

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

**ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ТЕХНІЧНИХ
ДЕТАЛЕЙ В SOLIDWORKS
(практичне використання)**



Житомир
2021 р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від «__» _____
20__р. № __

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для проведення лабораторних робіт
з навчальної дисципліни

«ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»

для студентів освітнього ступеня «БАКАЛАВР»
денної та заочної форми навчання
спеціальностей: 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве
машинобудування», 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні
технології (за видами)»
освітньо-професійна програма «Автомобільний транспорт»,
«Транспортні технології (за видами)», «Прикладна механіка», «Галузеве
машинобудування»
факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки та робототехніки

кафедра механічної інженерії

Розглянуто і рекомендовано
на засіданні кафедри
механічної інженерії
протокол від «08» лютого 2021 р.
№ 2

Розробник:

д.пед.н., проф., професор каф. механічної інженерії
РАЙКОВСЬКА Галина

Житомир
2021 рік

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРЬСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

Райковська Г.О., Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для студентів освітнього ступеня «бакалавр». – Житомир : ДУ «Житомирська політехніка», 2021. – 46 с.

Методичні рекомендації розроблено у відповідності до робочої навчальної програми дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для студентів спеціальностей: 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології (за видами)» денної та заочної форми навчання. Призначені для освоєння теоретичного матеріалу; набуття практичних умінь і навичок, що передбачає послідовне виконання лабораторних робіт в SolidWorks.

Методичні рекомендації можуть бути використані студентами при курсовому та дипломному проектуванні.

Розробник:

Райковська Галина Олексіївна

Рецензенти:

к.т.н., доц, декан факультету

КІТМР

к.т.н., доц. зав. кафедри

«Механічна інженерія»

ГРОМОВИЙ Олексій

МЕЛЬНИК Олександр

Розглянуто і рекомендовано на засіданні кафедри «Механічна інженерія»
Протокол від «08» лютого 2021 р. № 2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

ЗМІСТ

	Вступ	5
1	SolidWorks і ЄСКД	7
2	Оформлення креслеників у SolidWork	13
	2.1. Креслярські види	13
3	Відображення властивостей 3D моделі на кресленіку	16
	3.1. Розміри	17
	3.2. Примітки	23
	3.3. Створення нарізі на креслениках деталей	26
4	Особливості виконання технічних деталей з конструктивними елементами в SolidWorks	31
	4.1. Побудова моделі з ребрами жорсткості	31
	4.2. Побудова симетричної деталі в SolidWorks	36
	4.3. Побудова моделі пружини стискання	42
	Рекомендована література	45

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

ВСТУП

Сучасні потреби стійкого збалансованого і соціально-орієнтованого розвитку вищої технічної освіти ставлять перед педагогічною наукою завдання визначити джерела цього розвитку: рушійні сили і механізми. Гостроту даної потреби надають процеси інформатизації і інтеграції практично усіх сфер діяльності, що розвиваються, обумовлюючи нові вимоги до професійної підготовки майбутнього фахівця (бакалавра, магістра). Суспільству потрібні висококваліфіковані, компетентні, творчо мислячі фахівці, здатні гнучко перебудовувати напрям і зміст своєї діяльності відповідно до вимог ринку, що змінюються. А формування сучасної професійної компетентності стає однією з основних функцій усього процесу підготовки майбутніх технічних фахівців.

Отже, вища технічна освіта повинна відповідати сучасному рівню розвитку науки, техніки, технології, культури, тенденціям посилення взаємозв'язку наук, їх інтеграції з виробничими процесами, відповідати новим соціальним вимогам, що пред'являються до підготовки фахівців вищої ланки. В свою чергу, це вимагає подальшого вдосконалення традиційної структури і змісту освіти і підвищення якості освітнього процесу у вищій професійній школі. Тут особливу важливість набуває модернізація системи вищої професійної технічної освіти, яка вимагає пошуку нових організаційних, методологічних і методичних засобів організації навчального процесу і розробки нових підходів до організації навчально-пізнавальної діяльності здобувачів вищої технічної освіти.

У сучасних умовах значущість графічної підготовки істотно збільшується. Оволодіння методами геометричного моделювання явищ, об'єктів і процесів сприяє розвитку образного і раціонального мислення.

Необхідно також відмітити скорочення об'єму аудиторного часу, що відводиться на вивчення курсу інженерної графіки, і збільшення питомої ваги самостійної роботи студентів ЗВО. Існують як об'єктивні, так і суб'єктивні причини:

- думка про інженерну графіку як про дисципліну, що забезпечує лише курс креслення нерідко дає основу вважати таким, що поступово знижується її значення в області інженерно-технічної підготовки, у зв'язку з широким застосуванням комп'ютерної графіки в навчальному процесі та інженерній практиці;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

– нарисна геометрія мала б стати дисципліною, що забезпечує, при вивченні розділів по математичному моделюванню об'єктів, процесів і явищ або ряду спецкурсів, але штучний відрив від суміжних математичних дисциплін позбавляє її цієї можливості;

– представлення, що графічні методи рішення завдань, що вивчаються в традиційному курсі нарисної геометрії, втратили своє прикладне значення і у кращому разі служать лише для розвитку просторового мислення студентів;

– технічна заміна креслярських інструментів (надмірне захоплення технологічно інформаційної складової інженерної графіки – комп'ютерною графікою) не сприяє формуванню геометрографічної культури і творчої думки сучасного фахівця, що негативно впливає і на здобувачів вищої технічної освіти, у яких пропадає інтерес до предмета, що вивчається, породжує невміння пояснити свої дії.

Система викладання геометрографічних дисциплін, що традиційно склалася, не враховує особливостей сучасного етапу розвитку суспільства, яка характеризується інтенсивною розробкою нових ідей, напрямів, підходів в усіх сферах людської діяльності і не переходить в повноцінне геометричне моделювання. Тим самим пояснюється наполеглива необхідність в розробці сучасного підходу до навчання графічних дисциплін.

Геометричне моделювання є невід'ємною частиною вищої технічної освіти. У технічному ЗВО входить в професійний цикл, його базу (загально професійну) частину.

Ці методичні рекомендації призначені для вивчення питань, пов'язаних з оформленням конструкторської документації в САПР SolidWorks відповідно до державних стандартів – ДСТУ.

В методичних рекомендаціях розглядаються основні принципи створення креслеників, даються рекомендації по налаштуванню креслярського редактора і призначеного для користувача інтерфейсу SolidWorks для забезпечення максимальної зручності використання і відповідності креслярським стандартам. Методичні рекомендації містять приклади і ілюстрації, що полегшують сприйняття матеріалу. У тексті приведена безліч прикладів і корисних порад по оформленню креслеників SolidWorks відповідно до ЄСКД.

Посібник призначений як для інженерів, що мають навички роботи в SolidWorks, так і для починаючих користувачів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46



1. SolidWorks і ЄСКД

Сьогодні для більшості підприємств питання про оформлення конструкторської документації відповідно до вимог ЄСКД залишається відкритим. Незважаючи на вічне прагнення до «без креслярських» технологій проектування, ідеал віддаляється все далі подібно до примарної фата-моргани.

Існує множина САПР, які дозволяють оформляти кресленики по ЄСКД, причому роблять це блискуче. Але існує неузгодженість креслеників із кресленням, з усіма властивими двомірному проектуванню недоліками, які не властиві системам твердотілого моделювання, без наявності яких зараз неможливо представити жодне серйозне підприємство. При двомірному проектуванні неможливо працювати з об'ємними моделями (і відповідно, отримувати масово-інерційні характеристики виробу), неможна проектувати виріб у контексті складання що забезпечує його збірку і, крім того, існує велика вірогідність неузгодженості окремих вузлів, деталей.

Зарубіжні системи твердотілого геометричного моделювання дозволяють конструктору створювати геометричні моделі практично будь-якої міри складності, проте мають обмежені можливості по оформленню конструкторської документації відповідно до державних стандартів СКД. Це пояснюється досить просто: зарубіжні розробники програмного забезпечення не можуть або не хочуть перебудовувати свої формати оформлення електронних креслень під інші вимоги. Дійсно, дивно розраховувати на підтримку норм ЄСКД системою з англomовним інтерфейсом. У зв'язку з цим позиція розробників SolidWorks здається фантастичною – вони зробили SolidWorks не лише повністю русифікованою системою, яка повністю відповідає ЄСКД.

Можливості SolidWorks як системи 3d-моделювання вже ні у кого не викликають сумнівів, але дуже часто доводиться чути думку, що при оформленні креслеників краще, простіше і ефективніше використати, наприклад, AutoCAD. Висловлювалися також сумніви в підтримці ЄСКД засобами SolidWorks. Оформлення креслеників у SolidWorks не лише дозволяє реалізувати ідею про двонаправлену асоціативність між креслеником, що параметризується, і моделлю (не вихолощуючи її суті, як

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

у випадку з AutoCAD або КОМПАС), але і надає прекрасний інструментарій для отримання креслеників по ЄСКД з автоматичним створенням конструкторської специфікації.

Система SolidWorks використовує загальноприйняті поняття креслярського аркушу, виду, місцевого виду і так далі. Тому для оформлення кресленика передусім необхідно вказати формат аркуша або формат основного напису, що відповідає тому або іншому формату аркуша. Незважаючи на те, що у базове постачання SolidWorks входять шаблони основного напису, відповідні ЄСКД, користувач може сам настроїти будь-який шаблон основного напису, що відповідає різним форматам і типам основного напису (перший, другий аркуш і так далі). Зверніть увагу, що налаштування шаблону робиться стандартними засобами SolidWorks (рис. 1).

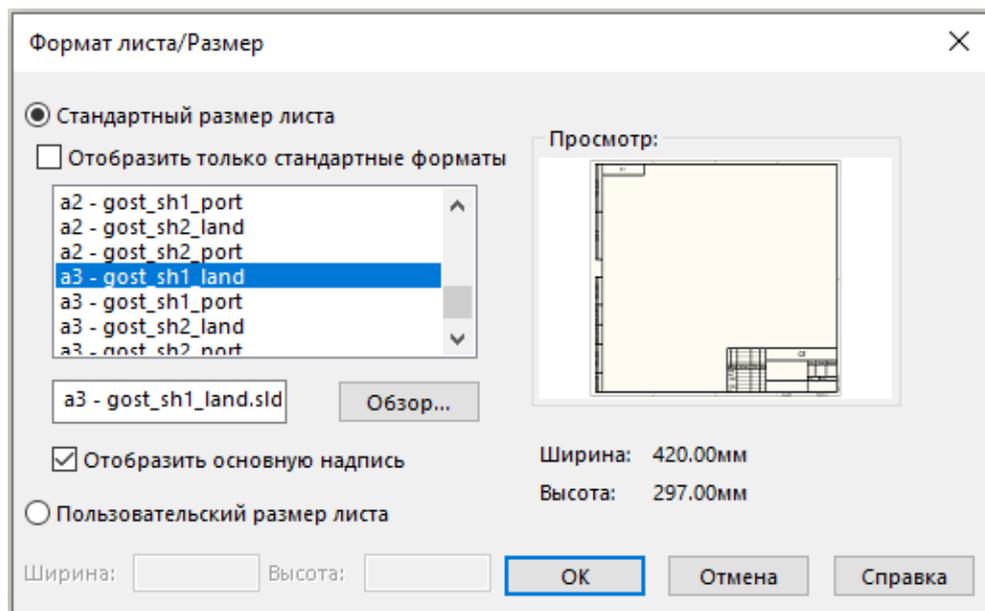


Рис. 1. Вибір основних параметрів аркуша в SolidWorks

При необхідності створення кресленика, що містить три види по ДСТУ ГОСТ 2.305-82, користувачеві досить перетягнути (технологія drag - and - drop працює і тут) ім'я деталі або складання на полі кресленика з вікна SolidWorks або Провідника Microsoft Windows. Причому неважливо, звідки береться ім'я деталі або складання – з окремого вікна або з дерева складання. Таким чином, для створення кресленика не обов'язково явно викликати той або інший компонент, що дозволяє скоротити час роботи і

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

звільняє від необхідності завантажувати пам'ять комп'ютера «зайвою» інформацією. При генерації трьох проекційних видів, відповідно до вибраного формату основного напису, буде автоматично підібраний масштаб. Існуючі види можна копіювати і переміщати не лише між листами, що знаходяться в одному файлі, але і поміщати їх на будь-який лист в іншому файлі кресленника SolidWorks. Асоціативний зв'язок між видами і моделлю, по якій вони були створені, природно зберігається (рис. 2).

