. Основні елементи діалогового вікна *Создать новый уровень* наведено в табл. 2.2.

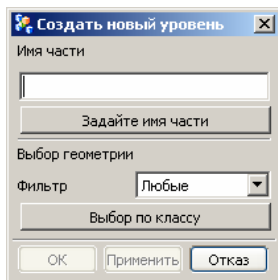


Рисунок 2.1 — Діалогове вікно команди *Создать новый уровень*

6 Створіть тривимірні моделі окремих компонентів зборки використовуючи базову геометрію. Для внесення змін в геометрію компонента необхідно зробити його **робочою** або **відображеною частиною**. Ці команди вибираються з меню, яке активізується натисненням правою кнопкою миші на заданому компоненті в навігаторі зборки. Якщо компонент заявлено робочою частиною, то він відображається в контексті зборки, однак геометрія інших компонентів зборки стає неактивною та відображається сірим кольором. Геометрія відображеної частини з'являється в окремому графічному вікні.

7 Перейдіть на верхній рівень зборки. Створіть рознесений вид

зборки, використовуючи команди *Сборки->Разнесенный вид*.

Таблиця 2.2 — Опис функціональності елементів діалогового вікна *Создать новый уровень*

Елементи діалогового вікна	Опис функціональності
<i>Имя части</i>	Текстове поле для вводу імені частини нового компонента (в поточної директорії).
<i>Задайте имя части</i>	Відкриває діалогове вікно <i>Имя части</i> , що дозволяє вказати директорію, в якій буде створено новий файл частини.
<i>Выбор геометрии</i>	Секція дозволяє задати геометричні об'єкти, які будуть копіюватись в нову частину.
<i>Фильтр</i>	Опція встановлює тип геометричних об'єктів, які будуть використовуватись для створення асоціативних копій (тип за замовченням - <i>Любые</i>).
<i>Выбор по классу</i>	Використовується для встановлення більш складного фільтра вибору об'єктів

2.3 Приклад низхідного моделювання зборки

Завдання. Створити модель нижньої кришки мобільного телефону, яка повинна бути асоціативно пов'язана з визначеними на попередніх етапах проектування трьохвимірною моделлю корпусу телефону, монтажними отворами на верхній кришці та профілем, який задає розміри акумулятора (рис.2.2).

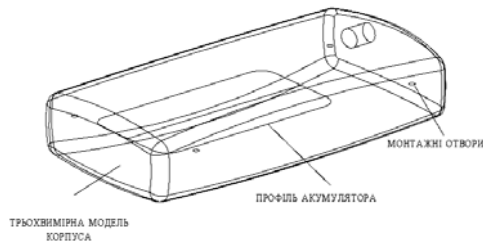


Рисунок 2.2 — Батьківська геометрія для нижньої кришки

1 Схема зв'язків між компонентами моделі телефону наведено на рис.2.3. Всі обмеження моделі та основні параметри розташування компонентів задано в файлі верхнього рівня зборки `phone_assm`. З допомогою модуля WAVE було створено асоціативну копію цих параметрів та обмежень на більш низькі рівні підборок та компонентів в процесі їх створення. Модель зборки складається з двох підборок: `phone_electronic_asm` та `phone_plastic_asm`, які містять у собі електронні компоненти та корпусні пластмасові деталі відповідно.

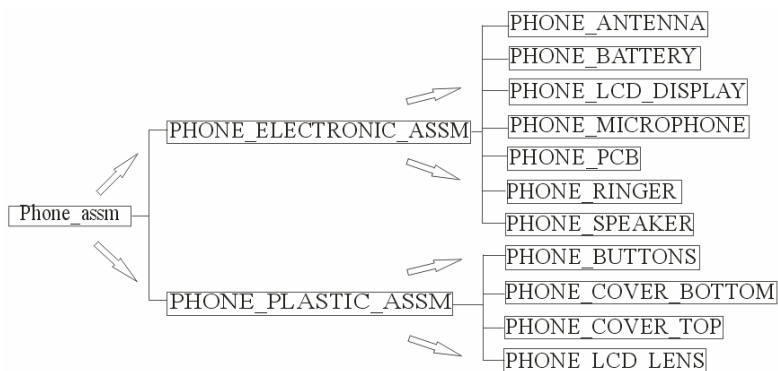
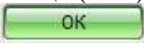


