

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

*Методические рекомендации к лабораторным работам  
для студентов специальности  
1-36 01 03 «Технологическое оборудование  
машиностроительного производства»  
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2020

УДК 004:621  
ББК 32.973:34.5  
И74

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты»  
«07» сентября 2020 г., протокол № 2

Составитель канд. техн. наук, доц. С. Н. Хатетовский

Рецензент канд. техн. наук, доц. Д. М. Свирепа

Методические рекомендации к лабораторным работам предназначены для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства».

Учебно-методическое издание

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Ответственный за выпуск С. Н. Хатетовский

Корректор Т. А. Рыжикова

Компьютерная верстка Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 32 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет», 2020

## Содержание

Меры безопасности при проведении лабораторных работ.....	4
Лабораторная работа № 1. Основы математического программного пакета PTC Mathcad Prime 5.0.....	4
Лабораторная работа № 2. Дифференцирование и интегрирование в среде математического программного пакета PTC Mathcad Prime 5.0.....	9
Лабораторная работа № 3. Матрицы и матричные операции в среде математического программного пакета PTC Mathcad Prime 5.0 .....	11
Лабораторная работа № 4. Решение уравнений в среде математического программного пакета PTC Mathcad Prime 5.0 .....	12
Лабораторная работа № 5. Создание эскизов в среде САПР .....	13
Лабораторная работа № 6. Твердотельное моделирование в среде САПР .....	18
Лабораторная работа № 7. Синхронная технология моделирования в среде САПР .....	19
Лабораторная работа № 8. Моделирование сборки в среде САПР .....	21
Список литературы .....	23

## **Меры безопасности при проведении лабораторных работ**

Не работайте за компьютером при наличии внешних повреждений корпуса или изоляции силовых кабелей.

Не кладите на корпус системного блока и не храните на нем разные предметы, особенно тяжелые, т. к. в этом случае может возникнуть вибрация, которая может вызвать нарушения работы компьютера.

Не рекомендуется включать компьютер в розетки без заземления. Розетки и вилки должны быть цельными, без повреждений.

Не включайте компьютер в помещении с высокой влажностью.

Не оставляйте работающий компьютер без присмотра длительное время.

Провода и силовые кабели компьютера должны быть расположены так, чтобы исключить возможность наступить на них или поставить что-то тяжелое.

Нельзя работать с компьютером при открытом корпусе системного блока.

## **Лабораторная работа № 1. Основы математического программного пакета PTC Mathcad Prime 5.0**

**Цель работы:** изучить основные возможности математического программного пакета.

### ***Краткие теоретические сведения***

Mathcad – программа, которая относится к классу приложений, называемых PSE (Problem Solution Environment – программная среда для решения). Это подразумевает, что ее работа не определяется однозначно действиями пользователя (как, например, в текстовых редакторах), а является в большей степени результатом работы встроенных алгоритмов.

С помощью Mathcad можно решать самые разные математические задачи и оформлять результаты расчетов на высоком профессиональном уровне.

Интерфейс программы Mathcad включает заголовок окна, строку меню, панели инструментов, рабочий лист (рабочую область) документа, строку состояния и окно трассировки (рисунок 1).

Таким образом, интерфейс Mathcad сходен с другими приложениями Windows.

Вызвать любую панель на экран или скрыть ее можно с помощью пункта «Панели инструментов» меню «Вид».

Дополнительные панели инструментов активизируются и скрываются при помощи панели инструментов «Математические» (рисунок 2).

