

№ 2329

М.М. Скрипаленко

М.Н. Скрипаленко

# **Информационные технологии при проектировании процессов**

Лабораторный практикум

**№ 2329**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Кафедра технологии и оборудования трубного производства

М.М. Скрипаленко

М.Н. Скрипаленко

# **Информационные технологии при проектировании процессов**

Лабораторный практикум

Допущено учебно-методическим объединением  
по образованию в области металлургии в качестве  
учебного пособия для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по направлению 150400 – Металлургия



Москва 2013

УДК 621.77:004.38  
С45

Рецензент  
д-р техн. наук, проф. *А.В. Гончарук*

**Скрипаленко, М.М.**

С45 Информационные технологии при проектировании процессов : лаб. практикум / М.М. Скрипаленко, М.Н. Скрипаленко. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2013. – 201 с.  
ISBN 978-5-87623-731-6

Практикум содержит материал, позволяющий использовать современные программные средства для проектирования и моделирования технологических процессов обработки металлов давлением. Для проектирования и создания анимационных моделей изучают программу SolidWorks, а для моделирования процесса формоизменения и расчета параметров напряженно-деформированного состояния материала, распределения температуры в теле заготовки и инструмента, энергосиловых параметров – программу DEFORM-3D.

Практикум предназначен для бакалавров, обучающихся по направлениям: 150400 «Металлургия» и 151000 «Технологические машины и оборудование», а также для студентов, специализирующихся в области технологии и оборудования обработки металлов давлением.

**УДК 621.77:004.38**

**ISBN 978-5-87623-731-6**

© М.М. Скрипаленко,  
М.Н. Скрипаленко, 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	4
Лабораторная работа 1. Создание эскизов в SolidWorks .....	5
Лабораторная работа 2. Создание деталей в SolidWorks .....	27
Лабораторная работа 3. Создание сборок в SolidWorks .....	42
Лабораторная работа 4. Создание анимационных моделей в SolidWorks .....	72
Лабораторная работа 5. Создание 3D модели для расчета процесса осадки .....	88
Лабораторная работа 6. Моделирование процесса осадки в среде DEFORM-3D .....	102
Лабораторная работа 7. Разработка и создание 3D моделей для расчета процесса прессования .....	151
Лабораторная работа 8. Моделирование процесса прессования в DEFORM-3D .....	159
Лабораторная работа 9. Создание сборки в SolidWorks для последующего моделирования процесса продольной прокатки в DEFORM-3D.....	169
Лабораторная работа 10. Моделирование процесса продольной прокатки в DEFORM-3D.....	175
Лабораторная работа 11. Разработка и создание 3D модели для расчета процесса прошивки на прессе.....	189
Лабораторная работа 12. Моделирование процесса прошивки на прессе в среде DEFORM-3D .....	193

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В лабораторном практикуме представлены работы, позволяющие изучить программные и технические средства, используемые в современных информационных технологиях для разработки технологических процессов обработки металлов давлением (ОМД), в том числе осадки, прессования, прошивки на прессе, продольной прокатки. При выполнении лабораторных работ студенты, специализирующиеся в области ОМД, получают навыки применения современных CAD-CAE (CAD – Computer aided design и CAE – Computer aided engineering) программных продуктов для проектирования деформирующего инструмента, анализа результатов компьютерного моделирования и их визуализации. Одними из широко применяемых программных продуктов являются SolidWorks и DEFORM-3D.

При изучении программного продукта SolidWorks пользователь получает навыки построения эскизов, деталей, сборок и создания анимационных моделей, а при изучении DEFORM-3D – навыки компьютерного моделирования процессов ОМД, представления результатов расчета, их визуализации, анализа и разработки рекомендаций. Приведены примеры, сопровождающиеся подробными пояснениями, описываются основные этапы подготовки задачи моделирования процессов ОМД, ее решения и отображения результатов.

Авторы выражают благодарность А.А. Алямовскому (SolidWorks Russia) и А.А. Сидорову (ООО «ТЕСИС») за консультации.

# Лабораторная работа 1

## СОЗДАНИЕ ЭСКИЗОВ В SOLIDWORKS

### 1.1. Цель работы

Освоение навыков создания эскизов в среде SolidWorks.

### 1.2. Введение

При проектировании и разработке новых технологических режимов обработки металлов давлением и совершенствовании существующих, при моделировании отдельных операций и всего технологического процесса применяются различные системы автоматизированного проектирования. Одним из лидирующих программных комплексов в области автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства является SolidWorks.

С эскиза начинается процесс практически любого моделирования. Эскиз может быть трехмерным или двухмерным. Как правило, используют двухмерные эскизы, которые в SolidWorks рисуются на плоскости.

### 1.3. Создание простого эскиза

В меню Пуск выберите SolidWorks 2012 или нажмите два раза левой кнопкой мыши на соответствующий ярлык на рабочем столе. Перед вами откроется диалоговое окно **SolidWorks** (рис. 1.1).