Рисунок 2.3 — Схема зв'язків між компонентами зборки

2 Створіть клон існуючої зборки телефону:

- виберіть *Сборки* → *Клонирование* → *Создание клона сборок*;
- виберіть *Добавить сборку*;
- виберіть частину **wav_phone_assm** в папці **phone**;
- виберіть закладку *Именование*, потім виберіть *Задайте правило именованя*;
- виберіть *Заменить*;
- в полі *Исходная строка* наберіть *wav*;
- в полі *Добавить/Заменить/Переименовать* наберіть перші три літери вашого прізвища (лат.);
- натисніть  в діалоговому вікні *Правило именованя*.
- в полі *Выходной каталог по умолчанию* задайте повний путь до своєї робочої папки (можна використовувати кнопку *Поиск...*);

– виберіть закладку *Главный* та натисніть *Установки по умолчанию*;

– натисніть *Выполнить*, перевірте правильність імен частин;

– якщо в інформаційному вікні не з'явилося повідомлень про помилки, закрийте його та діалогове вікно *Клонировать сборку*.

3 Виконайте попереднє настроювання системи. (Установіть опції завантаження геометрії усіх компонентів зборки та включіть модуль WAVE).

Установіть наступні опції завантаження (*Файл* → *Опции* → *Опции загрузки*):

– метод завантаження: *Из каталога*;

– завантажити компоненти: *Все компоненты*;

– використовуйте часткове завантаження: *OFF*.

Відкрийте *****_phone_assm** (рис.2.4), включіть додаток *Моделирование* та *Сборки*.

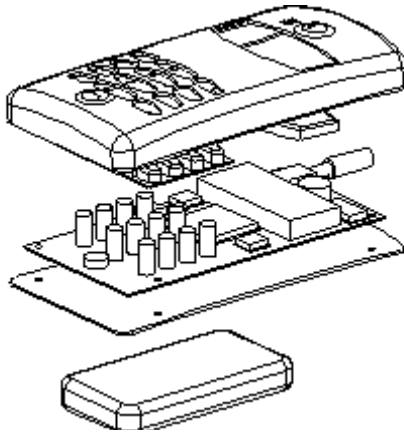


Рисунок 2.4 — Твердотільна модель телефону

Активізуйте *Навигатор сборки* та переконайтесь, що режим *WAVE* включено. (*Инструменты* → *Навигатор сборки* → *Режим WAVE: ON*)

4 Ознайомтесь з батьківською геометрією верхнього рівня зборки та підзборки *****_plastic_assm**.

Загасить всю геометрию, яка належить компонентам, і зробити видимою тільки геометрію, яка належить верхньому рівню зборки:

- зробити поточним робочим видом *Трехмерный* (Натисніть праву кнопку миші в графічному вікні. На екрані з'явиться спливаюче меню. Виберіть опцію *Заменить вид → Трехмерный*);

- виберіть *****_phone_asm** в навігаторі зборки та активізуйте спливаюче меню правою кнопкою миші; виконайте команду *Показать и скрыть > Показать только* в (рис.2.5);

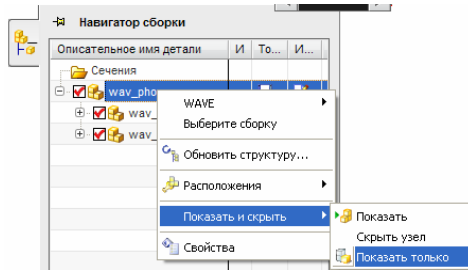


Рисунок 2.5 — Спливаюче меню

- зробити всі шари *Выбираемыми*, для цього треба виконати послідовність команд *Формат > Настройки слоя* (рис.2.6).

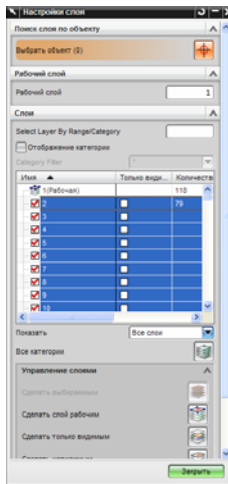


Рисунок 6.6 – Спливаюче меню *Настройки слоя*.

