

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ильшат Ринатович Мухаметзянов

Должность: директор

Дата подписания: 13.07.2023 14:34:25

Уникальный идентификатор:

aba80b84033c9ef196388e9ea0434f90a87a40954ba279e84bche64f02d1d8d0

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Казанский национальный исследовательский технический**

университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

(КНИТУ-КАИ)

Чистопольский филиал «Восток»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ
по дисциплине
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.05**

Направление подготовки: **12.03.01 Приборостроение**

Квалификация: **Бакалавр**

Профиль подготовки: **Приборостроение**

Типы задач профессиональной деятельности: **производственно-
технологический, проектно-конструкторский**

Рекомендовано УМК ЧФ КНИТУ-КАИ

Чистополь
2023 г.

ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПРИЕМЫ РАБОТЫ ПАКЕТА EWB

Пакет EWB представляет собой программу виртуальной схемотехники, позволяющую собирать и испытывать в действии свои радиоэлектронные устройства, не требуя при этом применения реальных радиоэлементов.

Этот раздел посвящен расчету и моделированию типовых электронных схем. Приводимые задания могут быть использованы при проведении лабораторных работ по электротехнике, радиотехнике и другим предметам радиотехнического профиля. Процесс моделирования облегчается из-за возможности использования линейки контрольно-измерительных приборов. Характеристики устройств сопоставляются с результатами моделирования. Задания рассматриваются в порядке возрастающей сложности.

Предполагается, что пользователь прочитал «Help» по программе и имеет некоторое представление о ней.

Задание 1. Измерение напряжения источника постоянного напряжения

Собрать схему в соответствии с рис. 1

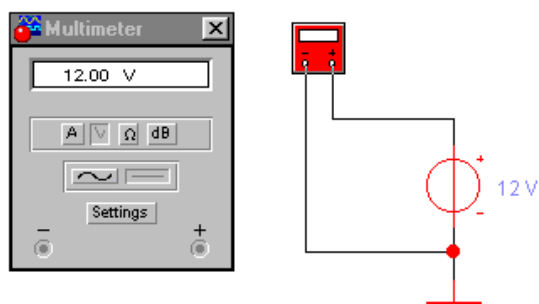



Рис. 1 Схема измерения величины напряжения
источника питания

Мультиметр должен быть включен в режим измерения напряжений (V) постоянного тока (—). Включение питания производится тумблером , расположенным в правом верхнем углу рабочего окна программы. При включении питания вольтметр должен показать величину напряжения источника питания +12 В. Предлагается следующее задание: изменить величину напряжения до 6,5 В и проконтролировать ее при помощи мультиметра.

Задание 2. Измерение величины постоянного тока

Собрать схему в соответствии с рис. 2. Мультиметр должен быть включен в режиме измерения силы тока (A).

Получить значение величины постоянного тока $I = 12,00$ мА.

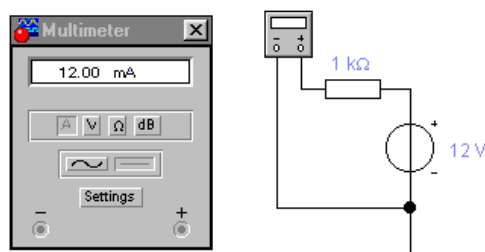


Рис. 2. Схема измерения величины постоянного тока

Изменить значение напряжения источника питания до 20 В, а значение сопротивления до 1 МОм. Просмотреть показания мультиметра.

Задание 3. Измерение сопротивления омметром

Собрать схему в соответствии с рис. 3. Мультиметр включить в режим измерения сопротивлений (Ω).

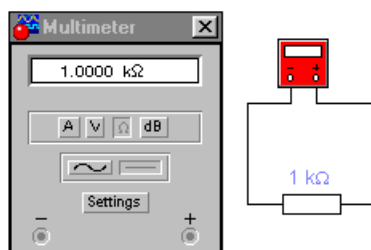
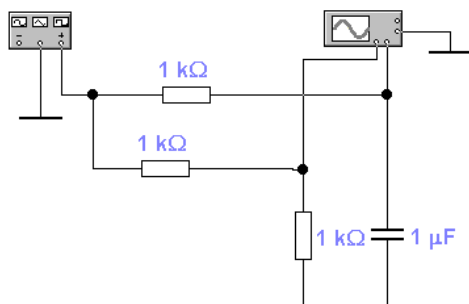


Рис. 3. Схема измерения сопротивления омметром

Получить заданное значение сопротивления.

Изменить величину сопротивления и замерить ее. Просмотреть показания мультиметра.

Задание 4. Наблюдение и исследование временных и амплитудных характеристик сигналов переменного тока



Собрать схему в соответствии с рис. 4.

Рис. 4. Схема исследования сигналов переменного тока

Установить требуемые значения частоты, амплитуды и формы сигнала (синусоидальная, прямоугольная, треугольная). Проанализировать полученные с помощью осциллографа результаты. Измерить при помощи осциллографа периоды подаваемых сигналов, их амплитудные значения и величины фазового сдвига.

Задание 5. Исследование амплитудно-частотной и фазочастотной характеристик двойного Т-образного моста

Собрать электрическую схему в соответствии с рис. 5. Подключить измеритель амплитудно-частотных (АЧХ) и фазочастотных (ФЧХ) характеристик (Bode plotter).