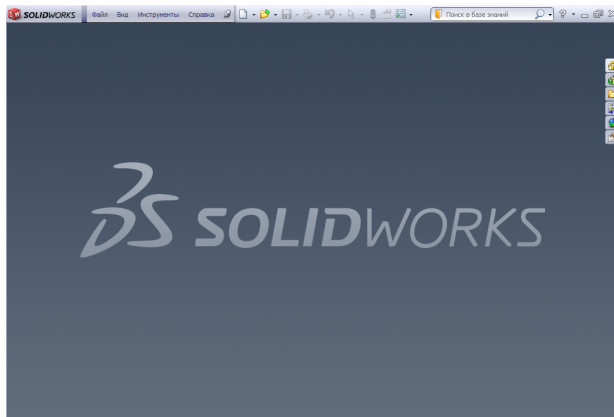


Рис. 1.1. Диалоговое окно **SolidWorks**

В меню **Файл** выберите **Новый** (рис. 1.2) , затем **Деталь** (рис. 1.3) и нажмите **Ок** или [Enter]. В появившемся окне выберите вкладку **Эскиз** (рис. 1.4), затем выберите плоскость, в которой будет создаваться эскиз, просто наведя на нее мышью. В данном случае выберите плоскость «Сверху» (рис. 1.5) и нажмите левую кнопку мыши для ее выбора, затем в меню выберите команду **Эскиз Эскиз** и нажмите левую кнопку мыши, при этом плоскость развернется фронтально к пользователю (рис. 1.6).

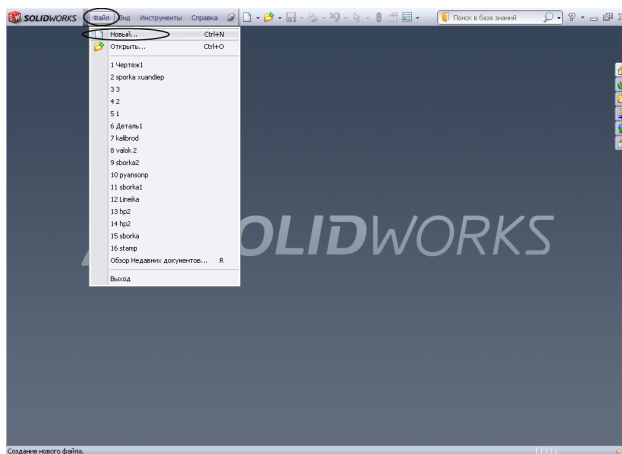


Рис. 1.2. Создание нового файла

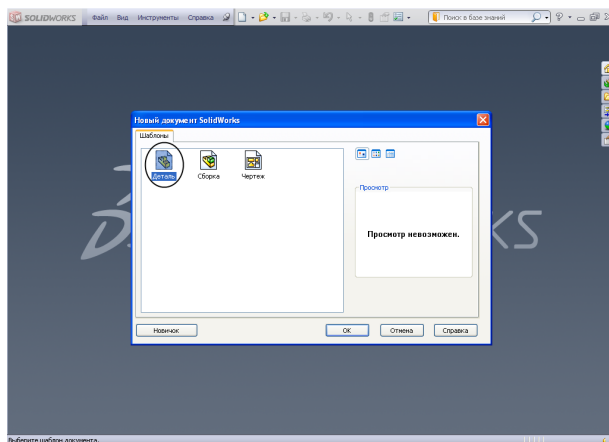


Рис. 1.3. Создание нового документа «Деталь»

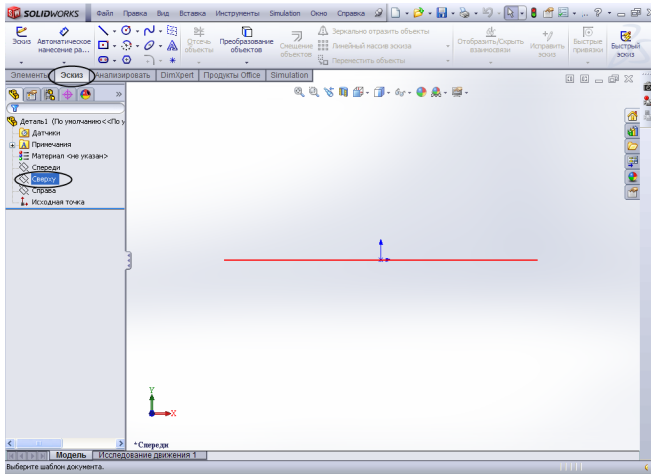


Рис. 1.4. Выбор вкладки Эскиз и плоскости сверху

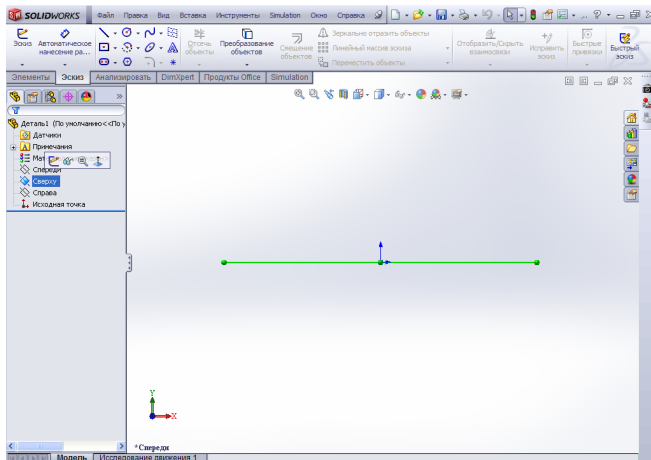


Рис. 1.5. Для активации плоскости «Сверху»