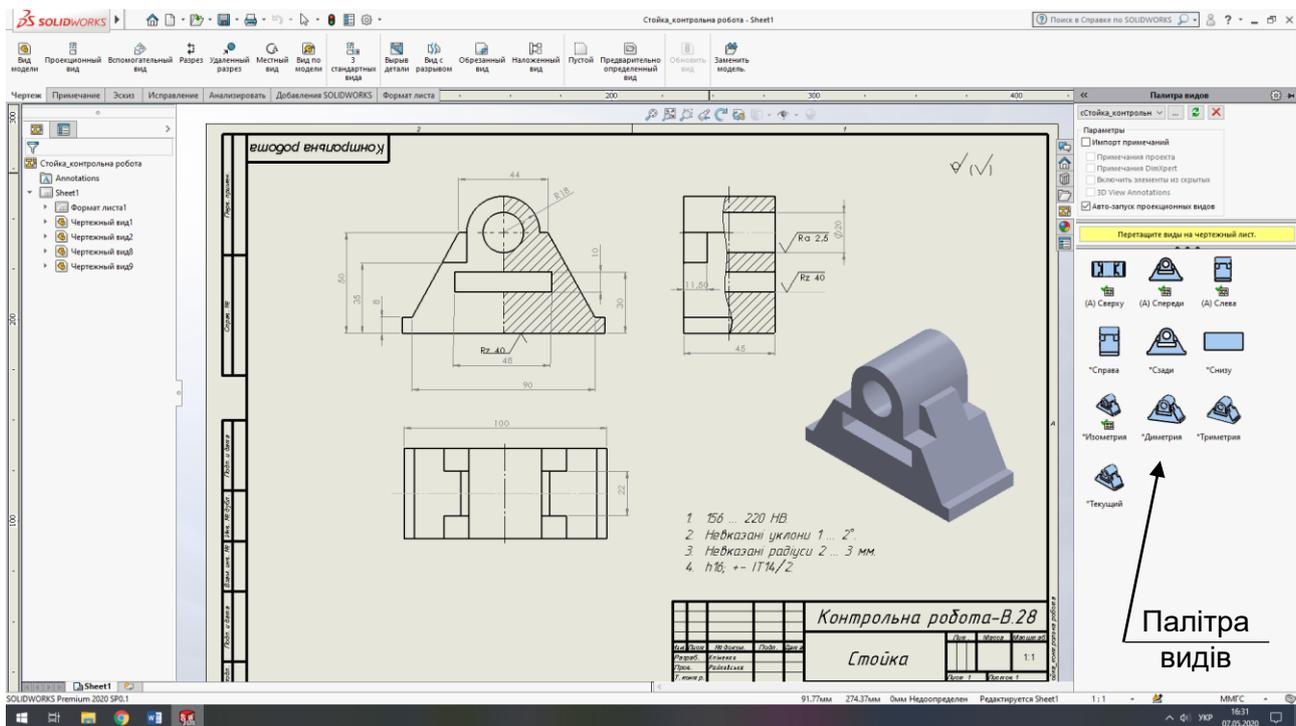


Рис. 2. Побудова видів деталі за допомогою «палітри видів»

При необхідності створення розтинів, перерізів і тому подібне SolidWorks надає повний набір інструментальних засобів (рис. 3). Не зупиняючись на технології їх створення, розглянемо лише функціональні можливості, які надає для цього SolidWorks.

Конструктор в SolidWorks може створювати наступні зображення (відповідно до ДСТУ ГОСТ 2.305-82):

- проекційні види;
- види «по стрілці»;
- розтини, у тому числі місцеві;
- східчасті розтини;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

- перерізи;
- виносні елементи;
- прямокутні і косокутні проекції.

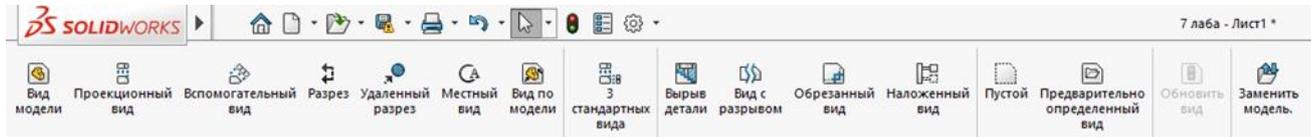


Рис. 3. Набір інструментальних засобів

Оскільки ДСТУ ГОСТ 2.305-82 передбачає перелік деталей, які показують нерозітнутими (болти, гвинти і так далі), SolidWorks дозволяє виключити вибрані елементи з розтину (рис. 4).

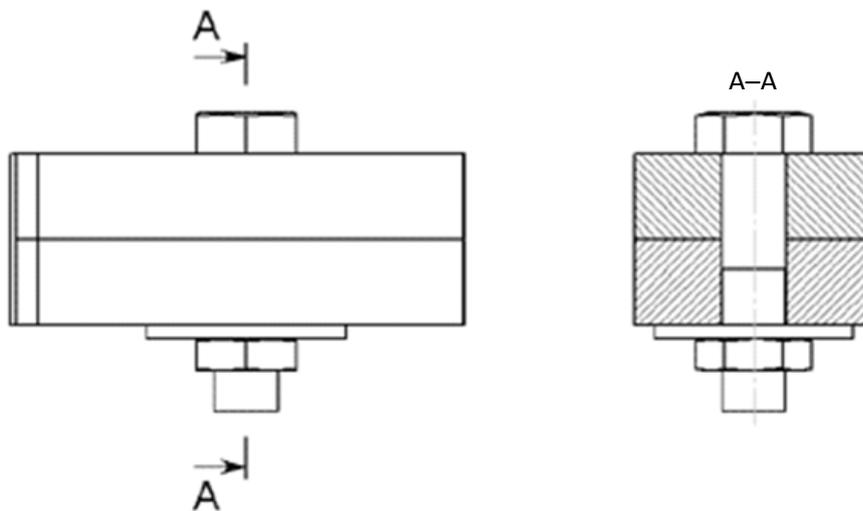


Рис. 4. Приклад оформлення розтину з кріпильними елементами

Велику частину часу при традиційному оформленні креслення займає проставлення розмірів. Не секрет, що більшість систем «забувають» розміри, по яких була створена модель. Проте SolidWorks дозволяє і прочитувати розміри з моделі, і проставляти їх «вручну». Усі розміри, отримані з файлу твердотілої моделі, програма в автоматичному режимі розставляє між видами, перерізами, розрізами і так далі. Конструктору необхідно тільки вирівняти ці розміри і, якщо є така необхідність, перемістити їх між видами.

При проставленні розмірів як в моделі, так і на кресленку користувачеві немає необхідності викликати спеціалізовані команди (горизонтальний, вертикальний розмір і тому подібне). Тип розміру

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

вибирається автоматично залежно від вибраного об'єкту і положення курсора в просторі (рис. 5).

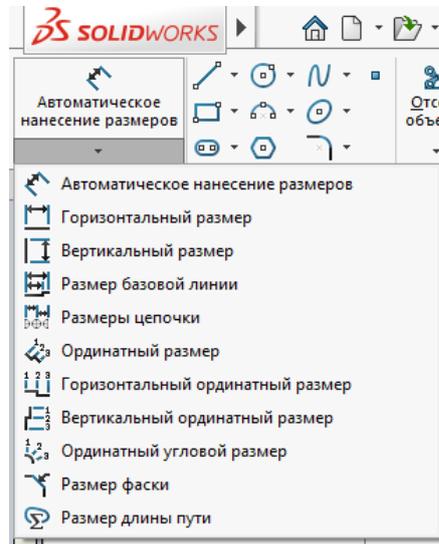


Рис. 5. Команди проставлення розмірів на кресленнику

Часто користувачі систем геометричного моделювання нарікають на відсутність шрифтів, регламентованих ДСТУ ГОСТ 2.304-82. Але чи так вже потрібні ці шрифти? Приведемо витяг з ГОСТ 2.004-88 (примітка 3 до пункту 1.8): «В документах, що отримуються на графічних пристроях, допускаються інші шрифти за умови однозначності розуміння кожного символу».

Параметри, регламентовані ДСТУ ГОСТ 2.307-82 «Нанесення розмірів і граничних відхилень», легко налаштовуються і можуть бути збережені в шаблоні для подальшої роботи.

Нанесення граничних відхилень розмірів у SolidWorks може бути здійснена трьома способами:

- вказівкою умовного позначення полів допусків і посадок;
- вказівкою числових величин допусків і посадок;
- вказівкою умовного позначення граничного відхилення з числовим значенням.

Система має поповнювану базу цих допусків і посадок і може бути налагоджена користувачем за критерієм «найбільш використовуваний допуск». Таким чином, не виходячи з команди нанесення розмірів, конструктор може визначити базу даних часто використовуваних граничних відхилень і поповнювати її при необхідності безпосередньо під час роботи над кресленником (рис. 6).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

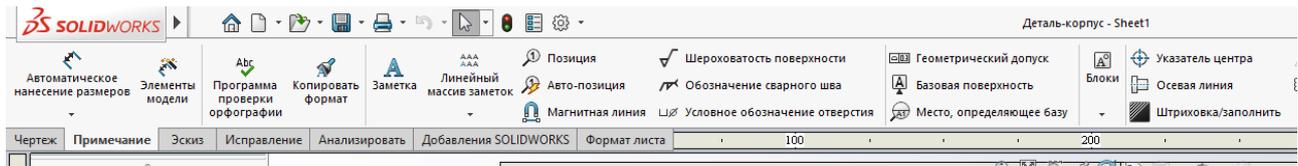


Рис. 6. Панель нанесення розмірів і граничних відхилень

SolidWorks дозволяє проставляти спеціальні символи відповідно до ЄСКД. Далі під спеціальними символами будемо розуміти (рис. 7):

- допуски форми і розташування поверхні;
- зображення і позначення швів нероз'ємних з'єднань, у тому числі зварних, клеєних і так далі;
- маркування і таврування виробів;
- позначення нарізі.

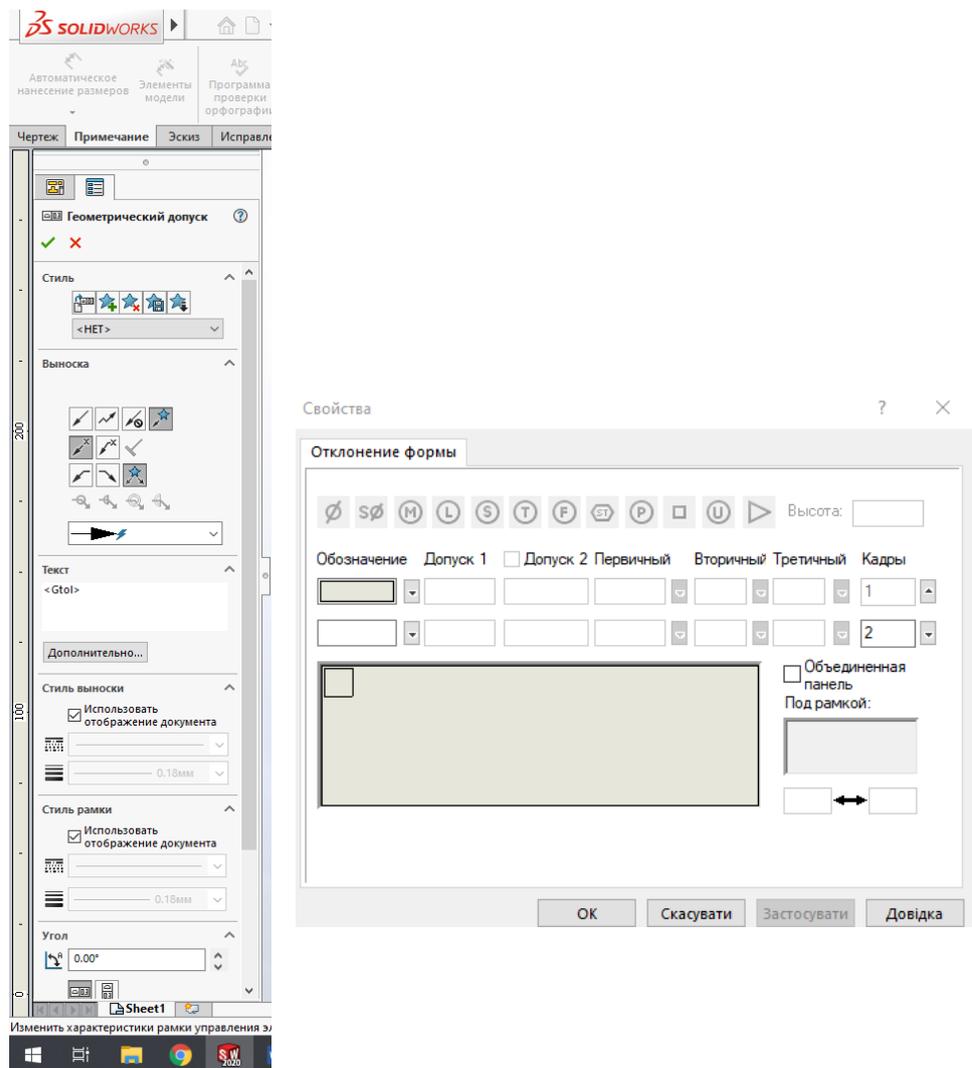


Рис. 7. Панель геометричного допуску

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46



2. Оформлення креслеників у SolidWork

На відміну від традиційного курсу машинобудівного креслення, викладений в методичних рекомендаціях матеріал максимально наближений до практичної діяльності інженерно-технічного складу підприємств і створюваною ними документації. Тут знайшли відображення не лише відомості про те, як потрібно креслити, але і чому потрібно креслити саме так, а не інакше; приведена технічна і технологічна інформація про виготовлення деталей машин з урахуванням вимог машинобудівної технології, методики конструювання, дотримання вимог стандартів. Розглянемо питання, які часто ставляться, по оформленню креслеників.