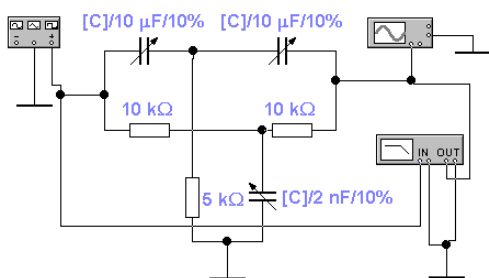


Рис. 5. Схема измерения характеристик 2Т-моста

Определить диапазон перестройки резонансной частоты 2Т-моста. Определить полосу пропускания (по уровню – 3 дБ от максимальной) и добротность фильтра (как отношение центральной частоты к ширине полосы пропускания).

Проконтролировать форму сигнала при помощи осциллографа.

Задание 6. **Определение параметров усилителя без ООС**

Собрать усилитель без ООС как показано на рис. 6.

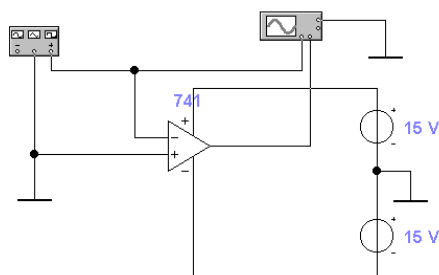


Рис. 6. Схема определения параметров усилителя без ООС

Установить параметры сигнала функционального генератора:

$$U_{\text{вых}} = 10 \text{ мВ}; f = 200 \text{ Hz (Гц)}.$$

Измерить входное и выходное напряжения усилителя и вычислить коэффициент усиления по напряжению.

Примечание: При измерении переменных напряжений осциллографом необходимо использовать «закрытый» вход (АС) для исключения влияния напряжения смещения усилителя.

Увеличить коэффициент усиления без ООС (Open-loop gain) до 500 и повторить вычисление коэффициента усиления по напряжению.

Задание 7. **Определение входного сопротивления**

усилителя без ООС

Измерить входное сопротивление усилителя, для чего собрать схему в соответствии с рис. 7.

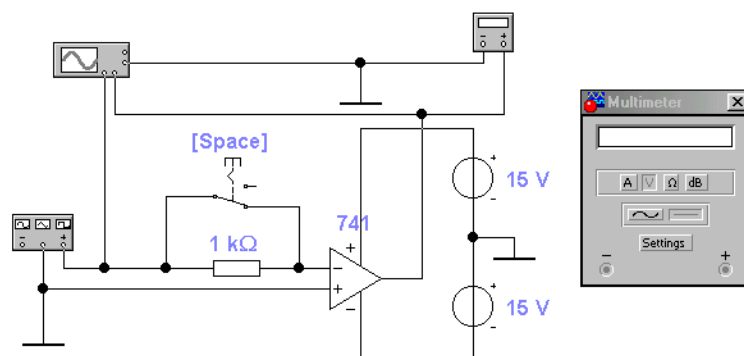


Рис. 48. Схема определения входного сопротивления усилителя без ООС

$R_d = 10 \text{ кОм}$. Изменения выходного напряжения регистрируются милливольтметром переменного напряжения. Управление выключателем осуществляется клавишей (space).

Задание 8. Определение выходного сопротивления усилителя

Определить выходное сопротивление, видоизменив при этом схему как показано на рис. 8.

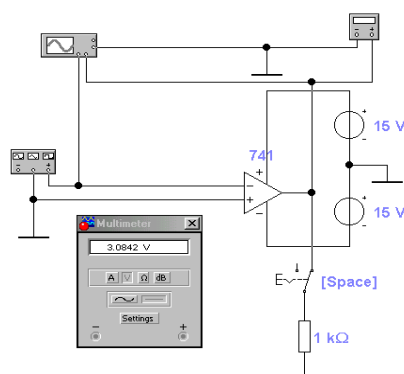


Рис. 8. Схема определения выходного сопротивления усилителя

Задание 9. Определение параметров усилителя

В задании используется схема, представленная на рис. 9.

Определить предельную частоту, для чего подключить измеритель АЧХ к входу и выходу усилителя, как показано на рис. 9, установить пределы частотного анализа от 1 до 10 МГц и соответствующий масштаб по оси Y. Определить частоту, на которой коэффициент усиления уменьшается на 3 дБ по сравнению с максимальным значением. Это осуществляется перемещением визира по оси частот и отсчете значений частоты и коэффициента усиления.

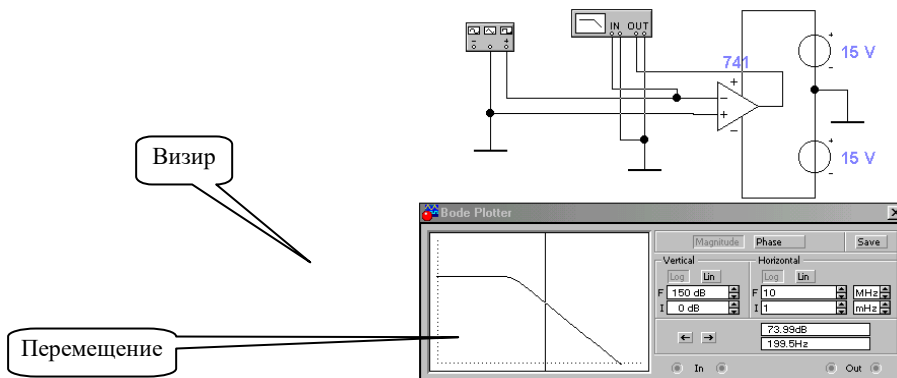


Рис. 9. АХЧ коэффициента усиления

Задание 10. Исследование ОУ

Собрать электрическую схему в соответствии с рис. 10.