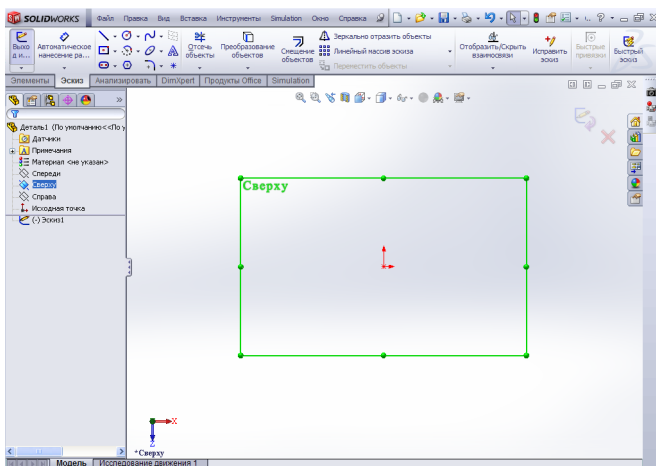


Рис. 1.6. К созданию эскиза в плоскости «Сверху»

В данной лабораторной работе создадим эскизы для последующего их преобразования в модели осадочной плиты, контейнера для прессования, вала для листовой прокатки.

Перечень основных команд в меню Эскиз (рис.1.7) и их назначение представлены на рис. 1.8.

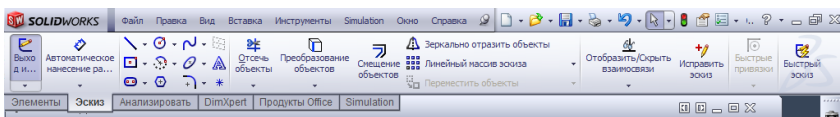


Рис. 1.7. Команды в меню Эскиз

Значок	Назначение	Значок	Назначение
 Точечный	Установка базовой точки	 Линия	Рисование линий и отрезков
 Прямоуго...	Рисование прямоугольников	 Параллел...	Рисование параллелограммов
 Окружност...	Рисование окружностей	 Дуга через 3 точки	Рисование дуги по трем точкам
 Центр дуги	Рисование дуги по центру и двум точкам	 Касательн... дуга	Построение дуги, касательной к линии
 Окружност... по	Рисование окружностей по периметру	 Зеркально отразить	Зеркальное отражение выбранных объектов относительно осевой линии
 Скругление	Скругление угла на пересечении двух линий	 Фаска	Добавление фаски в месте пересечения двух объектов эскиза
 Удлинить объекты	Удлинение объекта эскиза до другого	 Осевая линия	Проведение осевой линии
 Смещение объектов	Добавление объектов эскиза, смещенного относительно другого объекта эскиза	 Отсечь объекты	Отсечение или удаление объекта эскиза
 Круговой массив	Добавление кругового массива	 Линейный массив	Добавление прямоугольного массива
 Эллипс	Рисование эскиза полного эллипса	 Эллипс с указанием	Рисование эскиза неполного эллипса
 Сплайн	Рисование сплайна	 Многогол...	Рисование многоугольников

Рис. 1.8. Команды в меню Эскиз

## 1.4. Создание эскиза для последующего преобразования в деталь для осадочной плиты

В разделе показано как построить эскиз окружности с центром в исходной точке и диаметром 100 мм (рис. 1.9).

Создайте файл для детали как показано на рис. 1.2–1.6. После выбора плоскости «Сверху» (см. рис. 1.6) выберите команду Окружность (рис. 1.10), далее курсор установите в исходную точку (при совпадении курсора с точкой она высветится красным (рис. 1.11), после чего, зажав левую кнопку мыши, ведите курсор от центра, при этом будет появляться окружность, затем отпустите левую кнопку мыши (рис. 1.12).