2.1. Креслярські види

Тимчасові осі. Дуже часто лінії перерізу повинні проходити точно по центру отвору або тіл обертання. Немає необхідності створювати додаткову геометрію. Просто прив'яжіться при побудові лінії перерізу до тимчасових осей (осей отворів та інших елементів обертання). Для цього необхідно включити їх (рис. 8).

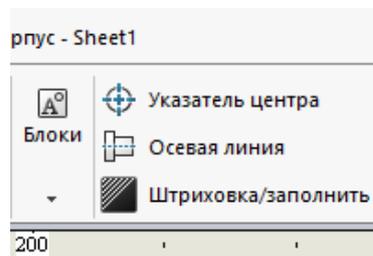


Рис. 8. Панель осей

Приховування кромки. При відображенні ступінчастих розрізів по ДСТУ кромки, що лежать на межі січних площин, мають бути приховані. Для цього, утримуючи натиснутою клавішу **Ctrl**, виберіть кромки, які треба

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

приховати, потім натисніть праву кнопку миші і в контекстному меню виберіть «Приховати кромку» (рис. 9).

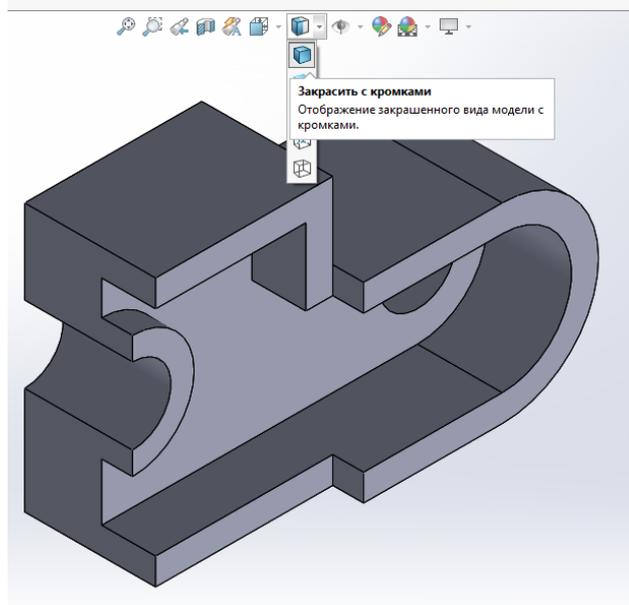
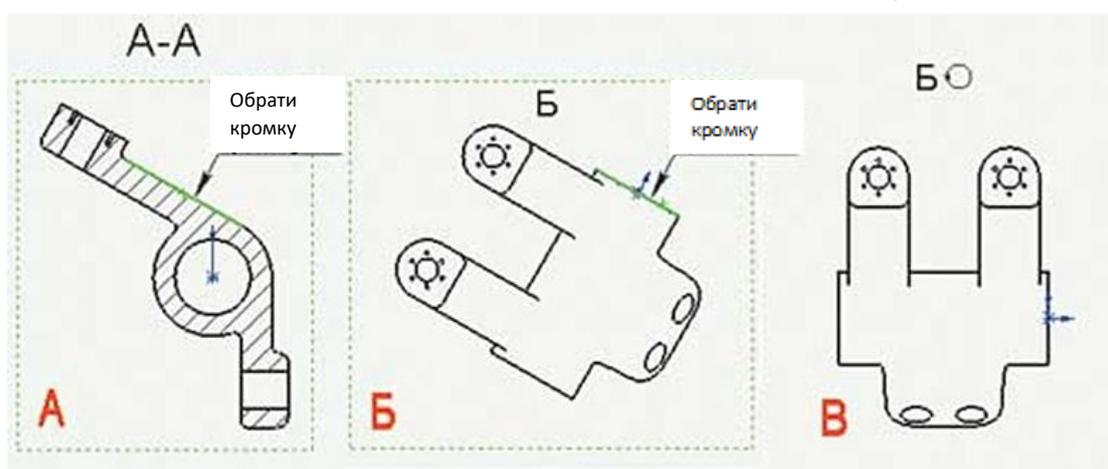


Рис. 9. Відображення і приховування кромки на моделі деталі

Створення виду, перпендикулярного кромці. Для створення виду, перпендикулярного кромці, виберіть кромку як показано на рис. 10, а і натисніть «Допоміжний вид» панелі інструментів «Креслення». Вид, перпендикулярний кромці, стрілка і мітка виду «Б» створюються автоматично. Якщо при цьому «утримувати натиснутою клавішу **Ctrl**, то новий вид можна відразу ж розмістити в довільному місці креслення. Для того, щоб повернути вид «Б», виберіть на ній кромку циліндричної бобишки (рис. 10, б), потім виберіть «Інструменти» => «Розставляння видів кресленника» => «По вертикалі». Вид обернеться (рис. 10, в).



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

Рис. 10. Створення поверненого виду: *а* - вибір кромки на початковому виді; *б* - підготовка створеного виду до вирівнювання по вертикалі; *в* - результат операції

Тонкі лінії, що обмежують вирив. Кромки, що обмежують вирив, відповідно до ДСТУ мають бути відображені тонкими лініями. Утримуючи натиснутою клавішу **Ctrl**, виберіть ланцюжок кромок, натисніть кнопку «Товщина лінії» інструментів «Формат лінії» і зробіть лінії тонкими (S/2 ... S/3).

Дотичні кромки. Для відображення дотичних кромок (кромок закруглень) тонкими лініями по ДСТУ виділіть вид, натисніть праву клавішу миші і виберіть «Дотична кромка => Лінії переходу за стандартом».

Звільнення виду, вирівняного відносно батьківського. При створенні нового виду утримуйте натиснутою клавішу **Ctrl**. Якщо вид вже створений, виділіть його лист в дереві, натисніть праву клавішу миші і виберіть «Вирівняти => Звільнити переміщення видів».

Шари. За допомогою шарів можна управляти видимістю об'єктів, кольором, типом ліній і завтовшки ліній, створених на кресленику. Шари застосовуються для приховання імпортованих, але неживаних розмірів, розмірів, використовуваних для параметричного зв'язку, а також допоміжної геометрії. Крім того, колір шару наслідують компоненти складки, перенесені на цей шар. Для зміни типу і товщини лінії на кресленику окремих компонентів складання виділити в дереві компонент, натиснути праву клавішу миші і вибрати «Товщина лінії компонента». Зняти прапорець з пункту «Використати параметри за умовчанням», а потім призначити необхідні параметри.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46



3. Відображення властивостей 3D моделі на кресленику

Для автоматичного додавання інформації до кресленика можна зв'язати текст замітки на листі кресленика або основного напису кресленика з властивостями документу (у формі \$PRP: «<ім'я властивості>»). Також, можна зв'язати замітку з властивістю моделі, показаної на кресленику (з властивістю SolidWorks-файлу або з іншою властивістю, що визначається користувачем в документі моделі). Таким чином рутинна робота виконується без залучення користувача, а усі зміни відстежуються автоматично. При редагуванні основного напису відображається змінна для імені властивості (у формі \$PRPSHEET: «<ім'я властивості>»). При поверненні до редагування листа відображується значення властивості, якщо вона знайдена.

Відображення номера листа. Для відображення поточного номера листа і загальної кількості листів можна додати до замітки рядок: \$PRP: «SW-Поточний лист» (таблиця. 1).

Таблиця 1

Текст заметки	Отображение на чертеже
ЛИСТ \$PRP:"SW- Текущий лист"	ЛИСТ 1
\$PRPSHEET:"Масса"	0.012

Відображення маси деталі. Для відображення вчисленої маси деталі можна додати замітку: \$PRPSHEET: «Маса» (див. таблицю. 1).

Повний перелік властивостей. Для того, щоб проглянути повний перелік властивостей, налагоджених користувачем в якому-небудь з документів SolidWorks, а також для додавання властивостей або зміни їх значень виберіть в меню SolidWorks «Файл => Властивості» у вікні, що відкривалося, «Сумарна інформація» перейдіть на вкладку «Налаштування», якщо документ містить одну конфігурацію або

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

значення властивостей користувача в усіх конфігураціях однакові, або на вкладку «Конфігурація», якщо значення властивостей користувача в конфігураціях розрізняються.

3.1. Розміри

SolidWorks – система параметричного моделювання, тому усі моделі і кресленики в ній управляються розмірами. Існує два типи розмірів :

- *розміри, що управляють, або розміри, за якими була побудована модель.* Значення розмірів, що управляють, можна змінювати як знаходячись в документі моделі, так і безпосередньо в кресленні. Для відображення розмірів, що управляють, на кресленні виберіть «Вставка=>Елементи моделі»;
- *довідкові, або керовані, розміри.* Значення довідкових розмірів залежать від розмірів, що управляють, і перераховуються автоматично. Для додавання довідкових, або керованих, розмірів до кресленика натисніть кнопку «Автоматичне нанесення розмірів» панелі інструментів «Розміри і взаємозв'язки» і нанесіть необхідні розміри.

За умовчанням після додавання в кресленик усі розміри відображаються відповідно до налаштувань, заданих в шаблоні документу. Відображення розмірів моделі, що управляють, на кресленику має ряд переваг. Змінюючи в кресленику значення розміру, що управляє, можна управляти моделлю. Якщо в кресленику призначити допуски і посадки, то вони будуть передані до моделі. Ряд утиліт для перерахунку допусків і розрахунку розмірних ланцюжків бере саме з моделі. При відображенні розмірів моделі можна вказувати, в яких видах яких елементів, які типи розмірів і приміток відображати.

Відобразити або не відобразити розмір. На стадії 3d-моделювання можна вказати, що розмір не буде відображений на кресленні. Для цього змінити вибране за умовчанням налаштування, помітити розмір для імпорту в креслення у вікні введення значення (рис.11).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

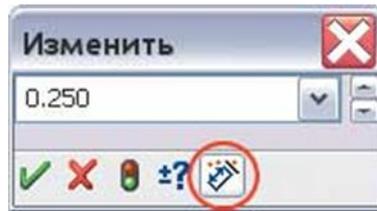


Рис. 11. Помітити розмір для імпортування в кресленик

Розмір на виносній полиці. Користувачі-початківці часто запитують, як оформити розмір на виносній полиці, наприклад для градусних вимірів малих кутів. Для цього виділіть розмір, натисніть праву клавішу миші і виберіть «Параметри відображення=> Змістити текст» (рис. 12).

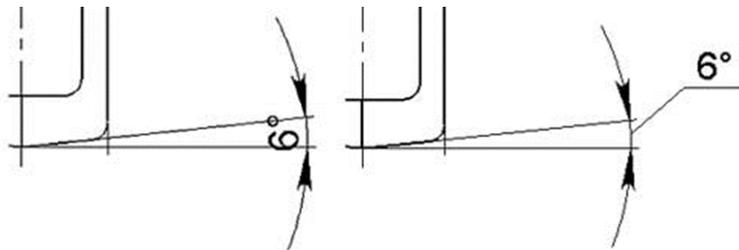


Рис. 12. Розмір на полиці-виносці

Різні допуски розмірів в різних конфігураціях. У SolidWorks є можливість зберігати в різних конфігураціях не лише значення розмірів, але і різні значення допусків. Наприклад, для креслення деталі розміри можна проставити з допусками, а для складального креслення – використати конфігурацію деталі з розмірами без допусків.

Часто використовувані стилі. Часто вживані стилі можна визначити подібно до того, як визначаються стилі абзаців в текстових документах для розмірів і різних приміток (заміток, позначень геометричних допусків, позначень шорсткості поверхні, позначень зварного шва). Робота з часто використовуваними стилями виконується з меню Менеджера властивостей (рис. 13). Застосування часто використовуваних стилів дозволяє:

- зберігати властивості розміру або примітки як частину часто вживаного об'єкту;
- вказувати зрозумілі імена для часто використовуваних об'єктів;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

- застосовувати часто використовувані стилі для декількох розмірів або приміток;
- додавати, оновлювати і видаляти часто використовувані стилі;
- зберігати і завантажувати часто вживані стилі. Крім того, можна завантажувати стилі, збережені в інших документах і розташовані в інших теках.

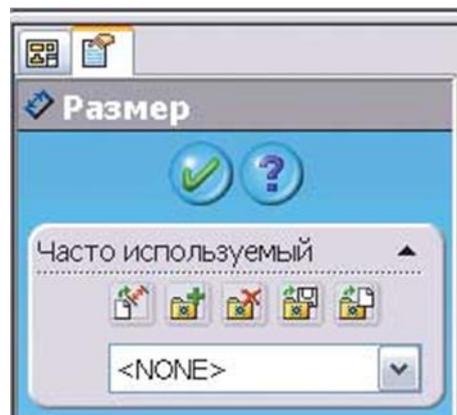


Рис. 13. Стилi розмірів, що часто використовуються

Налаштування часто використовуваних стилів можна зберігати в окремих файлах і завантажувати в різні кресленики або помістити у Бібліотеку проектування для багатократного застосування. Розширення файлів приведені в таблицю. 2.