Установить на вкладке следующие параметры ОУ ($\mu\text{A}741$):

- коэффициент усиления без ООС (Open-loop gain) = 1000;
- входное сопротивление (Input resistance) = $1\text{e} + 06$ Ом.

Подать входной сигнал с генератора $f = 5$ Гц и $U = 5$ В. Произвести необходимые измерения и вычислить коэффициент усиления ОУ.

Заменить коэффициент усиления без ООС (Open-loop gain) на 500 и повторить измерения.

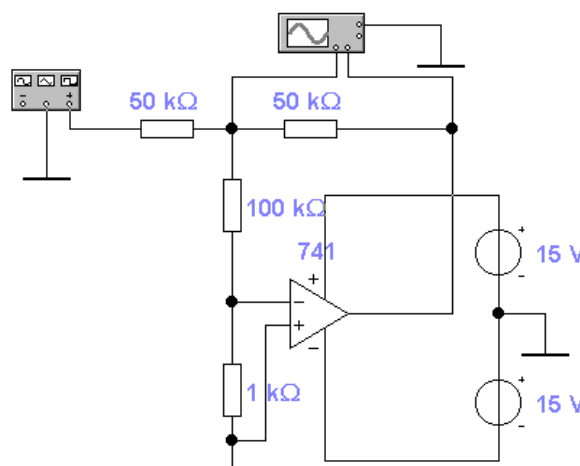


Рис. 10. Схема исследования ОУ

Задание 11. Моделирование активного RC-фильтра второго порядка

Провести моделирование активного RC-фильтра согласно рис. 11.

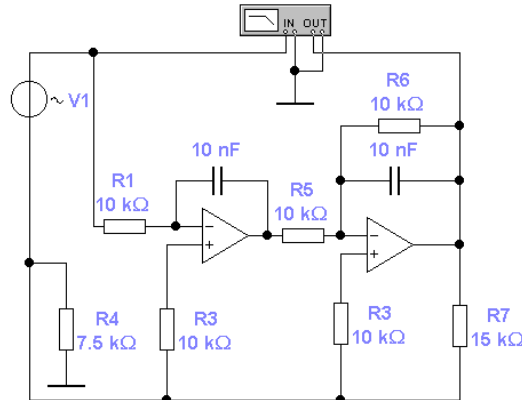


Рис. 11. Схема моделирования активного RC-фильтра второго порядка

Получить АЧХ активного ФНЧ второго порядка.

Задание 12. Моделирование усилительного каскада по схеме с ОЭ

В схеме (рис. 12) использованы индикаторные вольтметры для контроля напряжений на электродах транзистора в статическом режиме, а также функциональный генератор и осциллограф для моделирования режима усиления.

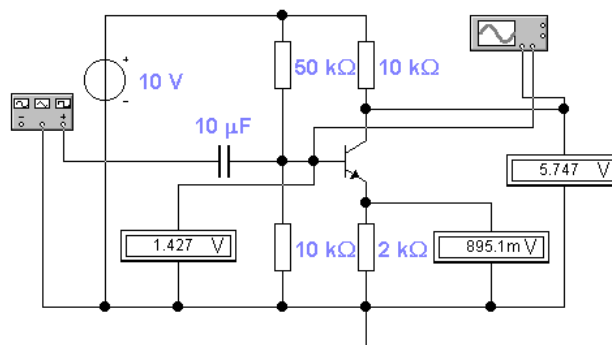


Рис. 12. Усилительный каскад по схеме с ОЭ

Исследовать сигнал с помощью осциллографа.

Контрольные вопросы

1. Что содержит окно программы EWB?
2. Какие команды меню программы вы знаете?
3. Для чего предназначено меню File?
4. Для чего используется меню Circuit?
5. Меню Analysis, назначение, команды.
6. Какой командой можно восстановить схему в ее первоначальном виде после внесенных изменений?
7. Какими командами можно изменить графическое изображение компонента (например, конденсатора)?
8. Что такое подсхема?
9. Что обозначает выделение объекта?
10. Какой командой можно присвоить компоненту позиционное обозначение (C1, C2, R1 и т.д.) и какое правило используется при присвоении позиционных обозначений однотипных компонентов?
11. Каким образом можно менять шрифт символов и его атрибуты?
12. Какая команда используется для установки параметров моделирования общего характера?
13. Какая команда используется для задания параметров расчета частотных характеристик?
14. Какой командой осуществляется задание параметров контрольно-измерительных приборов?
15. Каким образом можно получить краткие сведения о модели конкретного компонента?
16. Каким образом включаются в цепь амперметр и вольтметр?