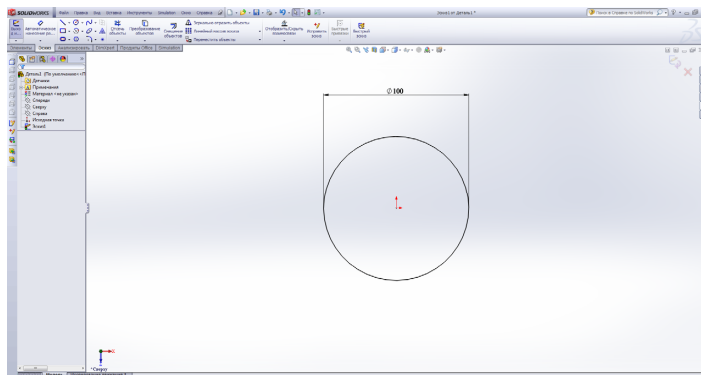


Рис. 1.9. Эскиз окружности

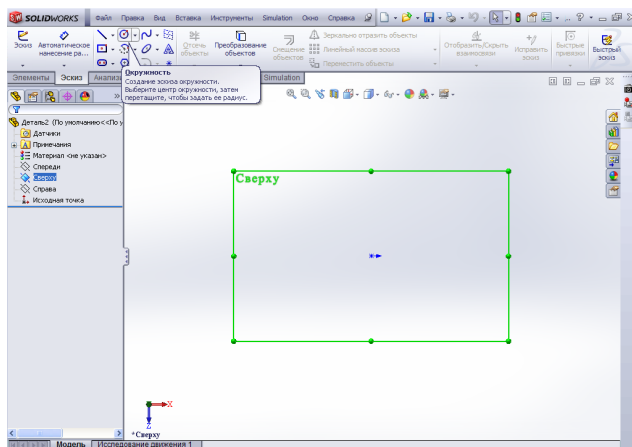


Рис. 1.10. Выбор команды Окружность

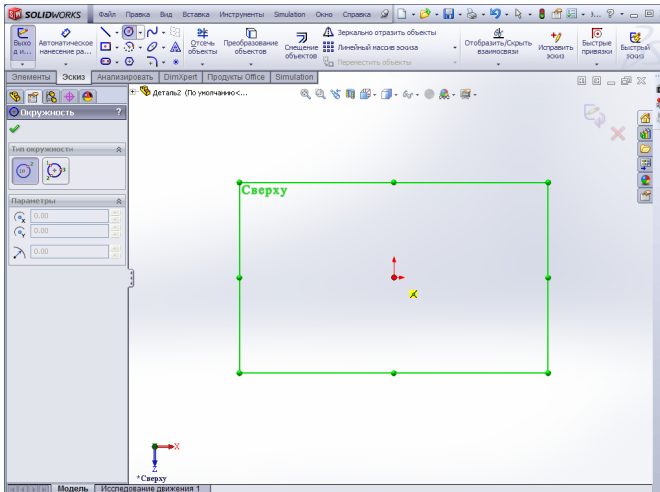


Рис. 1.11. Постановка курсора в исходную точку для рисования окружности

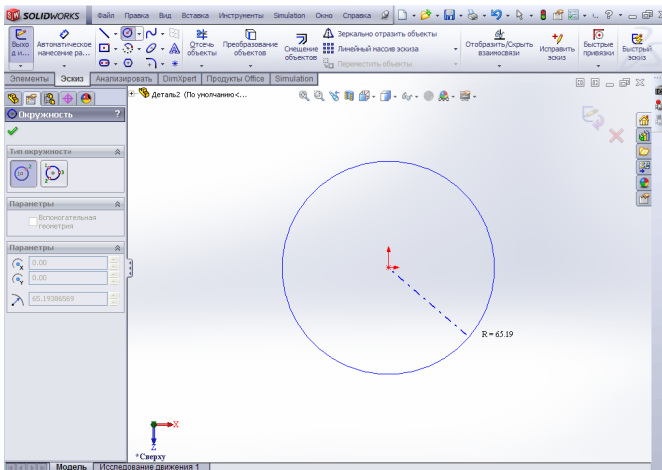


Рис. 1.12. Рисование окружности

Затем введите значение радиуса окружности, равное 50 мм (рис. 1.13).

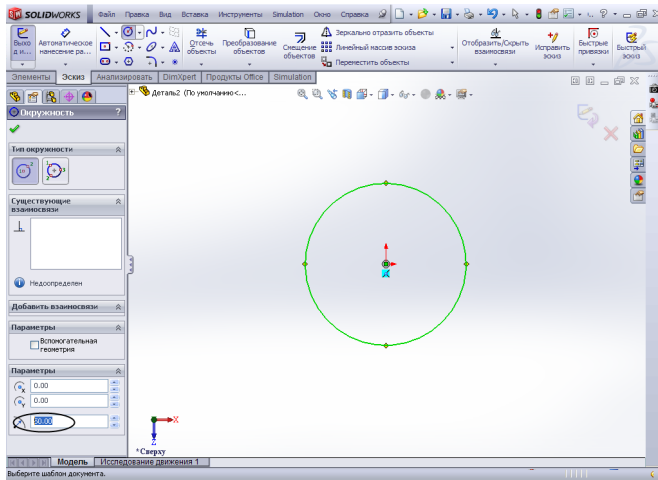



Рис. 1.13. Задание радиуса окружности

Для принятия размера нажмите **Закрывать**  (см. рис. 1.13), затем сохраните введенное значение радиуса, как показано на рис. 1.14.