Таблиця 2

Розширення файлів стилів

Тип объекта	Расширение файла
Размеры	*.sldfvt
Заметки	*.sldnotefvt
Обозначения отклонений формы	*.sldgtolfvt
Обозначения шероховатости поверхности	*.sldsffvt
Обозначение сварного шва	*.sldweldfvt

Відображення точок віртуального перетину і прив'язка до них виносних ліній (ліній подовження) розмірів. На полі кресленика також можуть бути показані точки і лінії віртуального перетину кромки моделі. Для налаштування їх відображення в поточному документі виберіть «Інструменти=>Параметри» і в діалоговому вікні, що відкрилося,

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

перейдіть на вкладку «*Властивості документа*», де перевірте, щоб в розділі «*Віртуальна різкість*» була натиснута кнопка «*Виносна лінія*» (точки віртуального перетину при цьому відображатимуться як точки перетину виносних ліній) (рис. 14).

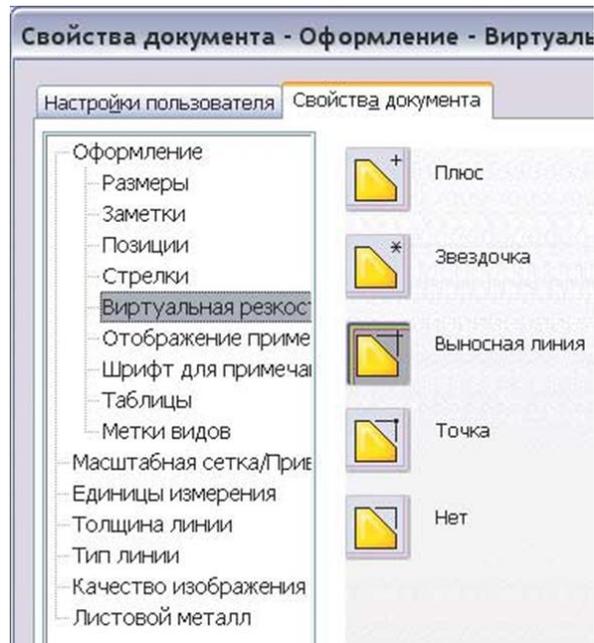


Рис. 14. Налаштування віртуальної різкості

Відображення точки перетину кромки. Для того, щоб відобразити точку віртуального перетину кромки моделі, виберіть при натиснутій клавіші **Ctrl** необхідні (що схрещуються) кромки і натисніть кнопку «*Точковий*» панелі інструментів «*Ескіз*». На кресленику з'явиться зображення точки віртуального перетину відповідно до заданих налаштувань. Точку можна вибирати, здійснювати прив'язку до неї виносних ліній розмірів і так далі.

Проставлення розмірів по точках віртуальної різкості. Розмір «60» на креслярському виді (рис. 15) заданий до точок віртуального перетину кромки моделі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

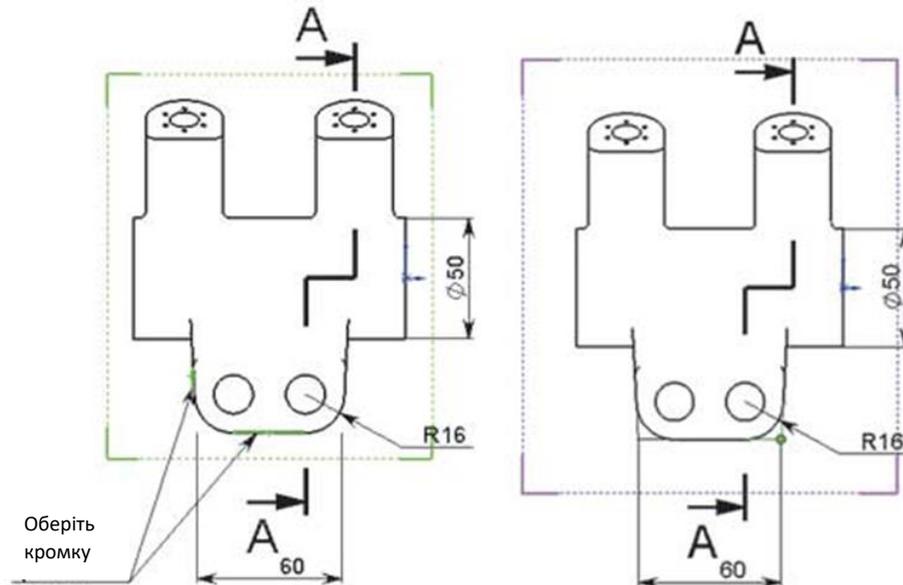


Рис. 15. Робота з точками віртуальної різкості

Проставлення допусків і посадок. У SolidWorks є вбудована бібліотека допусків і посадок по ДСТУ. При призначенні розміру типів допусків «Посадка», «Посадка з допусками» або «Тільки допуск» і вибір позначення поля допуску зі списку стандартних значень змінює розмір (перехід його в інший розмірний інтервал в межах вищезгаданого поля допуску) спричинить зміну граничних відхилень відповідно до використовуваного стандарту. Іншими словами, кожному значенню розміру відповідає стандартизоване (табличне) значення допуску (рис. 16).



Рис. 16. Позначення поля допуску

В силу вищесказаного, призначення розмірам типів допусків: «Посадка», «Посадка з допусками» або «Тільки допуск» і використання списку стандартних значень полів допусків є прийнятними, оскільки допомагають запобігти можливим помилкам у разі зміни моделі. При

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

призначенні допусків «вручну» або за допомогою команди «Замітка» конструктор повинен буде сам контролювати зміну граничних відхилень при зміні розмірів моделі.

Створення позначення допуску у разі рівності нулю одного з граничних відхилень. Задаємо для розміру значення допуску відповідно до поля допуску «H8», при цьому відобразимо тільки верхнє, не рівне «0» граничне відхилення. Виділіть розмір в графічній області. У вікні «Розмір Менеджера властивостей» натиснути кнопку «Додаткові властивості» і в діалоговому вікні «Властивості розміру», що відкрилося, натисніть кнопку «Допуск». З'явиться діалогове вікно «Допуск розміру» (рис. 17). У полі «Тип допуску» виберіть «Посадка»; у полі «Посадка отвору» виберіть необхідне позначення поля допуску «H8». У полях «Максимальна» і «Мінімальна варіація» при цьому відобразяться стандартні значення «+0,046» і «0» верхнього і нижнього граничних відхилень, що відповідають цьому полю допуску. Введіть значення верхнього поля допуску – «+0,046». У розділі «Шрифт допуску» відключите параметр «Використати шрифт розміру» і задайте значення коефіцієнта «0, 6» (чи «0, 5») для висоти шрифту позначення поля допуску. У розділі «Відобразити допуск» натисніть кнопку «Група без лінії». Натисніть «ОК» і закрийте діалогові вікна. Це спосіб завдання допуску «вручну». Результат операції показаний на рис. 18.

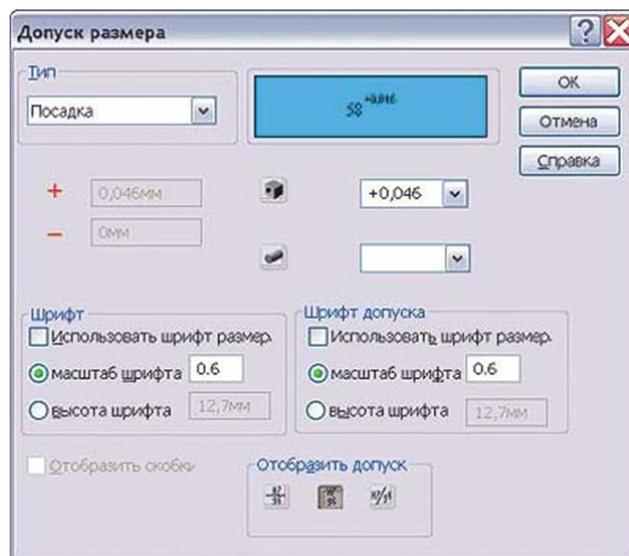


Рис. 17. Настроювання параметрів допуску розмірів

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

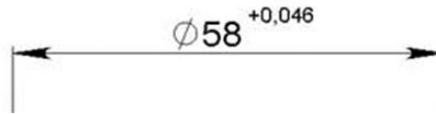


Рис. 18. Результат призначення допуску з нульовим граничним відхиленням

Створення укорочених діаметрів і радіусів. У документах креслеників можна створювати укорочені діаметри і радіуси, задаючи їх розміри. При вказівці такого розміру відображається зигзагоподібна лінія (рис. 19).

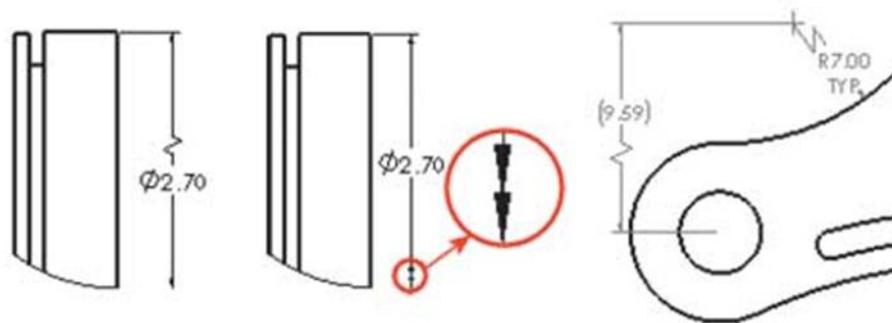


Рис. 19. Розміри укорочених діаметрів і радіусів

3.2. Примітки

Важливим засобом оформлення креслеників є примітки, функціональний набір яких зібраний на однойменній панелі інструментів (рис. 20). До приміток відносяться: замітка, відхилення форми, шорсткість, позиція, база, позначення зварного шва, блок, штрихування, покажчик центру, осьова лінія, умовне зображення різьблення та ін.

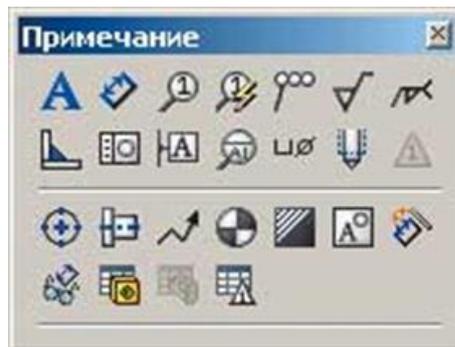


Рис. 20. Панель інструментів «Примітки»

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

Одним з найчастіше використовуваних інструментів при оформленні креслеників є «Замітка», яка може відображатися з виноскою, яка вказує на елемент (грань, кромку або вершину) документу, і містити простий текст, символи, параметричний текст або гіперпосилання. Виноска може бути прямою, зігнутою або із зігнутими покажчиками. При оформленні технічних вимог до замітки можна додати інші примітки, наприклад, символи шорсткості.

Шорсткість на виносній полиці. При вставці примітки в замітку можна або вибрати примітку, вже існуючу в кресленику (якщо клацнути по ньому, то збережеться асоціативний зв'язок), або створити нову примітку у вікні «Примітка Менеджера властивостей». За допомогою цього способу можна оформити відображення шорсткості по ДСТУ в разі, коли шорсткість розташовується на виносній полиці (рис. 21).

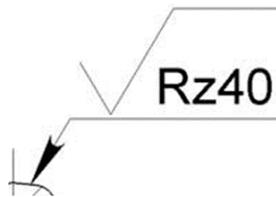


Рис. 21. Шорсткість на виносній полиці

Відображення в примітці значення розміру, пов'язаного з параметром моделі. Для цього, знаходячись у режимі редагування замітки, клацніть за розміром на кресленику. У замітку додається параметричний текст виду *R" D1@Скруглення2@Шків-частина деталі-1-1@Креслярський вид1"*. Після виходу з режиму редагування замітки відобразиться значення розміру.

Проставлення розмірів з множинними покажчиками. Щоб додати декілька виносних ліній (рис. 22), під час перетягання замітки і перед її розміщенням натисніть клавішу **Ctrl**. Переміщення замітки зупиниться, і з'явиться друге винесення. Не відпускаючи клавішу **Ctrl**, натисніть покажчик миші там, де необхідно розмістити винесення. Натискайте потрібне число разів для розміщення додаткових виносів. Відпустіть клавішу **Ctrl** і натисніть покажчик в тому місці, де необхідно розмістити

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

замітку. Потім, знаходячись в режимі редагування замітки, наберіть **R** і виберіть в графічній області існуючий розмір **R0,5**. Вийдіть з редагування замітки. Після цього приховайте існуючий розмір із одиничним винесенням.