Microsoft Excel

1. Запуск программы и ее вид
2. Листы книги (удаление, переименование, перенос)
3. Ввод данных в ячейку, данные в ячейке могут быть:
 - текст (длинный текст: ширина столбцов, меню *Формат* → *Ячейки* → *Выравнивание*, переносить по словам, объединение ячеек)
 - число (дробное – через запятую)
 - дата (обратно: *Формат* → *Ячейки* → *Числовые форматы*)
 - % (аналогично)
 - формула
4. Простейшие формулы (“+”, “-”, “*”, “/”, “(”, “)”, “^”) $y = (x + 2) / 4$
5. Копирование чисел (1,2,3...) и формул (относительные и абсолютные ссылки)
 - Найти $y = x^2$ при x от 1 до 5
 - Разделить числа от 11 до 18 на x ($x = 4$)
 - Найти сумму 5 чисел (Автосумма)
6. Границы таблицы

1. Добавить в книгу 2 новых листа, составить их по порядку. Переименовать в книге «Лист1» на «Валюта», «Лист2» на «Выручка», «Лист 4» на «Зарплата», «Лист 5» на «Уравнение». Удалить «Лист3».

2. Рассчитать цену каждого товара в долларах по указанному курсу (на листе «Валюта»).

Товар	Цена (руб.)	Цена (\$)			
Теле- визор	7900	?		Курс \$ (руб.)	24,6
Муз центр	4500	?			
Холо- дильник	11000	?			
Пыле- сос	5200	?			
Утюг	2300	?			

3. Рассчитать выручку с продаж каждого вида товара, а затем общую выручку отдела (на листе «Выручка»).

Товар	Кол-во	Цена	Выручка
Перчатки	6	350	?
Портмоне	4	270	?
Крем д/обуви	13	63	?
Вешалка	2	89	?
Щетка	7	20	?

		Итого	?
--	--	--------------	---

4. Рассчитать материальную помощь (40% от оклада), зарплату для каждого рабочего. Найти общую зарплату и долю каждого работника в общей зарплате. (Лист «Зарплата»)

ФИО	Оклад	Материальная помощь	Зарплата	Доля
Иванов И.И.	6700	?	?	?
Петрова Ю.А.	8100	?	?	?
Норкин А.П.	6800	?	?	?
Пеньков В.С.	5400	?	?	?
Кукушкина Л.И.	7300	?	?	?
		Всего	?	

5. Написать (на листе «Уравнение») программу для решения квадратного уравнения: $ax^2 + bx + c = 0$

a	b	c
1	-5	4
D	?	
x1	?	
x2	?	

1. На размещенный в банке вклад каждый месяц начисляются проценты. Годовая процентная ставка 8%. Проценты начисляются ежемесячно на сумму самого вклада и уже начисленных (за предыдущие месяцы) процентов. Рассчитайте размер денежных средств на следующие месяцы. (Лист 1)

Месяц	Размер вклада
Январь	20000
Февраль	?
Март	?
Апрель	?
Май	?

2. Супермаркет посетили несколько покупателей, каждый из которых приобрел товары на определенную сумму. Рассчитать в отдельных ячейках максимальную, минимальную и среднюю суммы денежных средств, которые потратили посетители. (Лист 2)

Посетители	Сумма (руб.)			
Покупатель 1	778		Максимальная	?
Покупатель 2	854		Минимальная	?
Покупатель 3	1020		Среднеарифметическая	?
Покупатель 4	1760			
Покупатель 5	931			
Покупатель 6	1340			

3. Результаты вступительных в ВУЗ экзаменов даны в таблице ниже. Найти средний балл каждого студента. Если средний балл больше 4, то по студенту выносят решение «Зачислен», иначе «Не зачислен». (Лист 3)

ФИО	Результаты экзаменов			Средний балл	Решение комиссии
	Математика	Физика	Русский		
Бодров	4	3	5	?	?
Котов	5	4	5	?	?
Ларина	5	5	4	?	?
Порунов	4	3	3	?	?
Смородинова	5	5	5	?	?
Шинкин	4	3	4	?	?
Яровцев	3	5	4	?	?

4. Если оклад у работника меньше 8000, то ему выдается материальная помощь в размере 30% от оклада, в ином случае помощь не выделяется. Премия дается всем работникам в размере 15% от суммы оклада и материальной помощи. Рассчитать материальную помощь, премию и зарплату каждому работнику. Найти размер фонда оплаты труда (сумму всех зарплат). Также определить разность между максимальной и минимальной зарплатами работников (в одной ячейке). (Лист 4)

ФИО	Оклад	Материальная помощь	Премия	Зарплата		
Волков	7500	?	?	?		Разность
Золотов	8300	?	?	?		?

Иљин	7200	?	?	?		
Соболева	9100	?	?	?		
Чапова	8750	?	?	?		
			ФОТ:	?		

1. Рассчитать цену за билеты в кинотеатр (детям до 14 лет – 90 руб., взрослым – 250 руб.), выручку от продажи всех билетов.

№ места	Возраст клиента	Цена билета
1	42	?
2	33	?
3	10	?
4	5	?
5	16	?
6	7	?
7	28	?
8	31	?
9	8	?
	Выручка	?