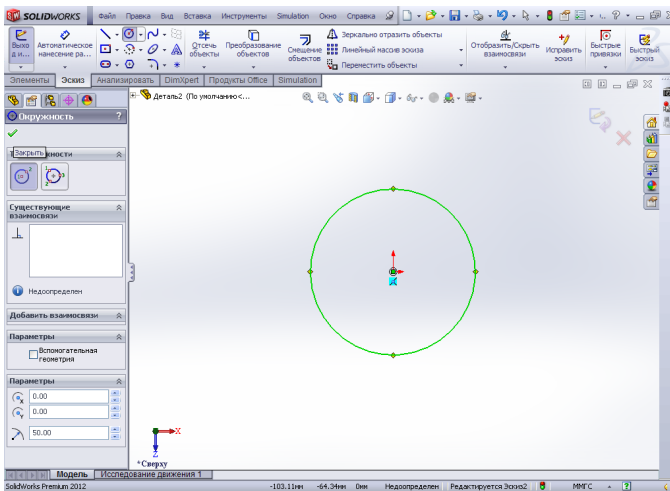



Рис. 1.14. Сохранение введенного значения радиуса

Для того чтобы выйти из эскиза, необходимо нажать  **Выход** из эскиза (рис. 1.5).

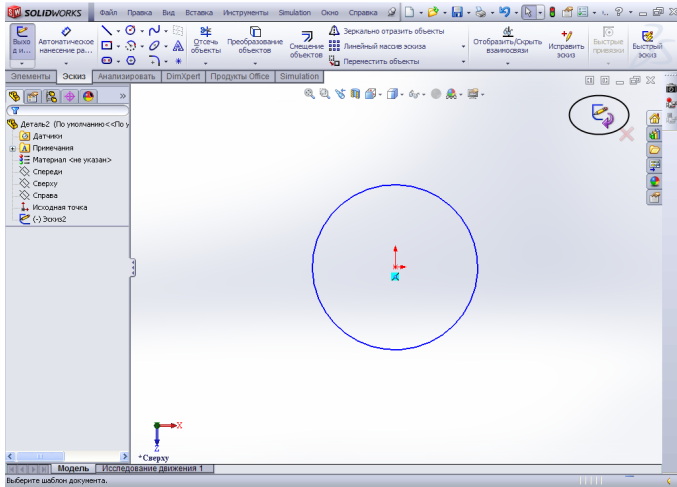


Рис. 1.15. Выход из эскиза

Эскиз для создания модели осадочной плиты готов. Для сохранения необходимо выбрать **Файл**, затем **Сохранить** (рис. 1.16). В появившемся окне необходимо сохранить файл (рис. 1.17), присвоив ему имя с использованием только латинских символов, также необходимо удостовериться, что в пути сохранения файла нет русских символов.

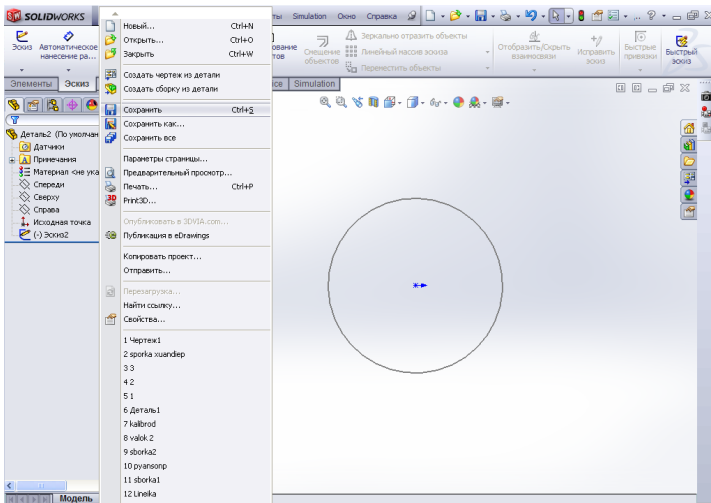


Рис. 1.16. Сохранение файла с эскизом

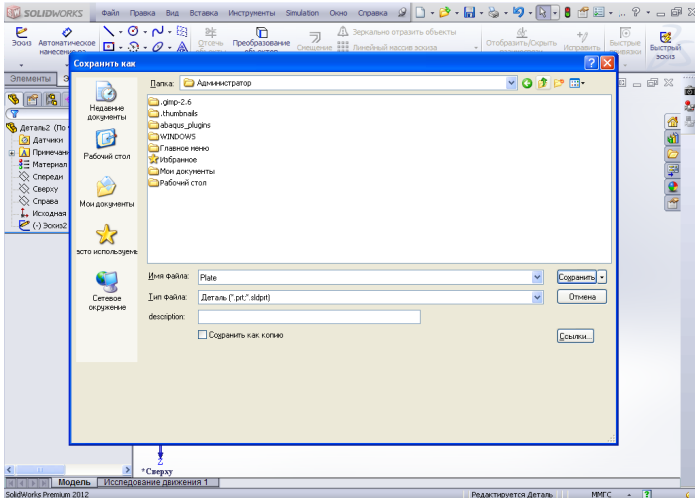


Рис. 1.17. Окно для сохранения файла с эскизом

## 1.5. Создание эскиза для последующего преобразования в деталь прокатного вала для листопркатного стана

В разделе показано построение эскиза окружности с центром в исходной точке и диаметром 100 мм (рис. 1.18).