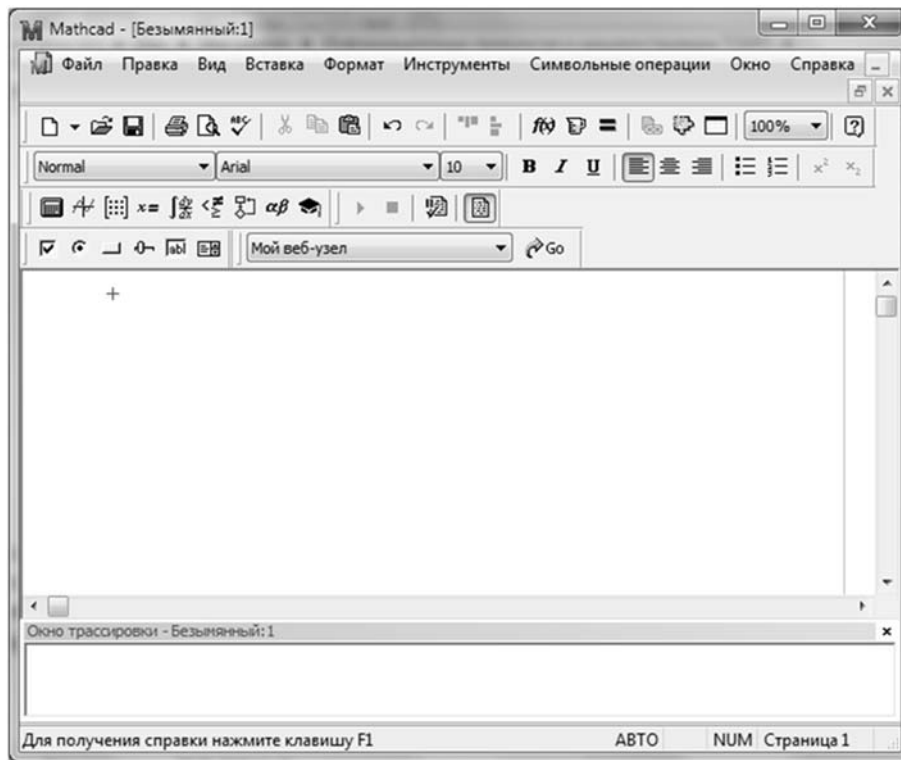


Рисунок 1 – Интерфейс математического программного пакета

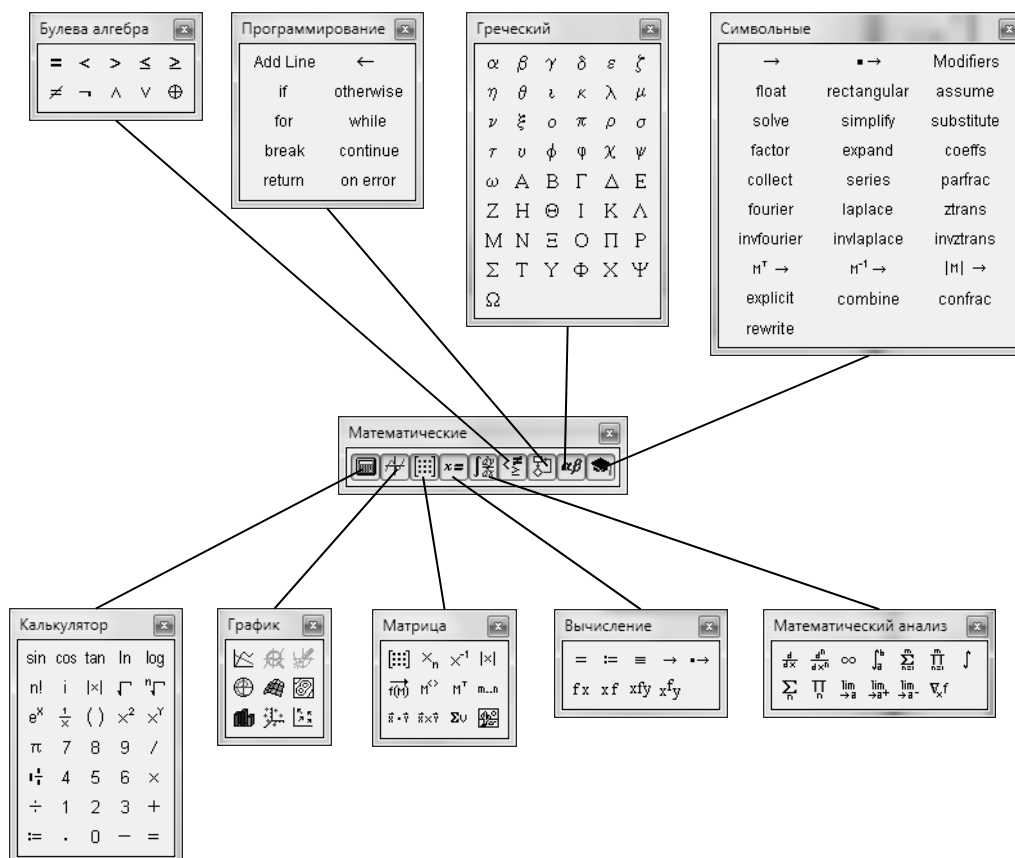


Рисунок 2 – Панель инструментов «Математические»

К основным элементам математических выражений в Mathcad относятся числа, переменные, константы, операторы и функции.

Числа бывают целыми, вещественными и комплексными. Примеры записи чисел представлены на рисунке 3.

$$\begin{array}{c} 200 \\ .009 \\ -3 \cdot 10^{-3} \\ 3 + 6.8i \end{array}$$

Рисунок 3 – Примеры записи чисел

Имена переменных, констант и функций могут состоять из любого количества допустимых символов: латинских и греческих букв, цифр и специальных символов («`», «\_», «%»). Имя не может начинаться цифрой. Прописные и строчные буквы различаются.

Некоторые имена в Mathcad зарезервированы под системные переменные, которые называются встроенными константами. Встроенные константы делятся на два типа: математические, хранящие значения некоторых общеупотребительных специальных математических символов, и системные, определяющие работу большинства численных алгоритмов, реализованных в Mathcad.

Математические константы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Математические константы

Символ	Горячие клавиши	Значение
$\infty$	<Ctrl>+<Shift>+<z>	Бесконечность
e	<e>	Основание натурального логарифма
$\pi$	<Ctrl>+<Shift>+<p>	Число «пи»
i	<i>	Мнимая единица
j	<j>	Мнимая единица
%	<%>	Процент, т. е. 0,01

Основные математические операторы доступны на панели инструментов «Калькулятор». Некоторые из них можно набирать с помощью клавиатуры, например: <+>, <-> и т. п. Оператор возведения в степень набирается клавишами <Shift>+<^>.

Для присваивания числа переменной служит оператор определения «:=», который отображается после набора клавиш <Shift>+<:=>.

Значением переменной может быть не только число, но и строка, состоящая из любой последовательности символов, заключенной в кавычки. Кавычки вводятся после оператора «:=» клавишами <Shift>+<”>.

Переменной также может быть присвоен диапазон значений. Такая переменная называется ранжированной. Диапазон указывается специальным символом «..». Этот символ набирается клавишей <.>. Примеры ранжированных переменных представлены на рисунке 4.

Диапазон с шагом 1 от 1 до 9:

$a := 1..9$

Диапазон с шагом 0,7 от 0,3 до 9  
(последнее значение 8,3):

$b := 0.3, 1..9$

Рисунок 4 – Примеры ранжированных переменных

Шаг ранжированной переменной  $b$  рассчитывается как разность между вторым и первым членами последовательности, т. е.  $1 - 0,3$ .

Переменную вообще можно определять любым допустимым математическим выражением, в том числе с использованием векторов, матриц, тензоров, других переменных. При этом для определения переменной при помощи другой переменной последняя должна быть определена в рабочей области выше или левее. Это относится к оператору «Определение», т. е. «:=», который называется локальным. Существует также оператор глобального определения переменной – «≡». Он доступен на панели инструментов «Вычисление», а также может быть набран клавишами <Shift>+<~>. Этот оператор служит для определения переменной, которая может использоваться для определения другой переменной, расположенной в любом месте рабочей области.