2. Рассчитать оплату аренды помещения фирмой. Если площадь больше 30 м² и срок аренды больше года, то оплата составляет 150 руб. за 1 кв. метр, иначе оплата за один квадратный метр – 290 руб.

Помещение	Площадь (кв. м)	Срок (лет)	Оплата за помещение
Офис	23	3	?
Склад	31	2	?
Производственные цеха	67	1	?
Магазин	38	3	?

3. Если численность семьи больше 3 человек или возраст жилья больше 15 лет, то семье выделяют ссуду в размере 400000. Найти сумму выплаченных ссуд.

Семья	Численность семьи	Возраст жилья	Ссуда
Букины	1	9	?
Горелов	4	17	?
Ивановы	2	5	?
Петровы	4	12	?
Сидоровы	3	20	?
		Всего	?

4. Разбить фирмы на 3 группы (I группа – фирмы с прибылью меньше 450000; II группа – фирмы с прибылью от 450000 до 600000; III группа – фирмы с прибылью более 600000). Найти количество фирм в каждой группе.

Фирма	Прибыль			
1	480000			
2	120000			

3	790000			
4	550000			
5	340000			
6	570000			

1. Найти разницу между самой большой и самой маленькой зарплатой из списка

	Зарплата	
Работник 1	5600	?
Работник 2	7400	
Работник 3	9100	
Работник 4	4800	
Работник 5	6300	

2. Если площадь квартиры больше 42 м^2 и она НЕ на пятом этаже, то цена 1 м^2 стоит 17000, иначе 13500 руб.

Квартира №	Площадь, м^2	Этаж	Цена за 1 м^2
15	55	4	
21	43	5	
10	38	3	
23	61	7	
3	48	2	
8	34	9	

3. Разбить работников на 4 группы (I группа – младше 28 лет; II группа – от 28 до 38, III группа – от 38 до 50, IV группа – старше 50 лет). Найти количество работников в каждой группе.

ФИО	Воз- раст				
Ива- нов	43				
Пет- рова	29				
Сидо- ров	52				
Лобо- ва	45				
Горин	26				
Ко- жина	22				
Васи- льев	35				
Снеж кова	31				

1. Найти длины и площади окружностей для следующих радиусов
(Длина окружности = $2 \cdot \Pi \cdot R$, Площадь = $\Pi \cdot R \cdot R$)

Радиус (см)	Длина окружно- сти (см)	Площадь (кв см)		
2				Пи
4				3,14
7				
10				
12				
15				

2. Приведен список продавцов-консультантов супермаркета и результаты их продаж за три месяца. Найти общую сумму продаж за каждый месяц; комиссионное вознаграждение, который получил каждый из продавцов (15% от суммы его продаж за все три месяца). Также определить средний, минимальный и максимальный объемы продаж за каждый месяц.

Фамилия	Объем продаж по месяцам (тыс. руб.)			Комиссионные
	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	
Вахитов	640	510	410	?
Громов	350	460	290	?
Дятлова	270	380	510	?
Зимин	543	730	147	?
Краснова	420	610	374	?
Мишина	395	265	470	?
Пронин	500	630	275	?
Всего	?	?	?	?
	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	
Средний объем	?	?	?	
Минимальный	?	?	?	
Максимальный	?	?	?	

3. В книжном магазине решили применить новую политику продаж. На книги, не проданные с прошлого года, делается скидка 23%; на новые книги скидки нет. Рассчитать цену книг после начала акции.

Название	Год издания	Цена	Новая цена
Код ДаВинчи	2008	270	?
Сумерки	2009	220	?
Копи царя Соломона	2007	165	?
Аэша	2009	190	?
Идентификация Борна	2008	246	?

4. Дан список сотрудников. Если у работника стаж работы более 7 лет и разряд не меньше 3, то ему выдается премия 6000, в ином случае премия составляет 2500.

Фамилия	Стаж работы	Разряд	Премия
Иванов	5	1	
Петров	12	3	
Сидоров	7	3	
Прутков	3	2	
Фадеев	8	4	
Хамзин	10	3	

1. Разбить всех людей на три группы в зависимости от величины их счета в банке (I группа – до 150000 руб., II группа – от 150000 до 400000 руб. и III группа – более 400000 руб.). Найти количество людей в каждой группе и по этим значениям построить круговую диаграмму.

Фамилия	Сумма на счете (руб.)			
Иванов	40000			
Петрова	750000			
Сидоров	120000			
Королев	190000			
Самышева	300000			

Лужин	480000			
Кротова	210000			

2. Построить гистограмму по количеству мужчин и женщин в вашей группе

	Кол-во человек
Юноши	
Девушки	

3. Построить две круговые диаграммы.

Показатель	Бельгия	Нидерланды	Люксембург
Площадь территории, тыс. кв. м	30,5	41,2	2,6
Численность населения, тыс. чел.	9858	14560	367

1. Разбить всех людей на три группы в зависимости от величины их счета в банке (I группа – до 150000 руб., II группа – от 150000 до 400000 руб. и III группа – более 400000 руб.). Найти количество людей в каждой группе и по этим значениям построить круговую диаграмму.

Фамилия	Сумма на счете (руб.)			
Иванов	40000			
Петрова	750000			
Сидоров	120000			
Королев	190000			
Самышева	300000			
Лужин	480000			
Кротова	210000			

2. Построить гистограмму по количеству мужчин и женщин в вашей группе

	Кол-во человек
Юноши	
Девушки	

3. Построить две круговые диаграммы.