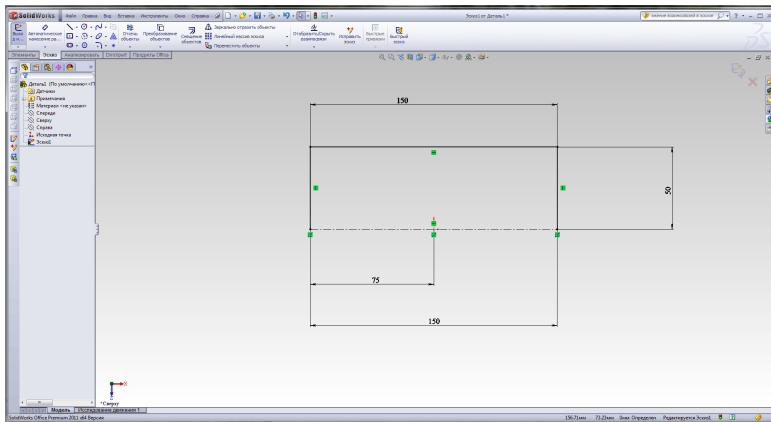



Рис. 1.18. Эскиз для создания детали прокатного вала

Для открытия SolidWorks и создания нового файла с эскизом необходимо повторить операции, описанные в разд. 1.3.

Эскиз для прокатного валка (далее валка) необходимо начать с рисования осевой линии. Для этого в меню Эскиз необходимо найти команду Линия  и в выпадающем меню (нажатием стрелки справа от синей наклонной линии) выбрать команду Осевая линия (рис. 1.19).

После этого курсор переместить в левую половину экрана и произвольным образом нарисовать линию. Для обозначения начальной точки линии необходимо нажать левую кнопку мыши, после чего передвинуть в правую сторону и нажать клавишу [ESC] (рис. 1.20), обозначив конец осевой линии.

При построении осевой линии необходимо задать размер и сделать так, чтобы исходная точка соответствовала ее середине. Для этого надо воспользоваться командой Отобразить/Скрыть взаимосвязи и в выпадающем меню выбрать команду Добавить взаимосвязь (рис. 1.21).

Слева откроется меню Добавить взаимосвязь (рис. 1.22). Затем надо указать какие объекты и как будут связаны. Сначала кликнуть левой кнопкой мыши на осевую линию – она станет зеленой и в выбранных объектах для добавления взаимосвязи появится ее имя (рис. 1.23).левой кнопкой мыши выбрать в типах взаимосвязи «Горизонтальный», после чего осевая линия должна занять горизонтальное положение и под ней появится знак тире в синем квадрате, обозначающем добавленную взаимосвязь (рис. 1.24).