Вычисление выражения осуществляется оператором «=», который называется «Рассчитать численно».

Точностью вычислений при помощи оператора «=» можно управлять командой, доступной в меню: «Формат»→«Результат». Эта команда активирует диалог «Формат результата».

Вычисление выражения с непосредственно задаваемой точностью осуществляется оператором «■→», который называется «Символьный расчет с ключевым словом» и доступен на панелях инструментов «Вычисление» и «Символьные», а также может быть набран клавишами <Ctrl>+<◇>. Ключевым словом здесь является «float,n», где  $n$  – это число знаков после запятой.

В Mathcad доступно много стандартных функций. Некоторые из них можно набирать при помощи клавиш, например: <sin>, <cos> и т. п. Ряд функций доступен на панели инструментов «Калькулятор». Все имеющиеся функции доступны в меню: «Вставка»→«Функция». Эта команда активирует диалог «Вставка функции».

Примеры вычисления функции представлены на рисунке 5.

Логарифм числа 2 по основанию 3:

$$c := \log(2,3) = 0.631$$

Логарифм числа 2 по основанию 3,  
вычисленный с заданной точностью:

$$d := \log(2,3) \text{ float},5 \rightarrow 0.63093$$

Рисунок 5 – Примеры вычисления функции

Каждая формула ограничена в рабочей области так называемой математической областью, в пределах которой доступны инструменты редактора формул. Основные элементы интерфейса редактора формул Mathcad (рисунок 6): указатель мыши, играющий обычную для приложений Windows роль, следуя за движениями мыши; курсор, обязательно находящийся внутри документа; местозаполнители, появляющиеся внутри незавершенных формул в местах, которые должны быть заполнены.

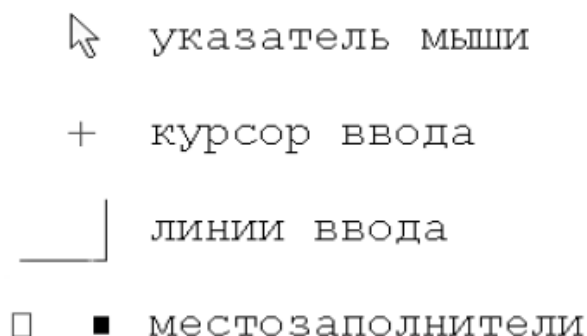


Рисунок 6 – Элементы интерфейса редактора формул

Курсор может быть трех видов: курсор ввода – крестик красного цвета, который отмечает пустое место в документе, куда можно вводить текст или формулу; линии ввода – горизонтальная и вертикальная линии синего цвета, выделяющие в тексте или формуле определенную часть; линия ввода текста – красная вертикальная линия, аналог линий ввода для текстовых областей.

Местозаполнители бывают двух видов: местозаполнитель символа – черный прямоугольник; местозаполнитель оператора – черная прямоугольная рамка.

Перемещать линии ввода в пределах формулы можно двумя способами: щелкая в нужном месте мышью; нажимая на клавиатуре клавиши стрелок, пробел и <Ins>. Клавиши со стрелками имеют естественное назначение, переводя линии ввода вверх, вниз, влево или вправо. Клавиша <Ins> переводит вертикаль-



ную линию ввода с одного конца горизонтальной линии ввода на противоположный. Пробел предназначен для выделения различных частей формулы.

Удаление элементов выражения осуществляется клавишами <Del> и <Backspace>.

Если щелкнуть левой клавишей мыши по математической области, то становится активным математический редактор. Такую математическую область можно перемещать. Для этого следует навести курсор на рамку, нажать левую клавишу мыши и, удерживая ее нажатой, перемещать мышь.

Для удаления математической области ее необходимо выделить прямоугольником и нажать клавишу <Del>.

Кроме математических областей, в Mathcad можно создавать текстовые области. Для этого можно воспользоваться клавишами <Shift>+<”>.

### ***Перечень используемого программного обеспечения***

Программный математический пакет Mathcad.

### ***Порядок выполнения работы***

Изучить интерфейс математического программного пакета.

Выполнить задание 1: вычислить выражение.

Выполнить задание 2: вычислить ранжированную переменную.

### ***Содержание отчета***

Текстовая область – «Лабораторная работа № 1». Текстовая область – «Задание 1». Выполнение задания 1. Текстовая область – «Задание 2». Выполнение задания 2.

### ***Контрольные вопросы***

Для чего предназначен математический программный пакет?

Каковы основные элементы интерфейса математического программного пакета?

Каковы основные элементы выражения?

## **Лабораторная работа № 2. Дифференцирование и интегрирование в среде математического программного пакета PTC Mathcad Prime 5.0**

***Цель работы:*** изучить основные средства математического анализа математического программного пакета.

### ***Краткие теоретические сведения***

Подобно присваиванию числовых значений переменным можно определить функции пользователя одного или нескольких аргументов (рисунок 7).

$$f(x) := x^2 - 3 \cdot x - 2$$

$$f(0) = -2$$

$$f(10) = 68$$

Рисунок 7 – Пример задания и вычисления функции

Для построения графика функции используются команды панели «График». Создание графика функции одной переменной осуществляется командой «График X-Y».

Дифференцирование и интегрирование осуществляется при помощи инструментов, расположенных на панели «Математический анализ».

Оператор «Производная» может использоваться для аналитического определения производной (рисунок 8).

$$f(x) := \sin(x) \cdot \ln(x)$$

$$\frac{d}{dx} f(x) \rightarrow \cos(x) \cdot \ln(x) + \frac{\sin(x)}{x}$$

Рисунок 8 – Пример аналитического определения производной

Для того чтобы рассчитать производную в точке, необходимо предварительно задать значение аргумента в этой точке (рисунок 9).

$$f(x) := \sin(x) \cdot \ln(x)$$

$$x := 2$$

$$\frac{d}{dx} f(x) \rightarrow \cos(2) \cdot \ln(2) + \frac{1}{2} \cdot \sin(2) = 0.166$$

Рисунок 9 – Пример вычисления производной

Аналогично выполняется аналитическое и численное интегрирование: используются операторы «Определенный интеграл» и «Неопределенный интеграл».