Показатель	Бельгия	Нидерланды	Люксембург
Площадь территории, тыс. кв. м	30,5	41,2	2,6
Численность населения, тыс. чел.	9858	14560	367

Занятие 1 . Использование Mathcad в качестве суперкалькулятора.

Пример 1 . Для набора выражения используем обычную математическую нотацию:

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707 \quad 1/\sqrt{2} = .$$
 Знак квадратного корня мы найдём, раскрыв арифметическую палитру, в конце выражения поставим знак равенства "="



Пример 2. Можно присвоить значения переменным: $a := 1 \quad b := 2.35 \quad p := \pi$

Ввод заканчивается клавишей Enter или щелчком мыши вне определения.

Здесь мы обозначили переменные буквами: a, b, p ; но можно использовать произвольный

набор символов для обозначения переменных. Имена переменных чувствительны к

регистру. Вначале вводится имя переменной, затем символ ":" (или знак =), затем число или

выражение (в частности, мы использовали предопределённую константу π из

арифметической палитры, Ctrl p). Синий уголок показывает текущий операнд выражения, он

может быть расширен клавишей "Пробел". Обратите внимание, что в качестве разделителя

целой и дробной части числа используется точка. Теперь этими переменными можно

пользоваться при арифметических вычислениях. $:=$ это оператор присваивания, $=$ это

команда "Вычислить".

$$\frac{a+b}{2} = 1.675 \quad c := \frac{a-b}{2} \quad d := \sin\left(\frac{p}{2}\right) \quad c = -0.675 \quad d = 1$$

Сейчас видна разница в использовании оператора присваивания ":" и знака "=".

Пример 3 . Вычислит е для каждого значения $x=1,5,7$ следующие функции:

$$y := \frac{1}{\sqrt[3]{x^2} + \sqrt[6]{x^5}} \quad y := \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-x^2}{2}} \quad y := \frac{\arctg(x)^2}{2}$$

Необходимо пользоваться арифметической палитрой и кнопкой "Вставить функцию" и копировать формулы, используя кнопки панели инструментов.



Правило видимости: значение переменной доступно правее и ниже её определения.

Глобальные переменные доступны везде на рабочем листе и вводятся знаком ~, например, введём $N \sim 100$, получим:

$$N \equiv 100$$

Если Вы хотите изменить количество знаков результата вычислений после десятичной точки, это можно сделать в меню

$$\frac{a}{b} = 0.425532$$

Format\Number...\Displayed Precision(3) или просто дважды щелкнуть мышкой по выражению, после чего, заменить 3 на 6. Установим, например, для значения выражения 6 значащих цифр:

Для ввода текстового комментария необходимо ввести знак двойной кавычки", затем вводить тек ст. При достижении конца строки происходит автоматический перенос на следующую. Тек стовая область, как и любая другая, может быть перемещена на рабочем листе или скопирована в буфер. Маркеры текстовой области позволяют менять её размеры.

Матричные операции

Переменной

быть присвоено значение матрицы (вектор-столбец - это матрица с одним столбцом). Для этого используем палитру векторов и матриц



Например, переменная A - есть матрица размером 3*3, а переменная B - вектор-столбец размером 3*1.

$$A := \begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 0 & 7 & -1 \\ -1 & 2 & 5 \end{bmatrix} \quad B := \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix}$$

С матрицами можно проделать все допустимые операции: вычислить обратную матрицу, перемножить матрицы, сложить и вычесть. Можно также транспонировать матрицу, произвести выборку элементов.

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 0.949 & -0.256 & -0.051 \\ 0.026 & 0.128 & 0.026 \\ 0.179 & -0.103 & 0.179 \end{bmatrix} \quad A^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 7 & 2 \\ 0 & -1 & 5 \end{bmatrix} \quad B^T = (1 \ 2 \ 3)$$

Обратную матрицу получаем просто, указав -1 степень, а операцию транспонирования выбираем из палитры векторов и матриц. Можно решить систему уравнений матричным способом, в нашем случае:

Обратную матрицу получаем просто, указав -1 степень, а операцию транспонирования выбираем из палитры векторов и матриц. Можно решить систему уравнений матричным способом, в нашем случае:

$$X := A^{-1} \cdot B \quad X = \begin{bmatrix} 0.282 \\ 0.359 \\ 0.513 \end{bmatrix}$$

Пример 4. Решите матричным способом несколько систем линейных уравнений:

$$\begin{aligned} x + y &= 1 & x - 2y + z &= 0 \\ -x + 3y &= 2 & 2x + y - 3z &= 1 \\ & & -x + y + 5z &= 1 \end{aligned}$$

Знак равенства здесь вводится при помощи (Ctrl =) или палитры логических операций.



Воспользуйтесь встроенной системой помощи, а также обучающей системой.