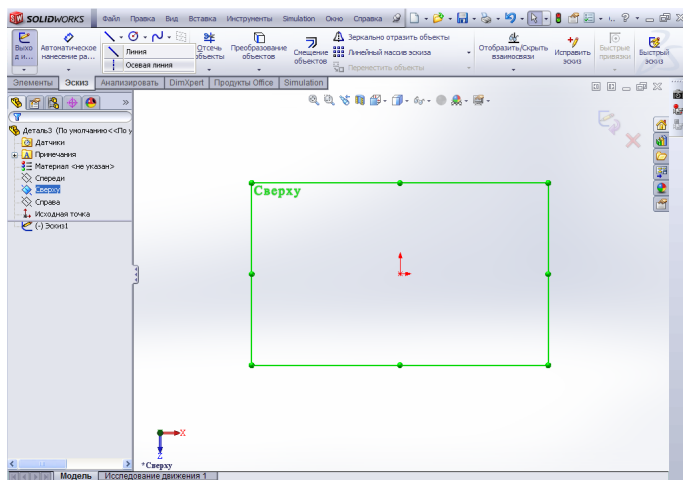


Рис. 1.19. Выбор команды Осевая линия



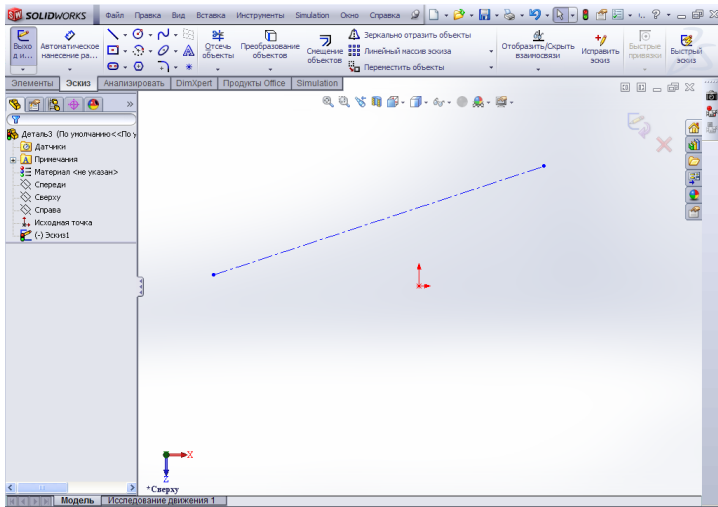


Рис. 1.20. Осовая линия

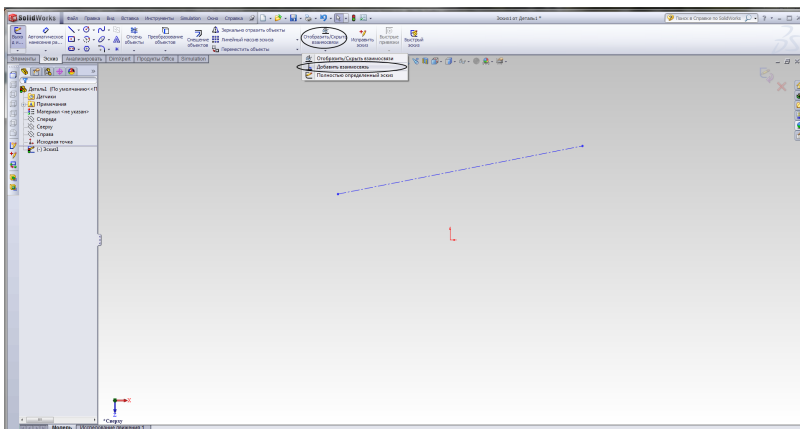


Рис. 1.21. Добавление взаимосвязи

Для того чтобы осевая линия проходила через исходную точку, надо добавить еще одну взаимосвязь, при этом исходная точка должна являться серединой осевой линии. Необходимо снова выбрать команду Добавление взаимосвязи и поочередно левой кнопкой мыши найти исходную точку и осевую линию, после чего указать «Средняя точка» (рис. 1.25). Если все выбрано правильно, то поло-

жение линии будет таким, как показано на рис. 1.26. Чтобы окончательно определить осевую линию надо задать ее размер. Для этого следует в меню Эскиз выбрать команду Автоматическое нанесение размеров и указать одноименную опцию в выпадающем списке (рис. 1.27).