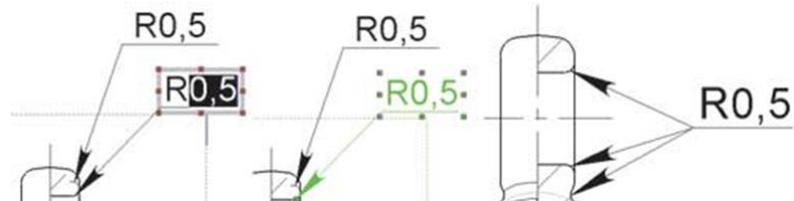


Рис. 22. Проставлення розмірів з множинними показниками

Для часто використовуваних елементів кресленика можна створювати, зберігати, редагувати і вставляти блоки, наприклад стандартні замітки, блоки заголовків, розташувань міток і так далі. Блоки можуть містити текст і будь-які об'єкти ескізу, позиції, імпортовані об'єкти і текст, а також штрихування. Блоки можна прикріплювати до геометрії або до креслярських видів, а також вставляти їх в основні написи. Якщо вами використовуються специфічні умовні знаки, ви завжди можете створити блоки, що містять потрібні графічні й текстові елементи.

Створення знаку невказаної шорсткості. Розглянемо застосування блоків на прикладі створення знаку невказаної шорсткості (рис. 23). Відкрийте редактор блоків за допомогою «Інструменти => Блок => Створити». Накресліть тонкими лініями за допомогою дуг і відрізків внутрішній значок відповідно до кресленика. Потім накреслити потовщеними лініями за допомогою відрізків зовнішній значок відповідно до кресленика. Задайте для точки, поміченої зеленим кольором (див. рис. 23), координати [-10, -10] і зафіксуйте її. Доповніть значення параметра обробки заміткою **Rz40**. Створіть два шари: геометрія шорсткості й розміри шорсткості. Розміри помістити на шар «розміри шорсткості» і приховайте його. Геометрію і значення **Rz40** помістити на шар «геометрія шорсткості». Збережіть блок. Він автоматично потрапить у теку «Блоки» в дереві конструювання. Додайте його на полі кресленика. Збережіть блок у «Бібліотеці проектування» для подальшого використання.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

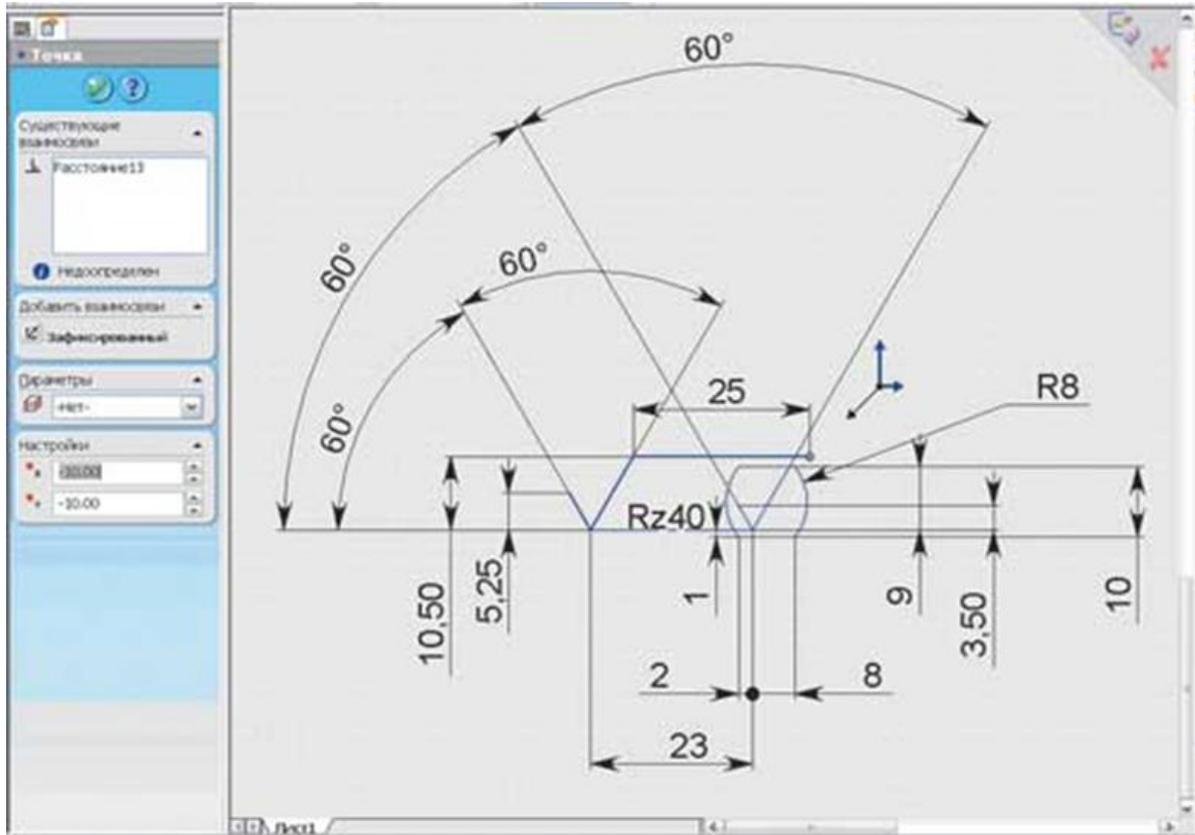


Рис. 23. Створення знаку невказаної шорсткості

3.3. Створення нарізі на креслениках деталей

Необхідно чітко усвідомити, що інструмент «Нарізь»  не виконує автоматичну установку розміру нарізі в моделі, а тільки прискорює створення витягнутої або вирізаної нарізі в отворі або на валу залежно від обраного профілю.. Потрібно вказати наступні властивості при вставленні нарізі в деталь.

Відкриття вікна «Нарізь» в *PropertyManager*.

1. На циліндричному елементі (бобишка, виріз або отвір), вибираємо кругову кромку, де починається нарізь
2. Натиснути «Нарізь»  (панелі інструментів «Елементи») або вибрати «Вставка =>Елементи =>Нарізь» .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

Конфігурації

До різних конфігурацій можна використовувати різноманітні параметри нарізи. Натиснути кнопку з стрілкою донизу поруч з параметром «Всі конфігурації» і обрати один з описаних нижче (табл. 3):

Таблиця 3

Конфігурації параметрів нарізи

	Дана конфігурації	Використовується тільки для корегування активної конфігурації	
	Всі конфігурації	Використовується для корегування всіх конфігурацій моделі	
	Вказати конфігурацію	Використовується для корегування активної конфігурації та інших конфігурацій, вибраних із списку	
	Край циліндру	Вибрати кругову кромку в графічній області	
	Додаткове вихідне розташування	Обрати початкову точку для спіралі, наприклад, вершину (ескізу, моделі або довідникових точок), кромку (ескізу, моделі або довідникової осі), площину або плоску поверхню. Обирати цю точку необов'язково, якщо кромка є плоскою круговою кромкою. В інших випадках цей вибір обов'язковий.	
	Змістити зовні		
	Реверс напрямлення	Змінює напрямлення зміщення на протилежну сторону вибраного посилання	
	Початковий кут	Визначає вихідне розташування спіралі. Вихідний кут повинен бути позитивним. Щоб створити рівняння, вводимо значення або починає зі знаку «дорівнює» (=)	
Граничні умови			
	Реверс напрямлення	Необхідно обрати один з вказаних нижче параметрів:	
		На задану відстань	Задайте значення для параметру «Глибина». Завершує нарізь на конкретній відстані від вихідного розташування з врахуванням будь-якого зміщення.
		Обертання	Завершує спіраль через визначено число обертання від вихідного розташування з врахуванням будь-якого зміщення. Значення повинно бути позитивним і більше 0,00.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

		Введіть значення або почніть зі знаку «дорівнює» (=), щоб створити рівняння
	До обраного об'єкту	Виберіть вершину (ескізу, моделі або довідникових точок), кромку (ескізу, моделі або довідникової осі), площину або кромку, які повинні бути паралельні до кругової кромки (тобто перпендикулярні до осі нарізи).
	Підтримання довжини нарізи	Збереження постійної довжини нарізи з начальною поверхнею. Відображається, тільки якщо настроєно «Зміщення поверхні» параметру «Гранична умова» надано значенню «Глухі» або «Обертання».

Технічні умови

Інструмент «Нарізь», профілі «Тип» і «Розмір» є виключно номінальними профілями нарізи. Не використовуються для створення високоякісної нарізи. Для створення високоякісної нарізи необхідно змінити номінальні профілі у відповідності з вимогами дизайну.

Таблиця 4

Технічні умови

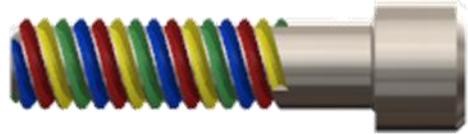
	Тип сили	Оберіть тип нарізи. Відображуються файли деталей з бібліотеки встановленої в каталозі C:\ProgramData\SolidWorks\SOLIDWORKS YYYY\Thread Profiles.	
	Size	Оберіть розмір нарізи. Відображаються конфігурації із файлів бібліотеки деталей (список «Тип»).	
	Корегування діаметру	Натисніть, щоб скорегувати вручну діаметр циліндричної грані або спіралі. Щоб створити рівняння, введіть значення або почніть зі знаку «дорівнює» (=).	
	Корегування кроку	Натисніть, щоб вручну скорегувати крок спіралі. Щоб створити рівняння, введіть значення або почніть зі знаку «дорівнює» (=).	
	Метод нарізання	Вирізати нарізь	Утворюється скошений виріз із використанням профілю
		Витягнути нарізь	Утворюється скошена бобишка із використанням профілю
	Дзеркальний профіль	Обертання профілю спіралі навколо його горизонтальної або вертикальної осі. Виберіть один із вказаних нижче профілів:	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

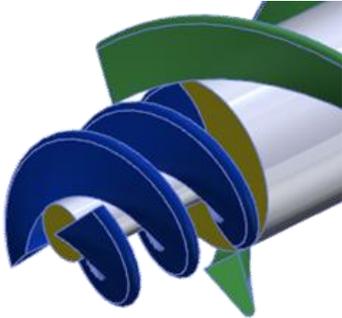
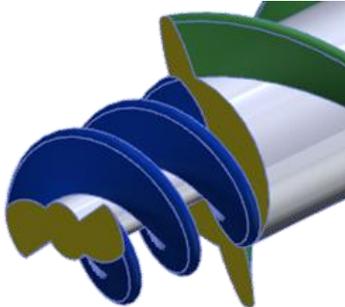
		Дзеркально відобразити по горизонталі
		Дзеркально відобразити по вертикалі
	Кут обертання	Обертання спіралі на задане число градусів. Щоб створити рівняння, введіть значення або почніть зі знаку «дорівнює» (=).
	Пошук профілю	Збільшення масштабу профілю для зміни точок ескізу або вершин у профілі ескізу.

Таблиця 5

Параметри нарізі

	Права нарізь	Утворення нарізі в напрямі годинникової стрілки
	Ліва нарізь	Утворення нарізі в напрямі проти годинникової стрілки
	Багатозаходова	Встановлює кількість заходів для визначення того, скільки разів необхідно створити нарізь у рівномірно розподіленому круговому масиві навколо отвору чи валу. На рисунку показана нарізь з чотирьох заходами різними кольорами для кожного заходу. 
	Відсікти по початковій грані	Можна вирівняти нарізь на кінці грані. Вирізана нарізь подовжена, а виріз відповідає кінцевій грані. Витягнута нарізь
	Відсікти по кінцевій грані	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

		вирізана у відповідності з кінцевою гранню.
Щоб використовувати інструмент «Відсікти по початковій грані» або «Відсікти по кінцевій грані», профіль повинен виходити за грань обрізки.	Перед відсіченням 	Після відсічення 

Таблиця 6

Параметри попереднього перегляду

Зафарбований попередній перегляд	Відображення повністю мозаїчного попереднього перегляду нарізі
Каркасний попередній перегляд	Відображення каркасного попереднього перегляду нарізі
Частковий попередній перегляд	Корегування числам стрижнів, що відображаються в каркасному представлення

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46



4. Особливості виконання технічних деталей з конструктивними елементами в SolidWorks

4.1. Побудова моделі з ребрами жорсткості

Розглянемо побудову ребр жорсткості на прикладі створення моделі деталі «Кутник» (рис. 24).

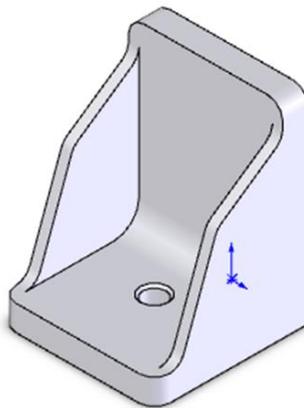


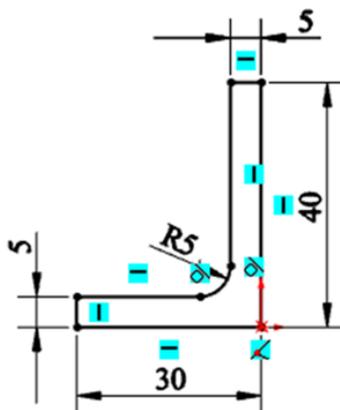
Рис. 24. Тривимірна модель деталі «Кутник»

Алгоритм побудови:

1. У дереві побудови обираємо площину для побудови ескізу, клацнувши на пункт «Справа».