Доступ к элементу матрицы производится по индексу, отсчитываемому от 0. Вектор-столбец имеет один индекс, который вводится при помощи символа левой квадратной скобки - [. Например, решение рассмотренной выше задачи можно вывести так:

$$X_0 = 0.282 \quad X_1 = 0.359 \quad X_2 = 0.513 \quad \text{Вводится } X[0= \quad X[1= \quad X[2=.$$

Двумерный массив имеет уже два индекса, также отсчитываемые от 0, первый из них нумерует строки, второй - столбцы. Так, для матрицы A, это будет выглядеть:

$$A_{0,0} = 1 \quad A_{0,2} = 0 \quad A_{2,2} = 5 \quad A_{2,0} = -1$$

Вводим $A[0,0= \quad A[0,2= \quad A[2,2= \quad A[2,0=$. Индексы разделяются запятыми.

Можно выбрать один столбец двумерного массива, вводя верхний индекс командой Ctrl+6 или кнопкой палитры векторов и матриц, например, выберем первую строку матрицы A:



$$\begin{bmatrix} 1 \\ \end{bmatrix}$$

Если её транспонировать,

$$A^{<0>T} = (1 \ 0 \ -1)$$



Можно вычислить определитель матрицы (Ctrl I):

$$|A| = 39$$



Вычислить скалярное (Shift 8) и векторное (Ctrl 8) произведение:



$$\left(A^{-1T}\right)^{<0>} \cdot B = 0.282 \quad B \cdot B = 14$$

Скалярное произведение

Векторное произведение

$$\begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -2 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = -1$$

$$\begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -2 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 \\ -3 \\ -2 \end{bmatrix}$$

Можно вычислить сумму элементов вектора, например:

$$\sum B = 6$$



Имеется ещё интересная возможность: при помощи операции векторизации производить поэлементные вычисления над матрицами (вводится комбинацией клавиш Ctrl - или кнопкой палитры Vector and Matrix). При её использовании операции производятся над каждым элементом вектора независимо, так например:

$$\overrightarrow{\begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -2 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}} = \begin{bmatrix} -2 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Или другой пример:

$$a := \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \\ 3 \end{bmatrix} \quad b := \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 4 \end{bmatrix} \quad c := \begin{bmatrix} -1 \\ 1 \\ -2 \end{bmatrix}$$



Корни квадратного уравнения для трёх наборов исходных данных:

$$\overrightarrow{\frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}} = \begin{bmatrix} 0.618 \\ -1 \\ 0.387 \end{bmatrix}$$

$$\overrightarrow{\frac{-b - \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}} = \begin{bmatrix} -1.618 \\ 0.5 \\ -1.721 \end{bmatrix}$$

Занятие 2. Табулирование функций и построение графиков.

Построить таблицу значений функции можно двумя способами:

1. Задать интервал изменения аргумента в формате

$x := \text{начальное значение} [\text{начальное значение} + \text{шаг}] \dots \text{конечное значение}$

в скобках указан необязательный параметр, если его нет, шаг, по умолчанию, равен 1.

После чего можно определить функцию от этого аргумента, например:

$$x := 0, 0.1 \dots \frac{\pi}{2}$$

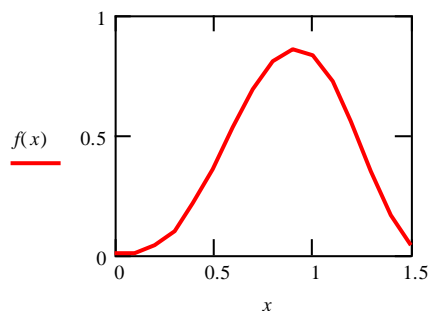
$$f(x) := x \cdot \sin(2 \cdot x)^2$$

Двоеточие ":" вводится символом точка с запятой ";" или кнопкой арифметической палитры

$f(x) =$

0
$3.947 \cdot 10^{-3}$
0.03
0.096
0.206
0.354
0.521
0.68
0.799
0.854
0.827
0.719
0.548
0.345
0.157
0.03

Для того, чтобы вывести таблицу значений функции, введите и знак "=", вы получите первые 50 значений функции. Теперь можно построить график. Воспользуемся графической палитрой, раскрыв которую выберем x-y график.



В позиции маркера оси x укажем переменную x, в позиции маркера оси y укажем функцию f(x). Больше можно ничего не вводить, просто щёлкнуть мышкой вне графика. График будет построен. Можно также явно указать пределы изменения переменной и функции.

Двойной щелчок мышкой по графику вызывает меню настройки, где можно изменить многие его характеристики. Одновременно можно построить до 16 кривых с общим аргументом, указывая функции через запятую. Можно и аргументы указывать через запятую.

$f(x)$



2. Определить изменение целого индекса и построить таблицу значений функции в виде вектор-столбца. В частности, для предыдущей задачи:

$$i := 0..15$$

$$x_i := \frac{i}{10}$$

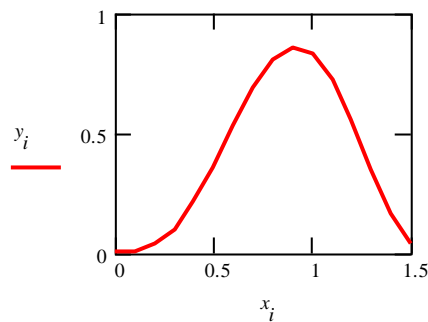
$$y_i := x_i \cdot \sin(2 \cdot x_i)^2$$



Переменная с индексом
вводится так:
 $x[i]$ получается x_i

	0
0	0
1	$3.947 \cdot 10^{-3}$
2	0.03
3	0.096
4	0.206
5	0.354
6	0.521
7	0.68
8	0.799
9	0.854
10	0.827
11	0.719
12	0.548
13	0.345
14	0.157
15	0.03

$y =$



Это важно знать!
В Mathcad принято, что
индекс массива отсчиты-
вается от 0.
Начальный индекс
определяется
системной переменной
ORIGIN=0.