### ***Перечень используемого программного обеспечения***

Программный математический пакет Mathcad.

### ***Порядок выполнения работы***

Найти первую производную функции.

Построить график этой производной.

Найти неопределенный интеграл выражения 1.

Вычислить определенный интеграл выражения 2.

## ***Содержание отчета***

Текстовая область – «Лабораторная работа № 2». Текстовая область – «Задание 1». Выполнение задания 1. Текстовая область – «Задание 2». Выполнение задания 2. Текстовая область – «Задание 3». Выполнение задания 3. Текстовая область – «Задание 4». Выполнение задания 4.

## ***Контрольные вопросы***

Как задаются функции?

Каковы команды дифференцирования?

Каковы команды интегрирования?

## **Лабораторная работа № 3. Матрицы и матричные операции в среде математического программного пакета PTC Mathcad Prime 5.0**

***Цель работы:*** изучить основные средства математического программного пакета для работы с матрицами.

## ***Краткие теоретические сведения***

Для представления матриц в пакете Mathcad используются массивы двух типов: одномерные и двумерные. Одномерный массив с одним столбцом или одной строкой называется вектором. Двумерный массив называется собственно матрицей. Стандартные функции и операторы для работы с векторами используют именно вектор-столбцы.

Массив может быть присвоен переменной, которая может участвовать в дальнейшем в матричных выражениях.

Номер элемента матрицы называется индексом. Индексы могут иметь только целочисленные значения. Они могут начинаться с нуля или единицы, в зависимости от системной переменной ORIGIN, которая может быть равна 0 или 1 соответственно. В случае двумерных матриц индекс состоит из номера строки и номера столбца, разделенных запятой. В случае векторов индекс означает или номер строки (для вектор-столбца) или номер столбца (для вектор-строки). Направление нумерации: слева направо и сверху вниз.

Доступ к элементам матрицы осуществляется с помощью их индексов. Для задания индексов на панели «Матрица» предусмотрена специальная кнопка «Индекс». Перейти к записи индекса можно также с помощью клавиши <[>.

С матрицами могут производиться различные операции. Основные операторы представлены на панели инструментов «Матрица».

Для выделения подматрицы используется встроенная функция submatrix. Для того чтобы составить из двух или более матриц одну, в Mathcad предусмотрена пара матричных функций: augment – матрица, сформированная слиянием матриц-аргументов слева направо; stack – матрица, сформированная слиянием матриц-аргументов сверху вниз.

### ***Перечень используемого программного обеспечения***

Программный математический пакет Mathcad.

### ***Порядок выполнения работы***

Решить систему алгебраических линейных уравнений методом Крамера.

### ***Содержание отчета***

Текстовая область – «Лабораторная работа № 3». Текстовая область – «Задание». Выполнение задания.

### ***Контрольные вопросы***

Как задаются матрицы и векторы?

Каковы основные операторы и функции, применимые к матрицам?

Каковы правила перемножения вектор-столбца на матрицу?

## **Лабораторная работа № 4. Решение уравнений в среде математического программного пакета PTC Mathcad Prime 5.0**

**Цель работы:** изучить основные средства математического программного пакета для решения уравнений.

### ***Краткие теоретические сведения***

Для решения нелинейных уравнений и их систем в Mathcad применяется специальный вычислительный блок Given/Find: после ключевого слова Given записываются уравнения с использованием логического знака равенства (панель «Булева алгебра» или сочетание клавиш <Ctrl>+<=>), а затем используется встроенная функция Find для решения системы уравнений.

Для аналитического решения нелинейного алгебраического уравнения предусмотрена и иная запись, связанная с использованием ключевого слова solve.

В вычислительный блок Given/Find также могут входить неравенства.

Для того чтобы численным методом решить СЛАУ (систему линейных алгебраических уравнений) при помощи вычислительного блока, следует всем неизвестным присвоить начальные значения.

Альтернативой предыдущему способу решения СЛАУ является применение встроенной функции lsolve. Для этого система уравнений должна быть записана в матричной форме.

### ***Перечень используемого программного обеспечения***

Программный математический пакет Mathcad.

### ***Порядок выполнения работы***

Решить систему линейных алгебраических уравнений.

Решить систему нелинейных алгебраических уравнений.

## ***Содержание отчета***

Текстовая область – «Лабораторная работа № 4». Текстовая область – «Задание 1». Выполнение задания 1. Текстовая область – «Задание 2». Выполнение задания 2.

## ***Контрольные вопросы***

Назовите функции для решения систем уравнений в Mathcad и особенности их применения.

Какой знак равенства используется в блоке решения? Какой комбинацией клавиш вставляется в документ?

Опишите способы использования функции Find.

## **Лабораторная работа № 5. Создание эскизов в среде САПР**

***Цель работы:*** изучить основные средства создания эскизов в NX.

### ***Краткие теоретические сведения***

Эскиз – это именованный набор объектов, соответствующих одной плоскости. Для создания эскиза можно выполнить команду «Sketch» в группе «Direct Sketch» на вкладке «Home», которая активизирует диалог «Create Sketch» (рисунок 10). Вид этого диалога может меняться в зависимости от выбираемых в нем опций. Выход из эскиза – команда «Finish Sketch».