Тепер вся геометрія компонентів згашена. Видимою залишилась тільки геометрія, яка належить верхньому рівню зборки. Це ескізи, фіксовані координатні площини, координатні площини, які визначають габарити телефону, а також координатні площини, які визначають положення антени і друкованої плати (рис.2.7).

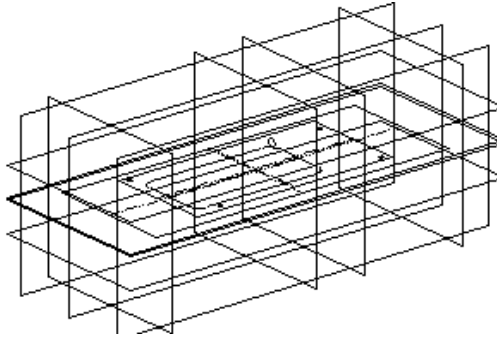


Рисунок 2.7 — Видима геометрія верхнього рівня

Зауваження: Для відображення імен, які надані координатним площинам, виберіть *Настройки* → *Визуализация* → *Имя/Границы* і установіть в розділі *Изображение имени объекта* параметр *Рабочий вид*.

Зробіть відображеною геометрію, яка розташована в підзборці

*****_plastic_assm:**

- зробіть *****_plastic_assm** відображеною частиною;
- виберіть вузол *****_plastic_assm** в навігаторі зборки і виконайте команду *Погашение* → *Изолировать* в спливаючому меню;
- установіть статус усіх шарів *Выбираемый*.

В цій підзборці (рис.2.8) значно більше об'єктів, ніж в зборці верхнього рівня. Деякі з об'єктів пов'язані з геометрією зборки верхнього рівня. Інші були побудовані на рівні цієї підзборки, включаючи ескізи, поверхні для обрізки, а також тверде тіло, яке визначає зовнішню форму телефону.

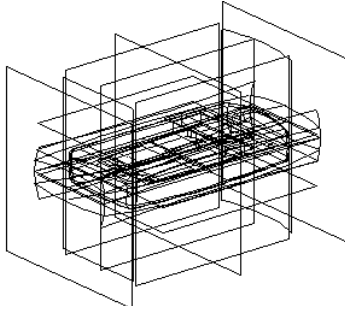


Рисунок 2.8 — Підзборка ***_plastic_assm

5 Створіть новий компонент – нижню кришку (bottom cover).

– Перевірте, щоб режим *Сборки* → *Отложить обновления между частями* було вимкнено. (Це забезпечить автоматичне оновлення компонентів в сеансі роботи.)

– Змініть установки шарів. Задайте статус *Рабочий* для шару 1, для шарів 10, 23, 24 та 61 — *Выбираемый*, для всіх інших — *Невидимый*.

– Виберіть *****_plastic_assm** в навігаторі зборки і виконайте команду *WAVE* → *Создать новый уровень* в спливаючому меню.

– В полі *Имя части* введіть *****_cover_bottom**, де ******* означає перші три літери вашого прізвища, натисніть *Enter*.

Зуваження: Якщо ім'я частини вводиться в полі *Имя части*, то файл частини буде створений в вашій робочій директорії. Кнопка *Задайте имя части* дозволить вам задати повний путь файла частини.

– Не виходячи з діалогу *Создать новый уровень*, виберіть геометрію для асоціативного копіювання на новий рівень (рис.2.9):

тверде тіло – шар 10,

ескіз акумулятора – шар 23,

ескіз монтажних отворів – шар 24,

координатна площина ZERO_Z – шар 61.

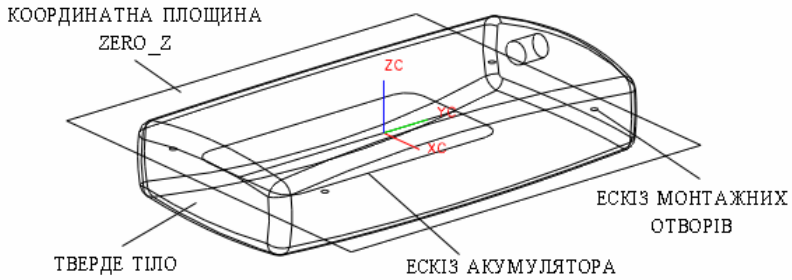


Рисунок 2.9 — Новий компонент – нижня кришка (bottom cover)

- Натисніть  для створення нового компонента (рис.2.10).