2. Обираємо команду побудови ескізу . Встановлюємо вид зверху, обравши команду: «Стандартні види => Справа», або натиснувши на піктографічне меню кнопки «Справа» .

3. Будуємо ескіз, який відповідає рисунку 25. Проставляємо розміри  і виходимо з режиму створення ескізу, відтиснувши кнопку «Ескіз».



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

Рис. 25. Ескіз моделі кутника

4. В дереві побудов виділяємо побудований ескіз і обираємо команду «Витягнута бобишка» . Для подальшої зручності, вказуємо «видаввити в обидві сторони» від площини ескізу, на панелі властивостей, задаємо величину видавлювання по 15 мм (рис. 26, а). Результат видавлювання рис. 26, б.

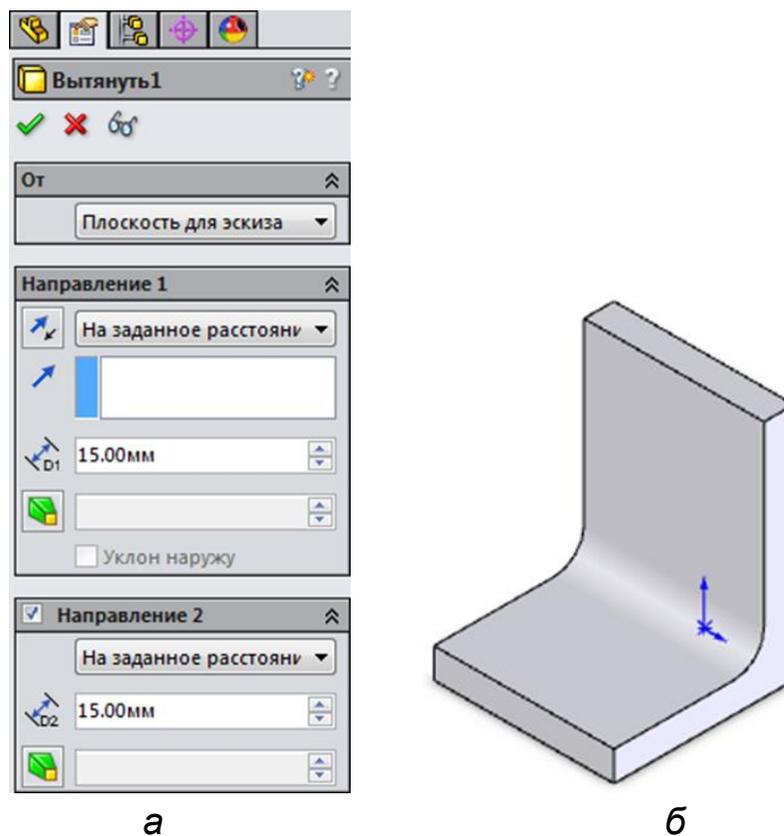


Рис. 26: а – панель властивостей команди «Витягнута бобишка»; б – результат витягування

5. Для моделювання ребра жорсткості обираємо бічну торцеву площину кутника в якості площини побудови ескізу. Ескіз будуємо відповідно до рис. 27.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

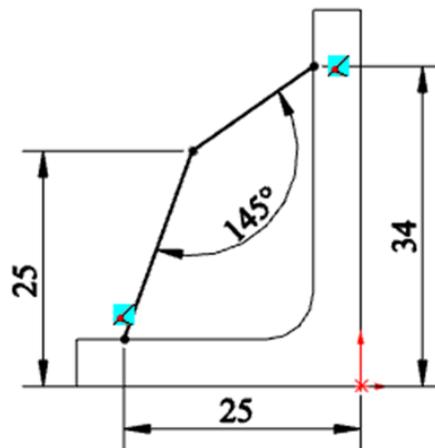


Рис. 27. Ескіз ребра жорсткості

6. Обираємо команду «Побудова ребра жорсткості» . Вибираємо напрямлення і товщину ребра – 2 мм (рис. 28, а). Результат моделювання рис. 28, б.

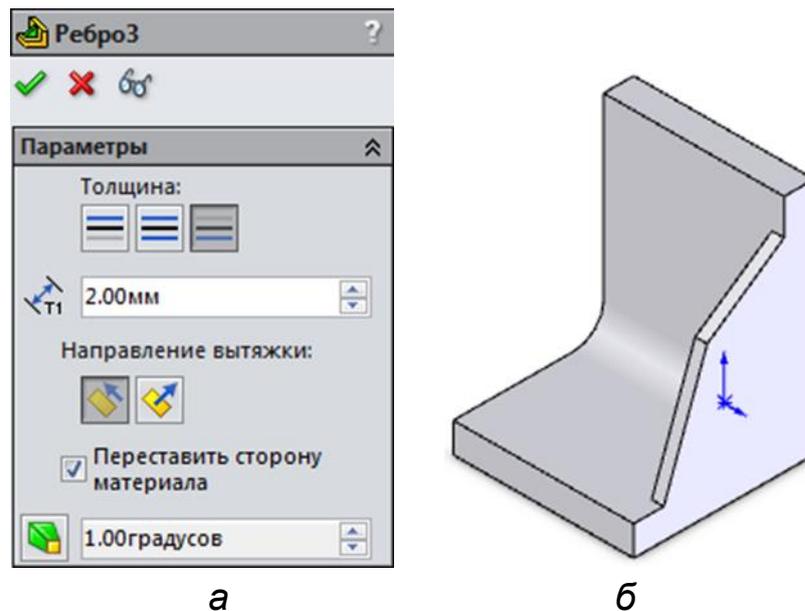


Рис.28. Побудова ребра жорсткості: а – панель параметрів ребра жорсткості; б – результат моделювання

7. Будуємо дзеркальне відображення ребра. Обрати команду , на панелі властивостей обрати площину відображення – «Справа» (в дереві побудови) ребра (рис. 29, а). Результат моделювання (рис. 29, б).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

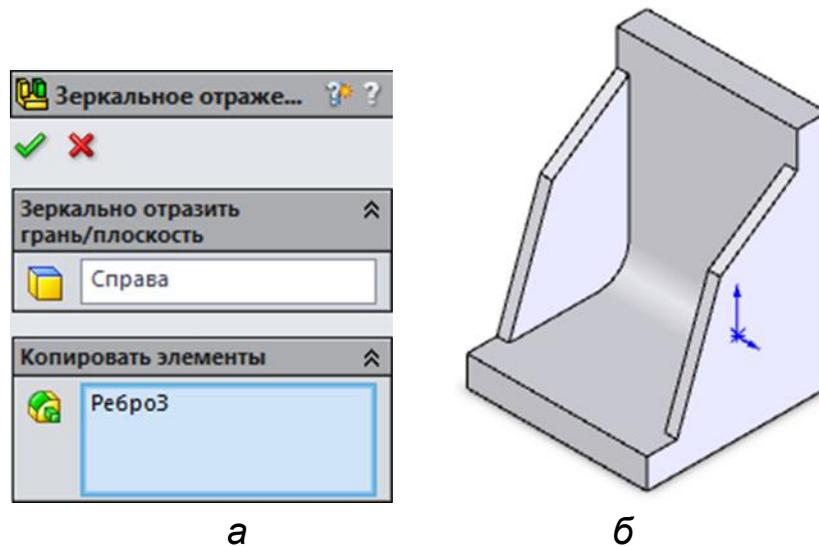


Рис. 29. Дзеркальне відображення: а – панель параметрів; б – результат моделювання

8. Для побудови заокруглення обираємо команду . На рисунку необхідно виділити ребра. Задаємо величину радіуса 3 мм (рис. 30). Результат моделювання рис. 31.

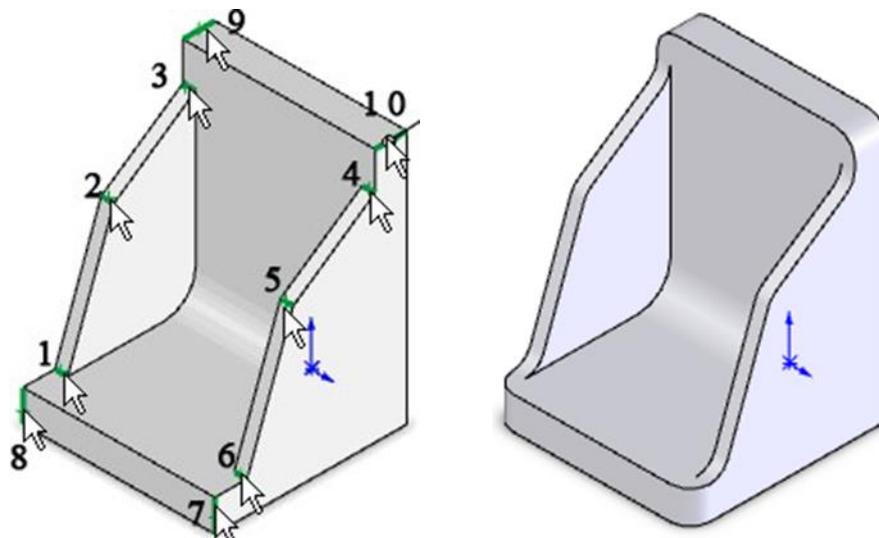


Рис. 30. Модель деталі «Кутник»

9. Для моделювання отвору в деталі, використовуємо команду . На панелі властивостей, що появляється обираємо отвір з фаскою і задаємо параметри, вказані на рисунку 31.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

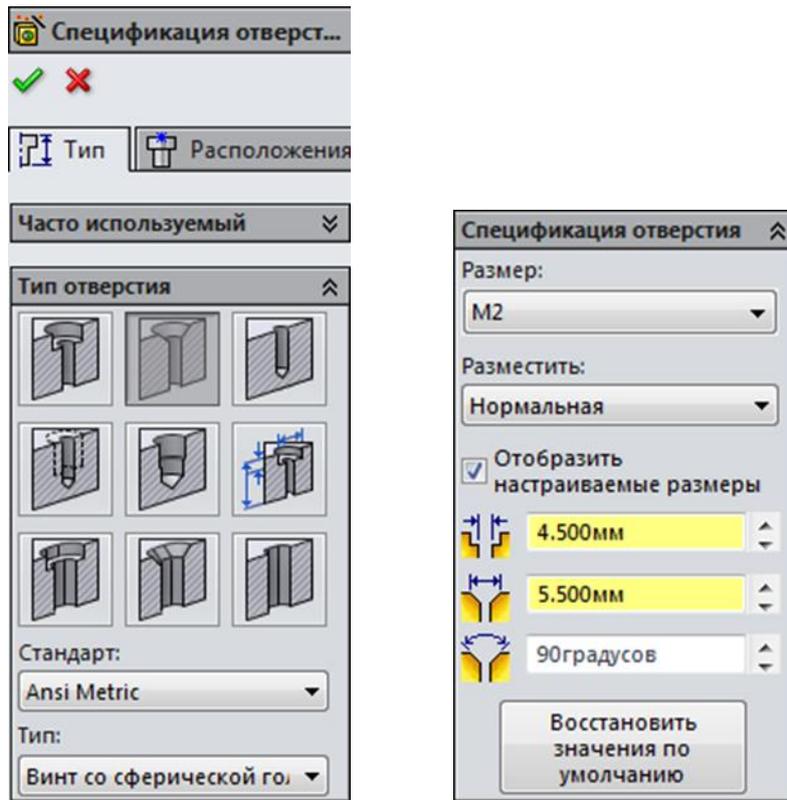


Рис. 31. Специфікація отворів

10. Задаємо місце розташування даного отвору, переходячи на вкладку «Розташування за допомогою розмірів» (рис. 32).

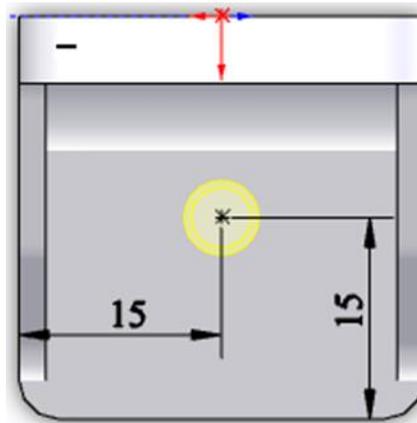


Рис. 32. Положення отвору за розмірами

11. Результат моделювання (рис. 33).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

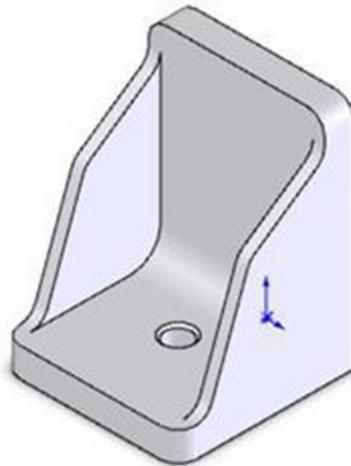


Рис. 33. Тривимірна модель «Кутник»

4.2. Побудова симетричної деталі в SolidWorks

Розглянемо створення тривимірної моделі деталі «Кронштейн», відповідно до рисунку 34.