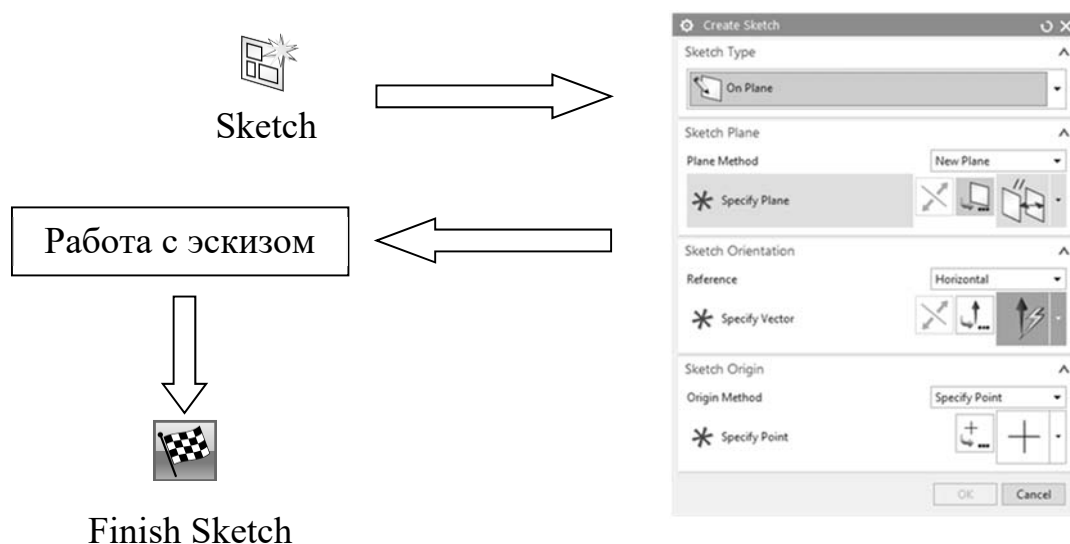


Рисунок 10 – Порядок работы с эскизом

Работа с эскизом ведется по схеме, представленной на рисунке 11.

После создания эскиза приступают к созданию геометрии эскиза. К геометрии эскиза относятся кривые и точки. Геометрия эскиза лежит в плоскости эскиза. Ограничения эскиза определяют, как кривые и точки эскиза располагаются относительно друг друга, а также относительно геометрии, не относящейся к эскизу. Ограничения эскиза делятся на размеры и геометрические ограничения.

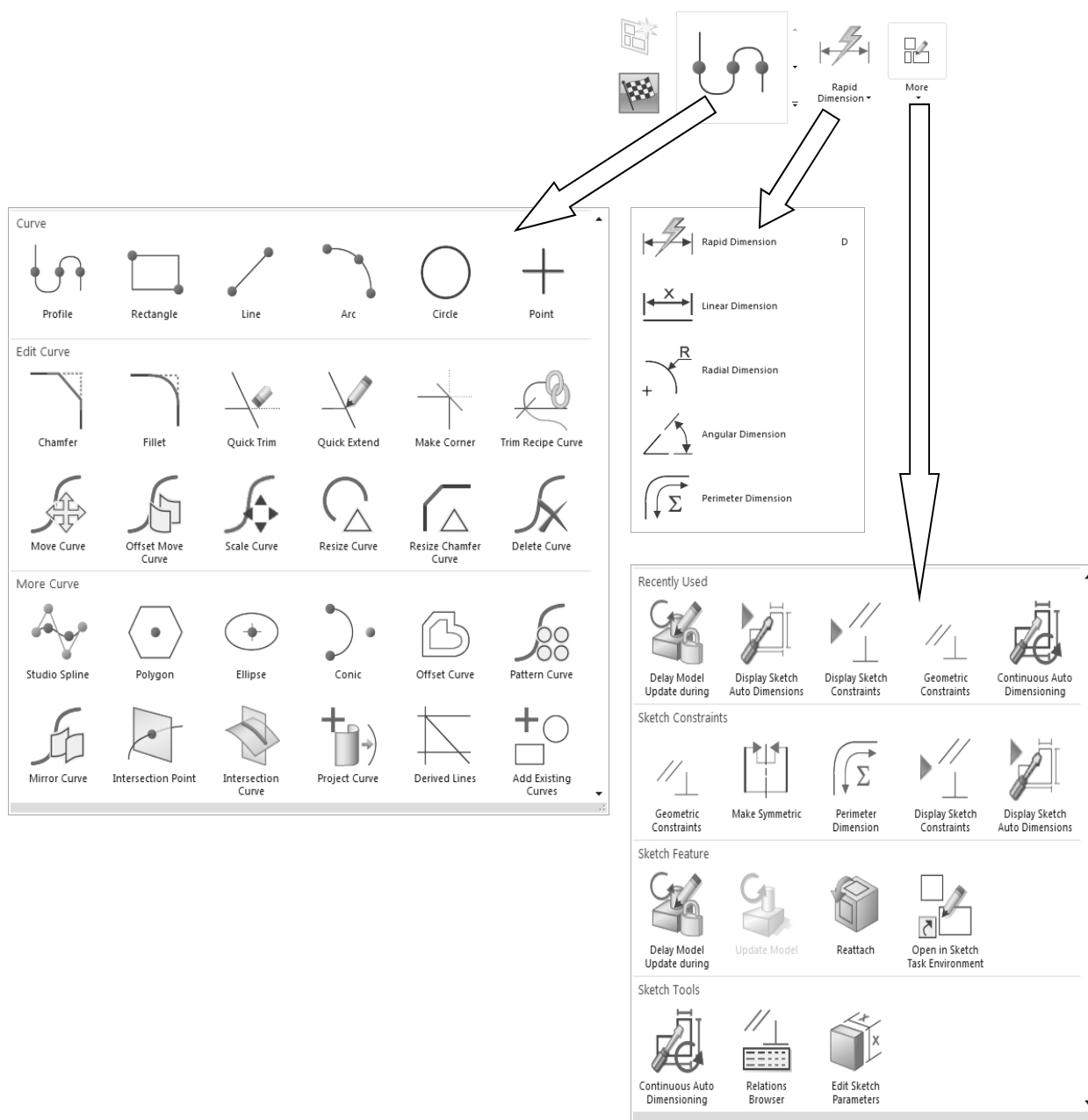














Рисунок 11 – Схема работы с эскизом

В таблице 2 представлены основные команды для создания и изменения кривых эскиза.