Рисунок 2.10 — Новий компонент в навігаторі збірки

- Збережіть збірку.
- 6 Створіть модель нижньої кришки телефону (рис. 2.11), використав зв'язану геометрію.

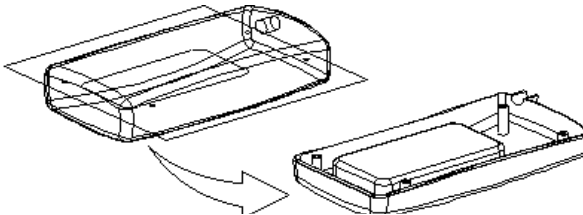


Рисунок 2.11 — Модель нижньої кришки телефону

Створіть криві, які визначають зовнішній контур акумуляторного відсіку нижньої кришки:

- зробіть *****_cover_bottom** *отображаемой частью*;

- зробіть поточним робочий вид *Трехмерный*;
- задайте робочий шар 41, для усіх інших шарів вкажіть статус *Выбираемый*;
- виберіть *Вставить* → *Операции с кривыми* → *Эквидистанта*;
- створіть еквідистантну криву (рис.2.12), зовнішню по відношенню до ескізу, на відстані 1.5 мм, впевнившись, що режим *Ассоциативный результат* включено.



Рисунок 2.12 — Створена еквідистанта

- змініть робочий шар на 1, зберігаючи всі інші шари видимими.
- Створіть акумуляторний відсік (рис. 2.13):
- виберіть *Вставить* → *Элементы построения* → *Тело вытягивания*;
 - виберіть побудовані на попередньому кроці криві;
 - задайте метод витягування *Обрезать по грани/Плоскости*;
 - задайте напрямок витягування – *ZC*;
 - виберіть нижню грань твердого тіла;
 - переконайтеся, що значення зсувів і кута нахилу дорівнюють нулю;
 - виберіть булевську операцію *Вычитание*.

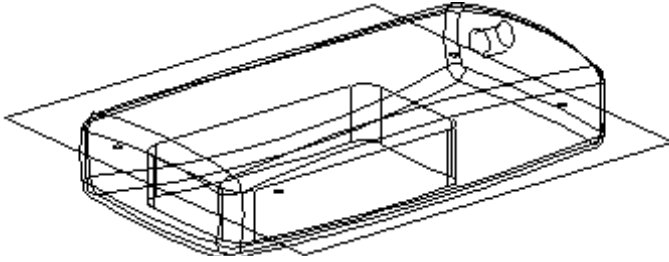


Рисунок 2.13 — Створений акумуляторний відсік

Скругліть внутрішні ребра (рис.2.14) твердого тіла, що збігаються з еквідистантними кривими, радіусом 2.0 мм.

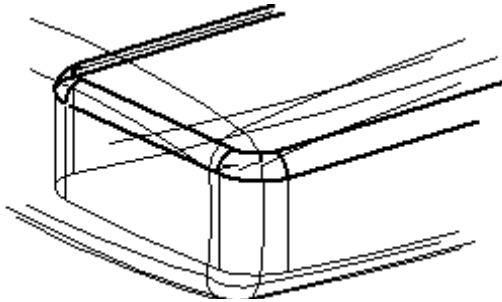


Рисунок 2.14 — Скруглення внутрішніх ребер

Створіть тонкостінне тверде тіло нижньої кришки:

- виберіть *Вставить* → *Операции с элементами* → *Тонкостенное тело*;
- задайте значення параметра *Толщина по умолчанию* рівним – 1.0
- виберіть верхню плоску грань бобишки як виключаєму грань (рис. 2.15).