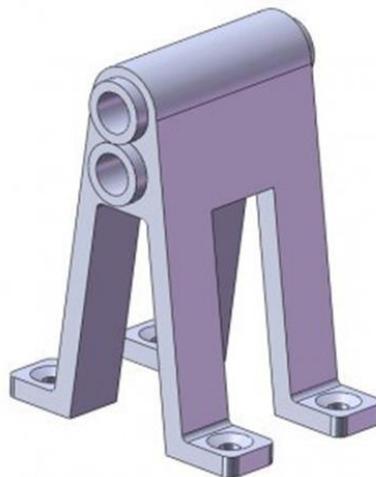


Рис. 34. Тривимірна модель деталі «Кронштейн»

Алгоритм побудови:

1. В дереві конструювання обираємо площину для побудови ескізу, клацнувши на пункті «Спереду».

2. Обираємо команду побудови ескізу, встановлюємо вид спереду, обравши команду «Стандартні види => Спереду», або натиснувши на піктографічне меню кнопки «Спереду»  . Будуємо ескіз відповідно до

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

рисунку 35, проставляємо розміри . Надалі виходимо з режиму створення ескізу, відтиснувши кнопку «Ескіз».

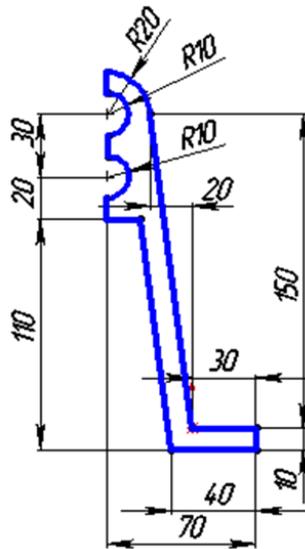


Рис. 35. Ескіз деталі «Кронштейн»

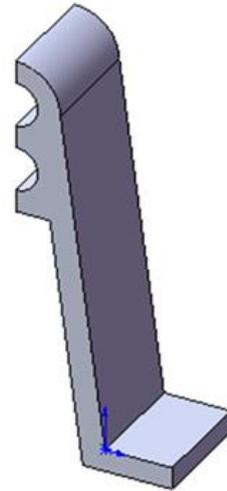


Рис. 36. Результат після витягування ескізу

3. Виділяємо в дереві конструювання ескіз. Обираємо команду «Витягнута бобишка» . Вказуємо розмір на який витягнути – 50 мм. Результат рис. 36.

4. Вказати передню площину моделі і обрати команду побудова ескізу (рис. 37). Створюємо ескіз у вигляді однакових за діаметром окружностей (рис. 38).



Рис. 37

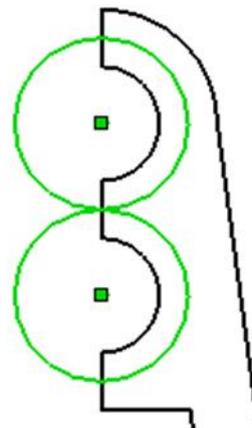


Рис. 38

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

5. Виділити два кола представлених на рис. 38, призначити взаємозв'язки командою «Додати взаємозв'язок»  (рис. 39).

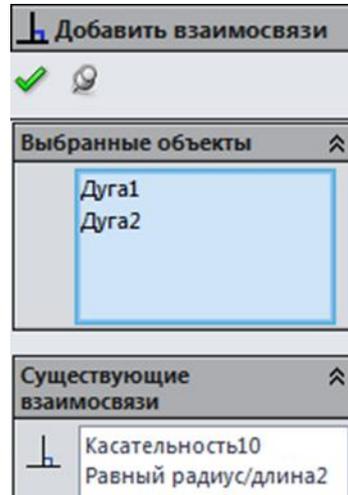


Рис. 39. Панель взаємозв'язків

6. Виділити вертикальні грані і малі дуги моделі, викликати команду «Інструменти => Інструменти ескізу => Перетворення об'єкту» для проєкціювання даних об'єктів до поточного ескізу.

Командою «Відсікти », убираємо непотрібні фрагменти примітивів (рис. 40, а). Виділяємо дві великі дуги. За допомогою ручок, які з'являються на кінцях дуг, попередня видаливши взаємозв'язки «Співпадіння» і «Проекціювання», перемістимо кінцеву точку дуги більшого кола вправо (як на рис. 40, б), тим самим виключивши самопересічення контуру.

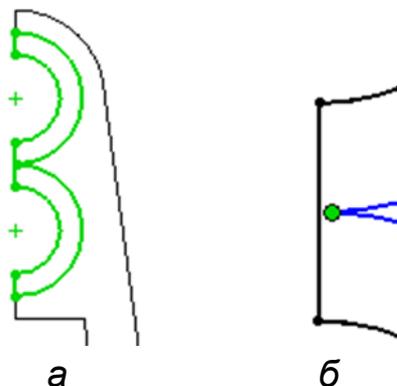


Рис. 40. Покрокова побудова деталі

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

7. Обираємо команду «Витягнута бобишка» », видавлюємо побудований ескіз на 8 мм (рис. 41).

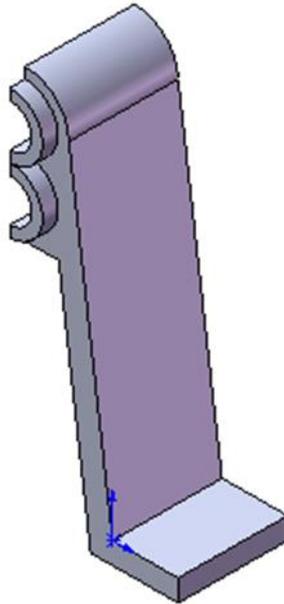


Рис. 41. Результат команди «Витягнута бобишка»

8. Встановити вид «Справа», створити ескіз прямокутника з розмірами 110x20 (рис. 42, а). Вирізати, використовуючи команду «Витягнутий виріз» », побудований ескіз із моделі деталі (рис. 42, б).

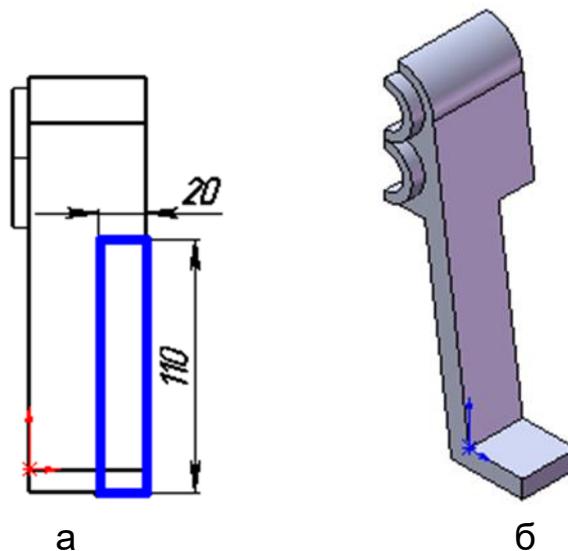


Рис. 42

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

9. Вибрати верхню площину основи як площину побудови ескізу. Обрати команду «Вставка => Елементи => Отвір під кріплення» або натиснути на кнопку . Обрати вид отвору – зі зенкуванням. Встановити параметри отвору M8 відповідно до рисунку 43. На вкладці «Розташування» задайте розміри положення центру отвору.

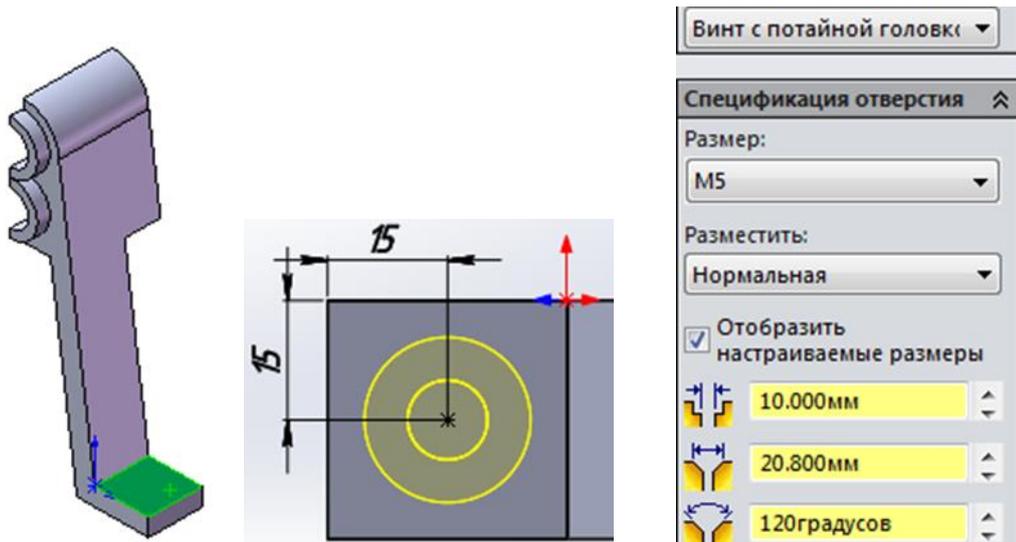


Рис. 43. Встановлення положення і розміри отвору

10. Створити заокруглення, виділивши вказані елементи, задайте радіус 3 мм (рис. 44).

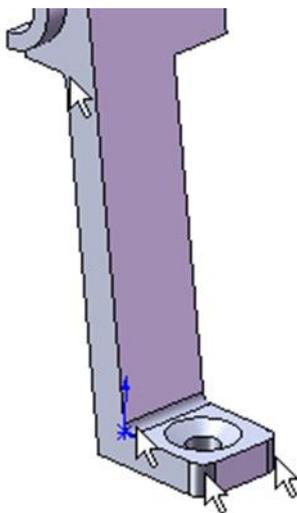


Рис. 44. Утворення заокруглень на деталі

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

11. Вибрати команду «Дзеркальне відображення ». Виділити всі елементи, вказати площину відображення – грань моделі (рис. 45, а). Результат відображення рис. 45, б.

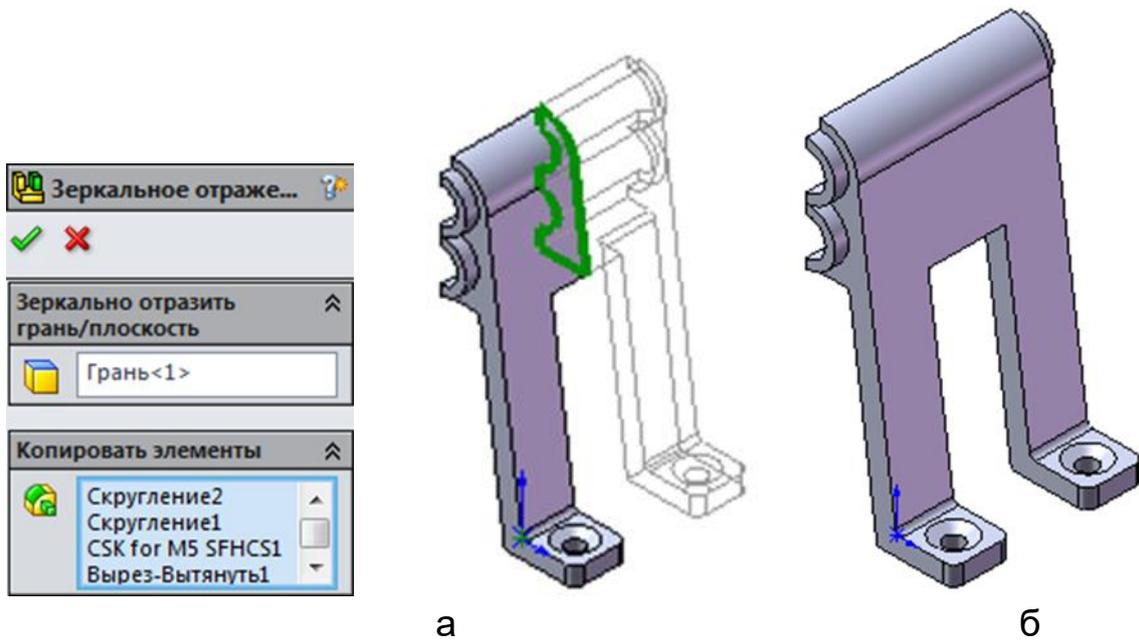


Рис. 45. Дзеркальне відображення

12. Ще раз дзеркально відобразити модель (рис. 46). Результат моделювання (Рис. 47).