Таблица 2 – Основные команды для создания и изменения кривых эскиза

Значок	Название	Описание
	«Rectangle»	Создание прямоугольника
	«Line»	Создание отрезка
	«Circle»	Создание окружности
	«Chamfer»	Создание фаски
	«Fillet»	Создание закругления
	«Quick Trim»	Обрезка кривой
	«Quick Extend»	Удлинение кривой
	«Studio Spline»	Создание сплайна
	«Polygon»	Создание многоугольника
	«Offset Curve»	Создание эквидистанты
	«Pattern Curve»	Размножение кривой
	«Mirror Curve»	Отражение кривой

При создании кривых они отображаются в режиме динамического предварительного просмотра. В контексте команд создания геометрии эскиза NX автоматически визуализирует так называемые вспомогательные линии. Вспомогательные линии исчезают после завершения работы с командой создания геометрии эскиза. Вспомогательные линии бывают пунктирными и штриховыми. Пунктирные линии показывают выравнивание управляющих точек кривых относительно управляющих точек уже созданной геометрии эскиза. Штриховые линии показывают возможное геометрическое ограничение относительно ранее созданной геометрии, которая подсвечивается.

Для создания размеров служит ряд команд, основной из которых является «RapidDimension» (рисунок 12).

Для создания геометрического ограничения используется команда «Geometric Constraints» (рисунок 13), вызывающая соответствующий диалог. Указанная команда расположена в списке «More» группы «Direct Sketch» вкладки «Home».

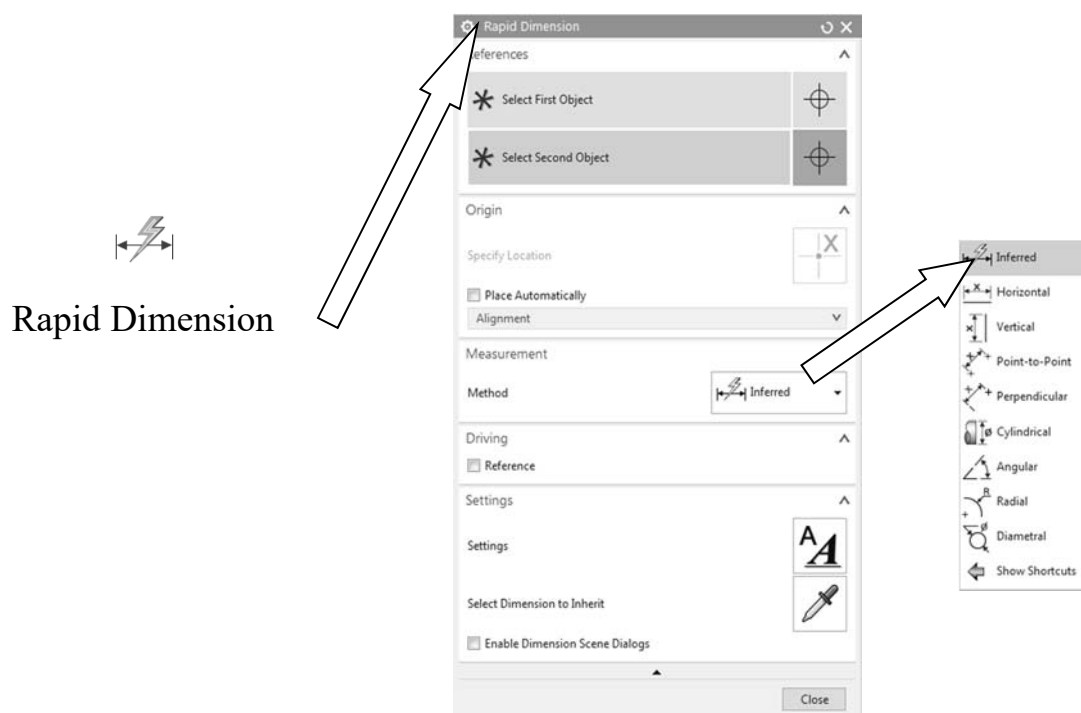


Рисунок 12 – Порядок создания размера

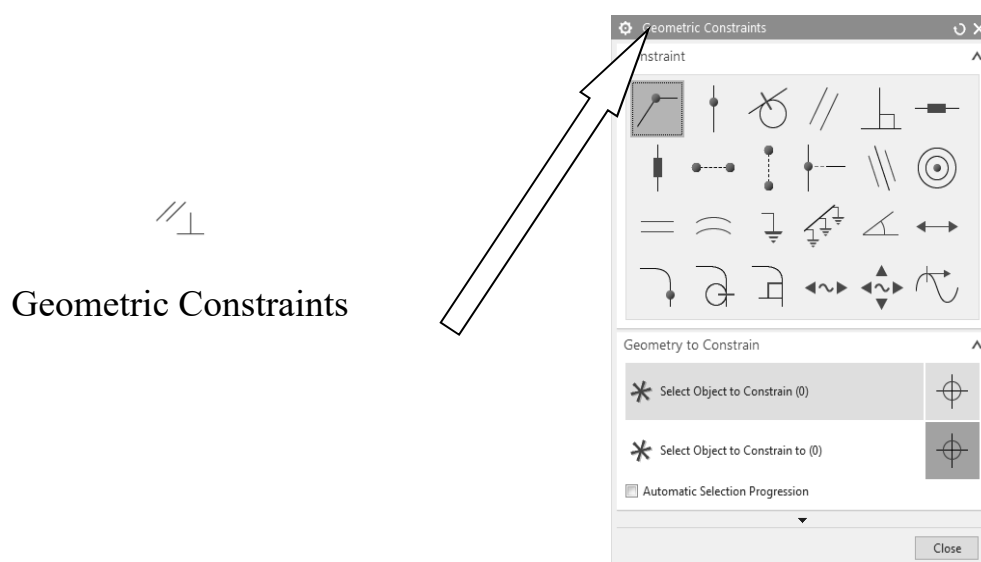


Рисунок 13 – Порядок создания геометрического ограничения

Основные геометрические ограничения представлены в таблице 3.