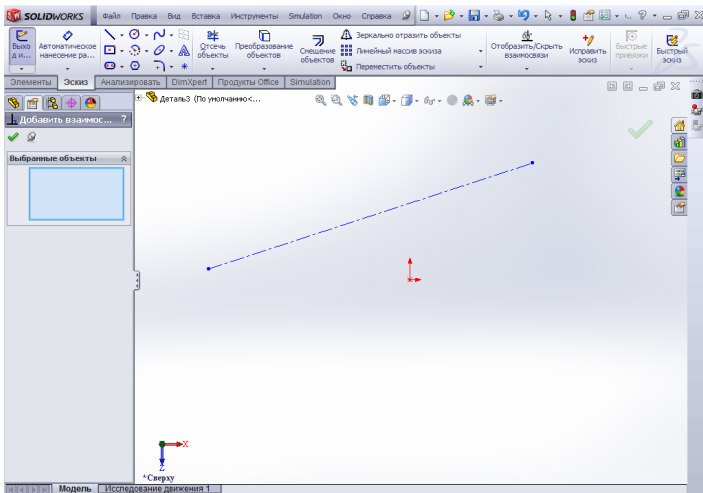


Рис. 1.22. Вид меню **Добавление взаимосвязи** перед выбором объектов

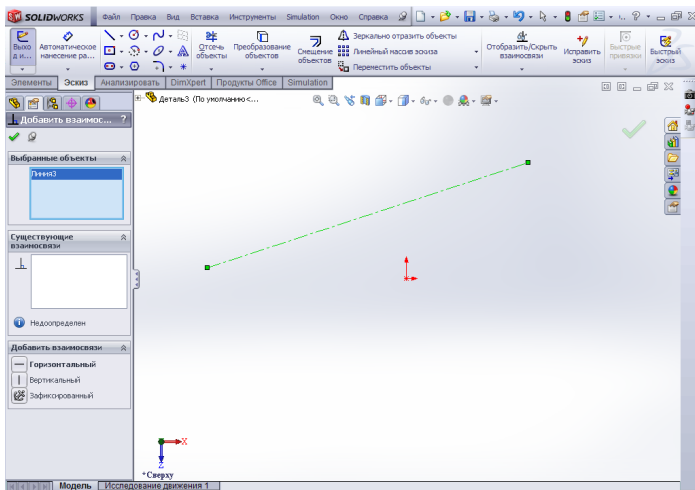


Рис. 1.23. Выбор объекта и добавление взаимосвязи

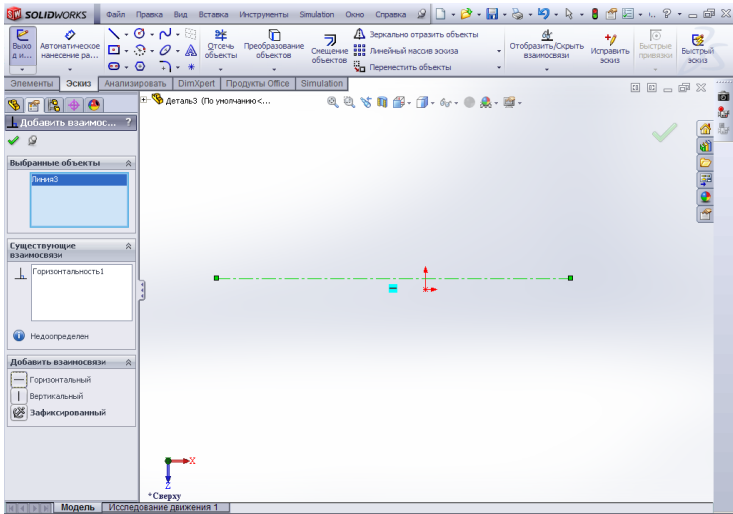


Рис. 1.24. Положение линии после добавления взаимосвязи

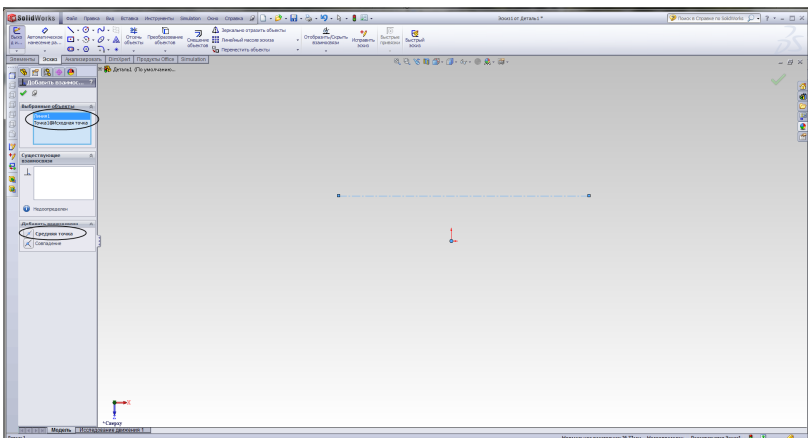


Рис. 1.25. Выбор объектов для добавления взаимосвязи (исходной точки и осевой линии)

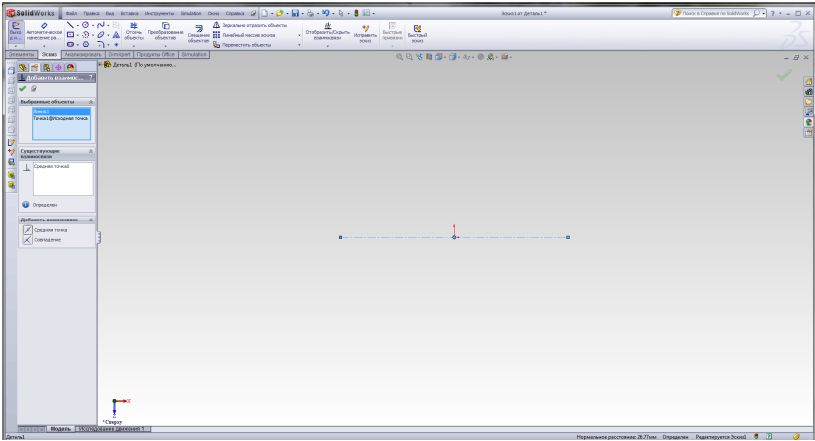


Рис. 1.26. Положение объектов эскиза после добавления взаимосвязи «Средняя точка»

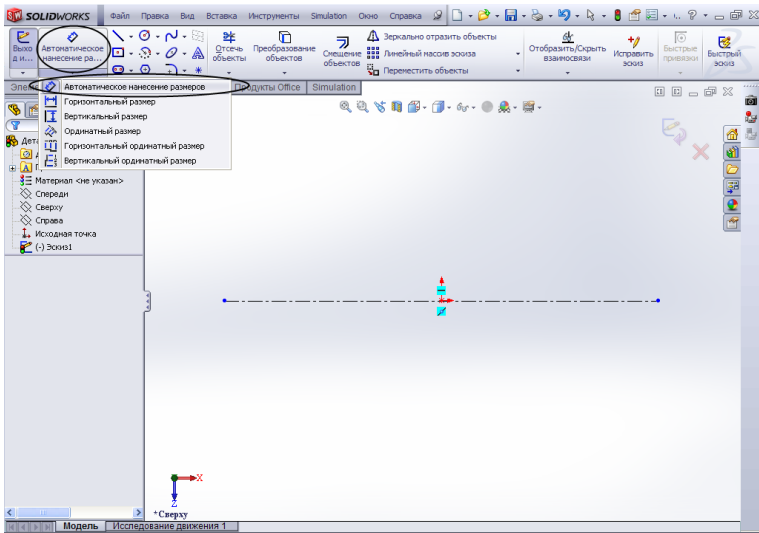


Рис. 1.27. Выбор команды Автоматическое нанесение размеров

После выполнения данной команды можно добавлять размер. Для этого левой кнопкой мыши необходимо выбрать линию, и, передвинув мышь вверх или вниз, вынести размер, затем еще раз нажать на левую