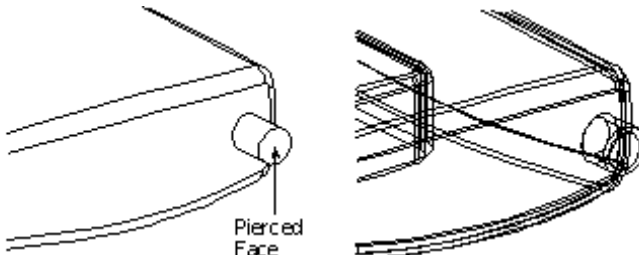


Рисунок 2.15 — Тонкостінне тверде тіло нижньої кришки і верхня плоска грань бобишки

Пов'язане тверде тіло являє собою внутрішній об'єм телефону, тому з допомогою команди *Тонкостенное тело* було створено оболонку довкола нього. Грань, що виключається, формує отвір під антену.

Створіть монтажні бобишки (рис. 2.16) для нижньої кришки:

- виберіть *Вставить* → *Элементы построения* → *Тело вытягивания*;
- виберіть пов'язаний ескіз монтажних отворів;
- задайте метод витягування *Обрезать по грани/Плоскости*;
- задайте напрямок витягування *-ZC*;
- виберіть нижню внутрішню грань твердого тіла;
- якщо вектор зсуву спрямований від центра отвору, задайте значення *Первого смещения* рівним 1 (якщо ж вектор зсуву спрямований до центра отвору, використайте величину зсуву -1); значення *Второго смещения* і *Угол наклона* повинні бути рівними 0;
- виберіть булевську операцію *Объединение*.

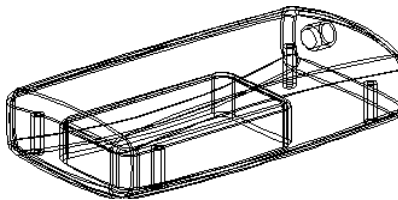


Рисунок 2.16 — Монтажні бобишки нижньої кришки

Для створення нижньої кришки (рис.2.17) обріжте верхню частину тіла, використовуючи координатну площину.

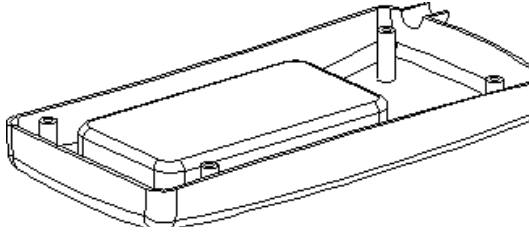


Рисунок 2.17 — Нижня кришка

Створіть вибірку уздовж верхньої грані кришки:

- виберіть *Вставить* → *Элементы построения* → *Тело вытягивания*;
- виберіть зовнішні ребра верхньої грані твердого тіла, крім ребер бобишки під антену (рис. 2.18);
- виберіть метод витягування *Направление и расстояние*;
- задайте напрямок витягування *-ZC*;
- введіть значення параметра *Конечное расстояние* рівним 1.0;
- якщо вектор зсуву спрямований до центра деталі, задайте величину *Первого смещения* рівну 0.5 (якщо ж вектор зсуву спрямований від центра деталі, використайте величину зсуву -0.5);
- виберіть булевську операцію *Вычитание*.

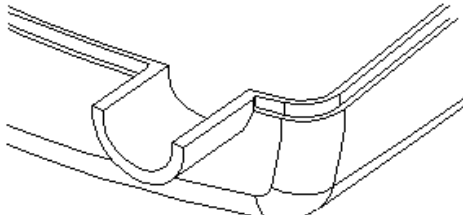


Рисунок 2.18 — Вибірка уздовж верхньої грані кришки

Створіть посилальний набір, що містить тверде тіло:

- виберіть *Формат* → *Ссылочные наборы*;
- виберіть іконку *Создать*;
- введіть ім'я посилального набору – *BODY*;
- виберіть тверде тіло й натисніть ;
- збережіть файл.

7 Додайте зображення нижньої кришки до файла верхнього рівня.