Таблица 3 – Основные геометрические ограничения

Значок	Название	Описание
	«Vertical»	Делает отрезок вертикальным
	«Tangent»	Делает кривые касательными
	«Point On Curve»	Размещает точку на кривой
	«Perpendicular»	Делает кривые перпендикулярными
	«Parallel»	Делает отрезки параллельными
	«Horizontal Alignment»	Выравнивает положение точек по горизонтали
	«Horizontal»	Делает отрезок горизонтальным
	«Equal Radius»	Делает радиус окружностей равным
	«Equal Length»	Делает длину кривых равной
	«Collinear»	Делает отрезки коллинеарными
	«Coincident»	Совмещает точки
	«Vertical Alignment»	Выравнивает положение точек по вертикали

### ***Перечень используемого программного обеспечения***

Система автоматизированного проектирования NX.

### ***Порядок выполнения работы***

Создать эскиз.

### ***Содержание отчета***

Файл NX с эскизом.

### ***Контрольные вопросы***

Каков порядок работы с эскизом?

Каковы основные параметры команд создания и изменения кривых эскиза?

На какие виды делятся ограничения эскиза?

Каковы основные параметры команды «Rapid Dimension»?

Каковы основные параметры команды «Geometric Constraints»?

## Лабораторная работа № 6. Твёрдотельное моделирование в среде САПР

**Цель работы:** изучить основные средства твердотельного моделирования в NX.

### Краткие теоретические сведения

Основные команды, предназначенные для твердотельного моделирования, расположены в группе «Feature» вкладки «Home» (рисунок 14, таблица 4).

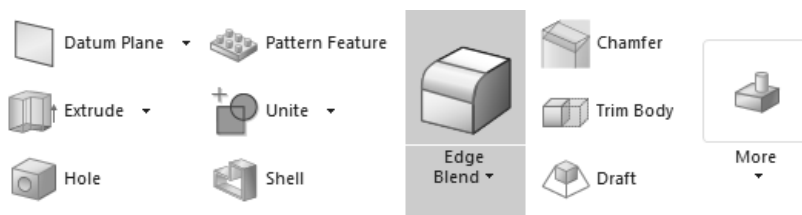


Рисунок 14 – Группа «Feature» вкладки «Home»

Таблица 4 – Основные команды твердотельного моделирования

Значок	Название	Описание
	«Extrude»	Создание тела прямолинейным перемещением кривой вдоль прямой
	«Revolve»	Создание тела вращением кривой вокруг оси
	«Pattern Geometry»	Размножение геометрии модели
	«Pattern Feature»	Размножение элементов модели
	«Unite»	Объединение тел
	«Intersect»	Пересечение тел
	«Subtract»	Вычитание тел
	«Edge Blend»	Создание закругления на основе ребра
	«Chamfer»	Создание фаски
	«Datum CSYS»	Создание ссылочной системы координат
	«Datum Plane»	Создание ссылочной плоскости
	«Datum Axis»	Создание ссылочной оси

Команды твердотельного моделирования можно условно разделить на несколько видов. К первому виду относятся так называемые кинематические команды «Extrude» и «Revolve», предназначенные для создания тел типов «плита» и «тело вращения» соответственно. Ко второму типу относятся так называемые булевы команды «Unite», «Subtract», и «Intersect». Команды третьего вида «Edge Blend» и «Chamfer» предназначены для создания конструкторских элементов. Команды четвертого вида: «Pattern Geometry» и «Pattern Feature» предназначены для размножения геометрии и элементов соответственно. Команды пятого вида «Datum CSYS», «Datum Plane» и «Datum Axis» не порождают твердотельной геометрии непосредственно и выполняют ссылочную функцию.

### ***Перечень используемого программного обеспечения***

Система автоматизированного проектирования NX.

### ***Порядок выполнения работы***

Изучить принципы создания твердотельной геометрии.

Создать модель детали типа «плита».

Создать модель детали типа «тело вращения».

Создать модель детали общего типа.

### ***Содержание отчета***

Файл NX с моделью детали типа «плита».

Файл NX с моделью детали типа «тело вращения».

Файл NX с моделью детали общего типа.

### ***Контрольные вопросы***

Каковы параметры команд создания твердотельной геометрии?

Каковы основные виды команд твердотельного моделирования?

## **Лабораторная работа № 7. Синхронная технология моделирования в среде САПР**

**Цель работы:** изучить основные средства синхронного моделирования в NX.

### ***Краткие теоретические сведения***

Синхронное моделирование предназначено для изменения твердотельной модели исключительно на основе ее геометрии, т. е. без учета ассоциативных связей в предыдущей истории модели. Основные команды синхронного моделирования (вкладка «Home», группа «Synchronous Modeling») приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Основные команды синхронного моделирования

Значок	Название	Описание
	«Resize Face»	Изменяет размер цилиндрической или сферической поверхности
	«Resize Chamfer»	Изменяет размер фаски
	«Resize Blend»	Изменяет радиус закругления
	«Offset Region»	Смещает грань по нормалям
	«Offset Edge»	Смещает ребро по нормалям
	«Move Face»	Смещает грань
	«Move Edge»	Смещает ребро
	«Angular Dimension»	Устанавливает угол между гранями
	«Linear Dimension»	Устанавливает расстояние между гранями
	«Radial Dimension»	Устанавливает радиальный размер грани
	«Make Tangent»	Делает грани касательными
	«Make Symmetric»	Делает грани симметричными
	«Make Perpendicular»	Делает грани перпендикулярными
	«Make Parallel»	Делает грани параллельными
	«Make Fixed»	Делает грань неизменяемой
	«Make Coplanar»	Делает грани компланарными
	«Make Coaxial»	Делает грани соосными

### ***Перечень используемого программного обеспечения***

Система автоматизированного проектирования NX.