Доступ к элементам массива происходит по индексу, например:

$$y_0 = 0$$

$$y_1 = 3.947 \cdot 10^{-3}$$

$$y_2 = 0.03$$

Выбор способа построения функции, вообще говоря, не столь
важен, однако при вычислении значения функции как элемента
массива упрощается процедура обращения к его отдельным
значениям.

Для двумерного массива обращение строится так: $M[i,j]$
а получается $M_{i,j}$

Двумерный массив соответствует значению функции двух переменных, например:

$$f(x, y) := x^2 - y^2$$

$$i := 0..10$$

$$j := 0..10$$

$$x_i := -5 + i$$

$$y_j := -5 + j$$

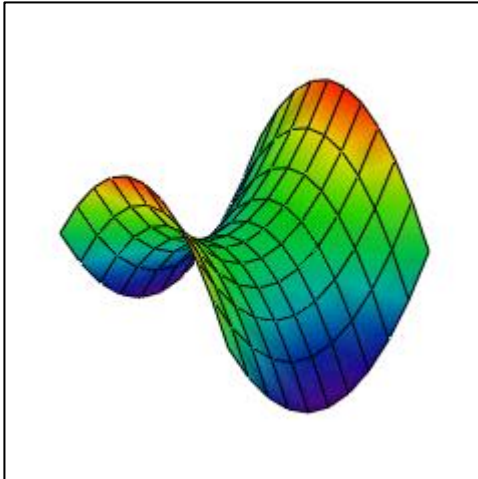
Определим двумерную матрицу:

$$M_{i,j} := f(x_i, y_j)$$

и построим поверхность.

пределим двумерную матрицу:

$M_{i,j} := f(x_i, y_j)$ — и построим поверхность.



В качестве единственного аргумента графика указываем имя матрицы M .

$M =$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	9	16	21	24	25	24	21	16	9	0
1	-9	0	7	12	15	16	15	12	7	0	-9
2	-16	-7	0	5	8	9	8	5	0	-7	-16
3	-21	-12	-5	0	3	4	3	0	-5	-12	-21
4	-24	-15	-8	-3	0	1	0	-3	-8	-15	-24
5	-25	-16	-9	-4	-1	0	-1	-4	-9	-16	-25
6	-24	-15	-8	-3	0	1	0	-3	-8	-15	-24
7	-21	-12	-5	0	3	4	3	0	-5	-12	-21
8	-16	-7	0	5	8	9	8	5	0	-7	-16
9	-9	0	7	12	15	16	15	12	7	0	-9
10	0	9	16	21	24	25	24	21	16	9	0

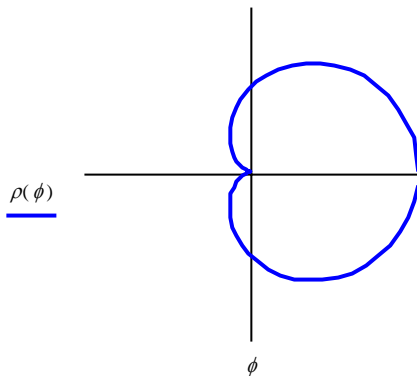
M

Построим полярный график, выбрав в качестве кривой, например кардиоиду.

$$\phi := 0, 0.1.. 2 \cdot \pi$$

$$\rho(\phi) := 1 + \cos(\phi)$$

Для ввода ϕ, ρ используем палитру греческих символов



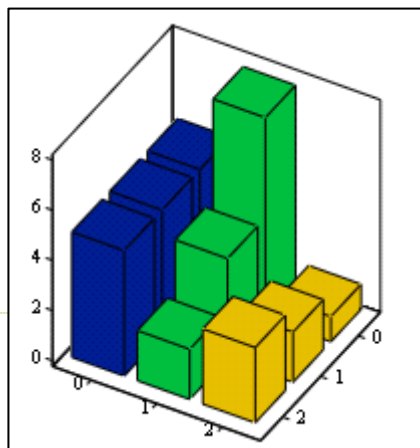
Постройте самостоятельно графики функций:

1. $\rho(\phi) := a \cdot \cos(\phi) \cdot \sin(\phi)$

2. $\rho(\phi) := a \cdot \phi$

3. $\rho(\phi) := a \cdot e^\phi$

Для построения столбиковой диаграммы необходимо задать матрицу значений



D

$$D := \begin{bmatrix} 5 & 8 & 1 \\ 5 & 4 & 2 \\ 5 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

Как видно из графика, каждая колонка матрицы создаёт ряд значений

Постройте столбиковые диаграммы для произвольного набора чисел, например:

$$\begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 8 & 3 \\ 15 & 5 \end{bmatrix}$$

Примечание . Просмотрите примеры помещённые в электронные книги центра ресурсов.