Відновіть всі компоненти підборки й змініть посилальний набір у підборці:

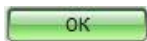
- зробіть *****_plastic_assm** відображеною і робочою частиною;
- задайте робочий шар 1, а інші шари невидимі;
- в *Навігаторе зборки* виберіть *****_plastic_assm** і виконайте команду *Погашение* → *Восстановить* в спливаючому меню;
- замініть посилальний набір компонента *****_cover_bottom** на *BODY*. (Виконайте команду *Заменить ссылочный набор* → *BODY* у спливаючому меню навігатора зборки);

Додайте нові компоненти в посилальний набір, визначений в підборці:

- виберіть пункт меню *Формат* → *Ссылочные наборы...*
- виберіть *BODY* зі списку посилальних наборів;

- виберіть іконку *Добавить* ;

- виберіть новий компонент *****_bottom_cover** і натисніть



Відновіть компоненти в збірці верхнього рівня:

- зробіть *****_phone_assm** відображеною і робочою частиною;
- в *Навігаторе зборки* виберіть *****_plastic_assm** і виконайте команду *Погашение* → *Восстановить* в спливаючому меню
- всі шари, крім 1 і 2, зробіть невидимими;
- зробіть поточним робочим видом *Трехмерный* і пообертайте вид для перевірки розміщення нового компонента (рис. 2.19);
- збережіть всі частини.

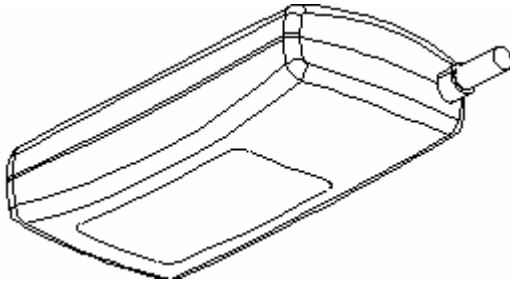


Рисунок 2.19 — Компоненти в зборці верхнього рівня

8 Зробіть поточним робочим видом *Разнесенный* (рис. 2.20).

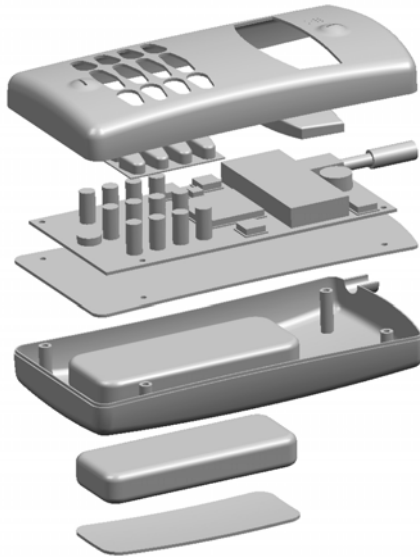


Рисунок 2.20 — Рознесений вид моделі зборки мобільного телефону

2.4 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

- мету роботи;
- завдання на виконання роботи;
- перелік геометричних об'єктів верхнього рівня (для ескізів привести рисунок);
- схема зв'язків між компонентами зборки;
- рознесений вид зборки;
- висновки, які стосуються обґрунтування вибору базових геометричних об'єктів верхнього рівня та аналізу зв'язків між компонентами зборки.

2.5 Контрольні запитання

При підготовці до захисту лабораторної роботи використовуйте контрольні запитання.

1 Які переваги використання низхідного методу моделювання зборок для проектування нових складних виробів?

2 Для чого створюються асоціативні копії геометричних об'єктів?

3 Сформулюйте основні переваги WAVE технології.

4 Як включити в NX функції модуля WAVE?

5 Яка геометрія розташовуються на верхньому рівні зборки? Наведіть приклади.

6 Назвіть посилкові набори, які створюються системою автоматично.

7 Створіть новий посилковий набір, який містить у собі твердотільну модель деталі та базові системи координат.

8 Змініть посилкові набори у всіх компонентах зборки на автоматичні: *Вся частина*.

9 Створіть новий рівень у зборці та додайте до цього рівня асоціативні копії геометричних об'єктів.

10 Поясніть розбіжності в значеннях термінів робоча та відображена частина.

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). — СПб.: Питер, 2004. — 560с.
- 2 Краснов М., Чигишев Ю. NX для профессионалов. — М.: «ЛЮРИ», 2004. — 320с.
- 3 Справочник по моделированию. — © 2003 by NX Solutions, Inc.
- 4 NX WAVE. Student Guide. MT15120 – NX. — © 2003 by NX Solutions, Inc.
- 5 Design Applications Using NX. Student Guide. MT10055 – NX. — © 2003 by NX Solutions, Inc.
- 6 Practical Applications of NX. Student Guide. MT10050 – NX. — © 2003 by NX Solutions, Inc.