### ***Порядок выполнения работы***

Изучить принципы синхронного моделирования в NX.

Изменить модель при помощи команд синхронного моделирования.

## Содержание отчета

Файл NX с моделью.

## Контрольные вопросы

Каковы параметры команд, приведенных в таблице 5?

## Лабораторная работа № 8. Моделирование сборки в среде САПР

**Цель работы:** изучить основные средства моделирования сборок в NX.

## Краткие теоретические сведения

Для активизации команд работы со сборками необходимо выполнить команду «Assemblies» группы «Design» вкладки «Application» (рисунок 15). При этом появляется новая вкладка «Assemblies», на которой и расположены необходимые команды.

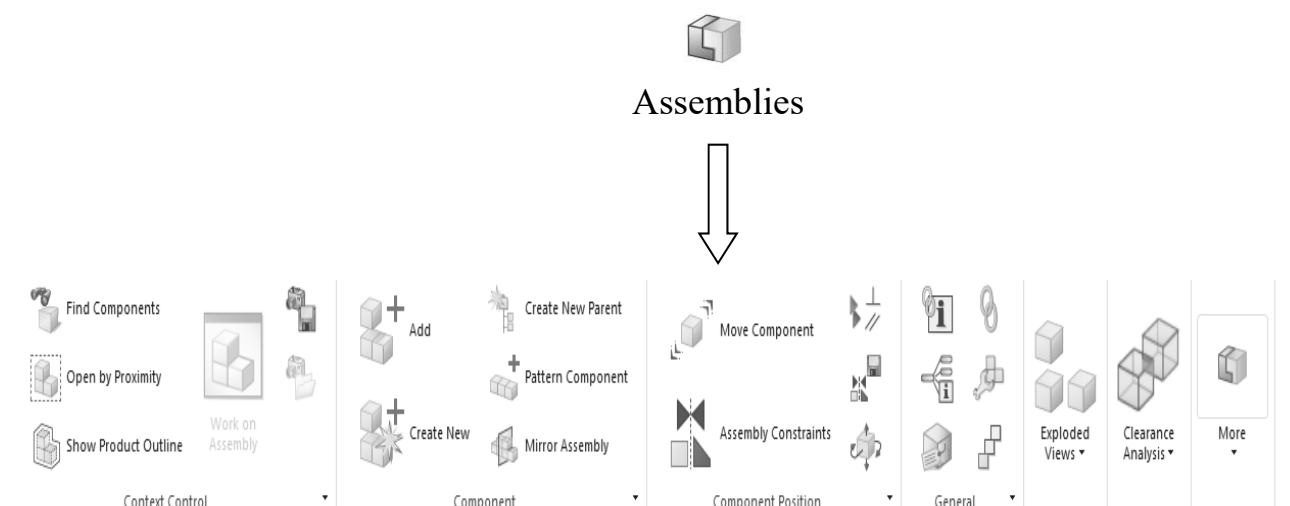


Рисунок 15 – Порядок активизации команд работы со сборками

Основные команды, предназначенные для работы со сборками, представлены в таблице 6.

Файл сборки включает ссылки на файлы, модели из которых составляют в качестве компонентов сборку как логический объект. Компоненты собираются в одно целое по правилам, которые называются ограничениями сборки. Сборка может содержать также свою твердотельную геометрию.

Компоненты сборки отображаются в навигаторе сборки, который активизируется соответствующей командой («Assembly Navigator») на панели ресурсов.

Чтобы подавить компонент сборки, достаточно убрать соответствующую «галочку» в навигаторе сборки.

Таблица 6 – Основные команды для работы со сборками

Значок	Название	Расположение команды	Описание
	«Add Component»	Группа «Component»	Добавление компонента
	«Move Component»	Группа «Component Position»	Перемещение компонента
	«Assembly Constraints»	Группа «Component Position»	Создание ограничений сборки
	«Pattern Component»	Группа «Component»	Размножение компонента
	«WAVE Geometry Linker»	Группа «General»	Создание объекта в сборке, идентичного объекту компонента. Создание объекта в компоненте, идентичного объекту другого компонента или сборки
	«Show Components in View»	Контекстное меню компонента в навигаторе сборки	Показать компонент
	«Hide Components in View»	Контекстное меню компонента в навигаторе сборки	Скрыть компонент
	«Set Displayed Part»	Контекстное меню компонента в навигаторе сборки	Сделать компонент отображаемым
	«Set Work Part»	Контекстное меню компонента в навигаторе сборки	Сделать компонент рабочим

### ***Перечень используемого программного обеспечения***

Система автоматизированного проектирования NX.

### ***Порядок выполнения работы***

Изучить принципы создания сборок в NX на примере сборки.

### ***Содержание отчета***

Файл NX с примером сборки.

### ***Контрольные вопросы***

Каковы параметры команд, приведенных в таблице 6?

## Список литературы

- 1 **Кирсанов, М. Н.** Алгебра и геометрия. Сборник задач и решений с применением системы Maple: учебное пособие / М. Н. Кирсанов, О. С. Кузнецова. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 272 с.
- 2 **Кошелев, В. Е.** Excel 2007 / В. Е. Кошелев. – Москва: Бином, 2008. – 544 с.
- 3 **Гусак, А. А.** Справочник по высшей математике / А. А. Гусак. – 6-е изд. – Минск: ТетраСистемс, 2005. – 640 с.
- 4 **Берлинер, Э. М.** САПР конструктора машиностроителя: учебник / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. – Москва: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2015. – 288 с.
- 5 Теория механизмов и механика машин: учебник для вузов / Под ред. К. В. Фролова. – 3-е изд., стереотип. – Москва: Высшая школа, 2001. – 496 с.