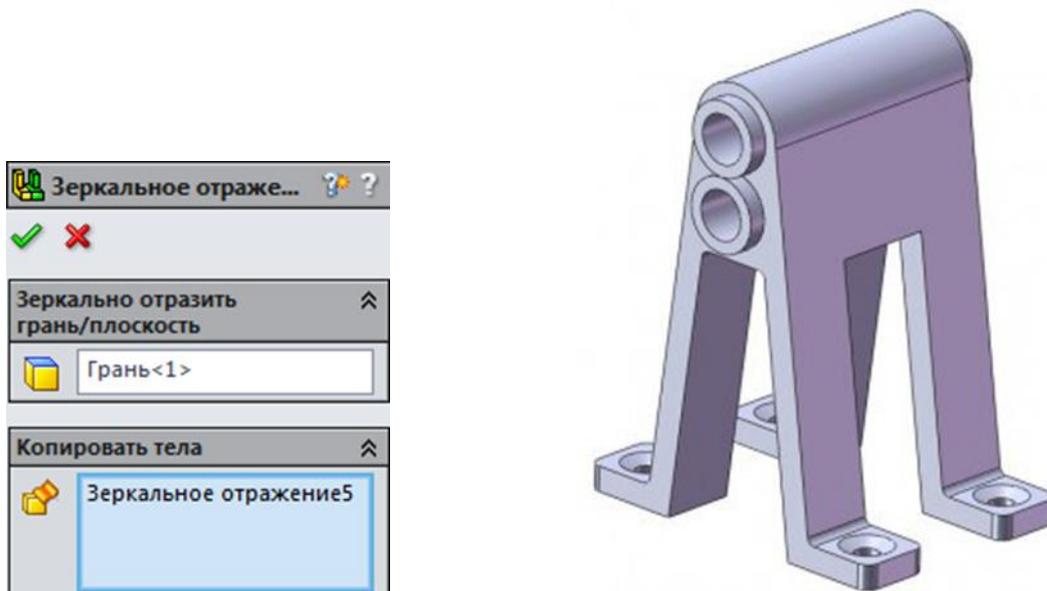


Рис. 45. Налаштування дзеркального відображення

Рис. 46. Модель «Кронштейн»

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

4.3. Побудова моделі пружини стискання

Тривимірну модель пружини створюємо за зразком (рис. 47).

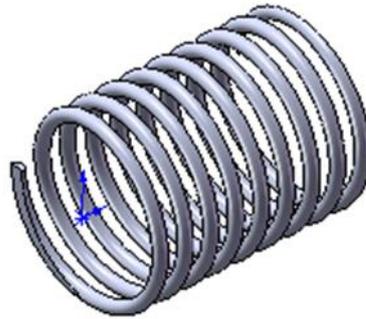


Рис. 47. Тривимірна модель пружини стискання

Алгоритм побудови

1. В дереві побудови обираємо площину для побудови ескізу, клацнувши на пункті «Справа». Обираємо команду побудови ескізу . Установити вид спереду, обравши команду «Стандартні види => Справа», або натиснувши кнопку піктографічного меню кнопки «Справа» .

2. Побудувати ескіз відповідно до рис. 48, проставити розміри . Після чого вийти з режиму створення ескізу, відтиснувши кнопку «Ескіз».

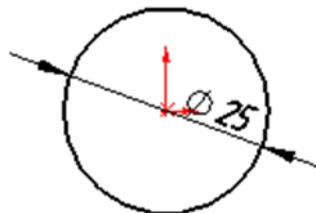


Рис. 48. Ескіз

3. Обираємо команду побудова спіралі, виставляємо параметри на панелі властивостей відповідно до рисунку 49. Створюємо об'єкт рис. 50.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

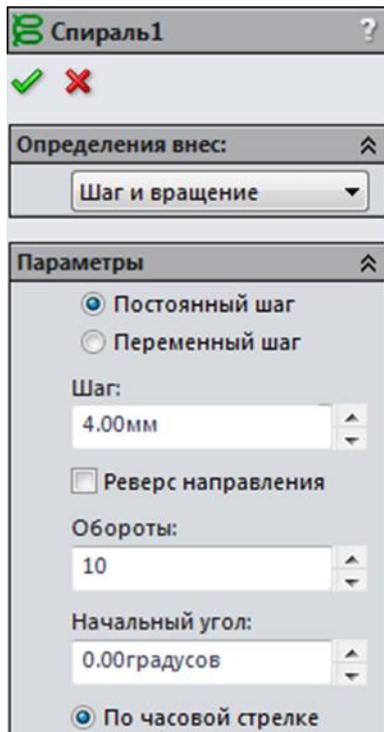


Рис. 49. Налаштування параметрів пружини

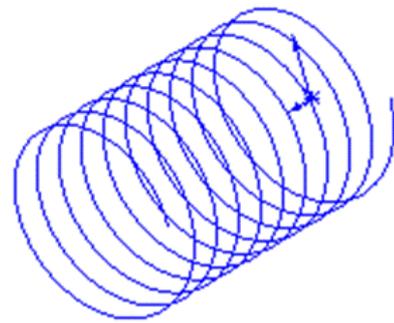


Рис. 50. Результат операції

4. Встановити вид «Зверху» . Створити ескіз у вигляді кола з прив'язкою до початку спіралі, діаметром 2 мм (рис. 51).

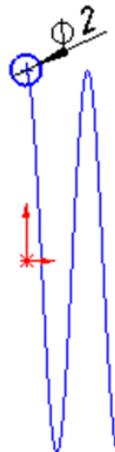


Рис. 51. Ескіз утворення пружини з дроту ϕ 2 мм

5. Обираємо команду «Витягнута бобишка/Основа» . У якості профіля обираємо коло, за направлення – спіраль (рис. 52).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

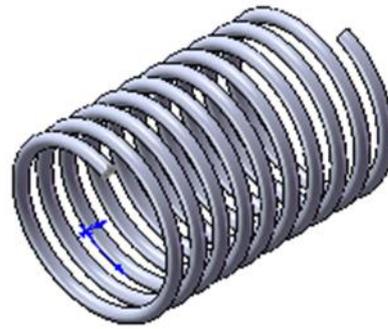
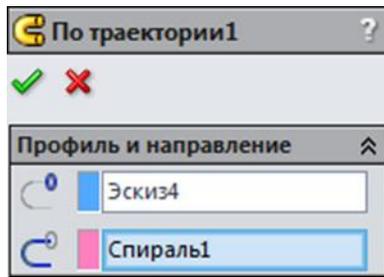


Рис. 51. Результат моделювання пружини

6. Найчастіше кінці пружини підрізають і піджимають. Щоб показати підрізані кінці пружини на кресленику необхідно обрати вид «Спереду»  Побудуйте два прямокутники, на відстані 35 мм. Права сторона одного з прямокутників повинна проходити через початок координат (рис. 52).

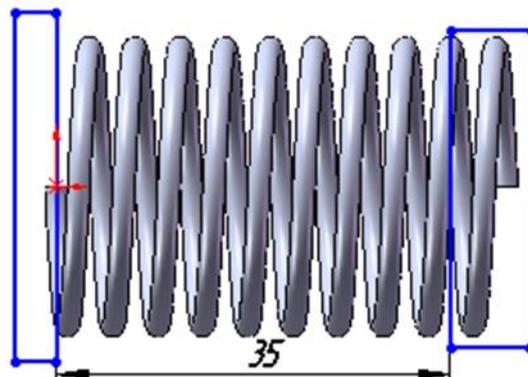


Рис. 52. Зображення підрізаних кінців пружини

7. Вирізаємо прямокутники, використовуючи команду «Витягнутий виріз»  з моделі деталі в двох напрямленнях, наскрізь (рис. 53).

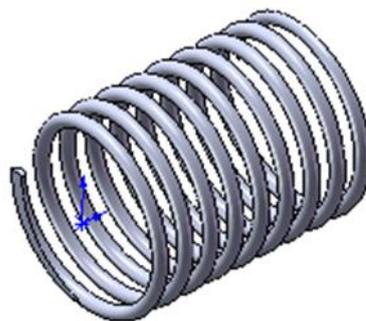


Рис. 53. Остаточний результат моделювання пружини

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Анатолий Прерис. SolidWorks 2005/2006.– М. : Питер, 2006 – 528 с.
2. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя / В. И. Анурьев : в 3-х т. – [6е изд., перераб. и доп.] – М. : Машиностроение, 1982. – Т.1.– 736 с.; Т. 2. – 584 с.; Т.3. – 576 с.
3. Бабулин Н. А. Построение и чтение машиностроительных чертежей / Н. А. Бабулин. – М. : Высшая школа, 1987. – 319 с.
4. Баранова Л. А. Основы черчения / Л. А. Баранова, А. П. Панкевич. – М. : Вышш. шк., 1982. – 351 с.
5. Быканова А. Ю., Старков А. В. Основы SolidWorks. Построение моделей деталей / Быканова А. Ю., Старков А. В.; учебно-методическое пособие. – Владивосток : ДВГТУ, 2009. – 120 с.
6. Градиль В. П. Справочник по Единой системе конструкторской документации / В. П. Градиль, А. К. Моргун, Р. А. Егошин; под ред. А. Ф. Раба. – Х. : Прапор, 1988. – 255 с.
7. Дударева Н., Загайко С. Самоучитель SolidWorks 2010 / Н. Дударева, С. Загайко. – Петербург: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.
8. Единая система конструкторской документации / Госстандарт СССР. – М., 1988. – 275 с.
9. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей / Госстандарт СССР. – М., 1991. – 238 с.
10. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения чертежей различных изделий / Госстандарт СССР. – М., 1976. – 256 с.
11. Зубчатые передачи: Справочник; под ред. Е. Г. Гинзбурга. – Л. : Машиностроение, 1980.
12. Інженерна графіка: Довідник / В. М. Богданов, А. П. Верхола, Б. Д. Коваленко та ін.; за ред. А. П. Верхоли. – К. : Техніка, 2001. – 268 с.
13. Каплун С. А. SolidWorks. Оформление чертежей по ЕСКД / Каплун С. А., Худякова Т. Ф., Щекин И. В.; учебное пособие. – Издательство SolidWorks Russia, 2009. – 190 с.
14. Левицкий В. С. Машиностроительное черчение: учебник для вузов / В. С. Левицкий. – М. : Высшая школа, 1988. – 351 с.
15. Прохоренко В. П. SolidWorks 2005. Практическое руководство / Прохоренко В. П. – М. : Бином-Пресс, 2005. – 512 с.
16. Пивняк Г. Г., Франчук В.П. Концепция подготовки инженеров в виртуальных технологиях SolidWorks / Пивняк Г. Г., Франчук В. П.; учебно-методическое пособие. – Днепропетровск : Национальный горный университет, 2008. – 36 с.
17. Прерис А. М. SolidWorks 2005/2006 / Прерис А. М.; учебный курс. – Санкт-Петербург : Питер, 2006. – 528 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

18. Райковська Г. О. Нарисна геометрія та інженерна графіка: навч. посібник / Г. О. Райковська. – Житомир: ЖДТУ, 2008. – 292 с.
19. Райковська Г.О. Інженерна графіка. Практикум : навч. посібник / Г. О. Райковська, Головня В. Д., Глембоцька Л. Є. – ч. 1. – Житомир : ЖДТУ, 2015. – 250 с.
20. Райковська Г.О. Інженерна графіка. Практикум : навч. посібник / Г. О. Райковська, Головня В. Д., Глембоцька Л. Є. – ч. 2. – Житомир : ЖДТУ, 2017. – 116 с.
21. Райковська Г.О., Глембоцька Л.Є. Практичне використання автоматизованого проектування SolidWorks у геометричному моделюванні технічних об'єктів. Навч.-методичний посібник для студентів. – Житомир: ЖДТУ, 2017. – 71 с.
22. Райковська Г.О. Методичні рекомендації призначені для лабораторних робіт і самостійної роботи здобувачів вищої технічної освіти освітнього рівня «Бакалавр», галузі знань 13 «Механічна інженерія», 27 «Транспорт» з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка», які передбачають використання САПР SolidWorks; геометричного моделювання технічних об'єктів. – [Електронне видання] / Г.О. Райковська. – Житомир : ДУ «Житомирська політехніка», 2020. – 131 с.
23. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике. (+ CD-ROM) / [Алямовский А. А., Одинцов Е. В. и др.]. – БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 04.02/131.00.1/Б/11/Д- 2020
	Екземпляр № 1	Арк. 46

РАЙКОВСЬКА Галина

Інженерна та комп'ютерна графіка

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт

Автор

Г.О. Райковська

Редактор

Г.О. Райковська

Технічне редагування

Г.О. Райковська

Комп'ютерний набір та верстка

Г.О. Райковська

Макетування

Г.О. Райковська

Підписано до друку _____ формат 1/16
Папір офсетний. Гарнітура Таймс. Умовн. друк. арк.
Електронне видання

Редакційно-видавничий відділ державного університету
«Житомирська політехніка»

Адреса: «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир,
10005