МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института/
_____ И.Ю.Мезин
«29» 10 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Направление подготовки
12.03.01 Приборостроение

Профиль программы
Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки –прикладной бакалавриат

Форма обучения
Очная

Институт	*Естествознания и стандартизации*
Кафедра	*Физики*
Курс	*4*
Семестр	*7*

Магнитогорск
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом МОиН РФ от 03.09.2015 № 959.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики «25» 10 2018 г., протокол № 3.

Зав. кафедрой _____ / Ю.И. Савченко/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института Естествознании и стандартизации «29» 10 2018 г., протокол № 2.

Председатель _____ / И.Ю. Мезин/

Рабочая программа составлена: доцент кафедры физики, к. ф.-н.

_____ / В.В. Мавринский/

Рецензент: доцент кафедры ПиТФ, к. т. н.

_____ / А.В. Колдин/

Лист регистрации изменений и дополнений

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Компьютерные технологии приборостроения» являются:

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Компьютерный технологии приборостроения» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания, умения, владения, сформированные в результате изучения дисциплин «физика», «математика», «Механические детали приборов и основы конструирования», «Основы электроники», «Цифровые измерительные устройства», «Аналоговые измерительные устройства», «Программирование микроконтроллеров», «Методы обработки информации», «Физические основы получения информации», «Теоретические основы электротехники», «Информатика и информационные технологии», «Начертательная геометрия и компьютерная графика».

Знания, умения, владения, полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при прохождении государственной итоговой аттестации и написании выпускной квалификационной работы.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Компьютерные технологии приборостроения» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-7 способность использовать современные программные средства подготовки конструкторско-технологической документации	
Знать	– *типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных, и технологических, измерительных, задач приборостроения;*
Уметь	– *представлять техническое решение средствами компьютерной графики и геометрического моделирования*
Владеть	– *методами и компьютерными системами проектирования и исследования приборов и систем*
ПК-1 способность к анализу поставленной задачи исследований в области приборостроения	
Знать	– *методы анализа цепей постоянного и переменного токов;* – *основные принципы разработки моделей тепловых и механических процессов, надежности и методы их анализа*
Уметь	– *осуществлять анализ показателей безотказности приборов и систем;* – *выполнять трассировку печатных плат при помощи стандартных пакетов прикладных программ и систем*
Владеть	– *методами проведения исследований, включая применение готовых методик*
ПК-2 готовность к математическому моделированию процессов и объектов приборостроения и их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	
Знать	– *алгоритмы схемно-топологического проектирования приборов и систем* – *основы системного анализа и теории чувствительности;* – *Программное обеспечение для моделирования приборных систем*
Уметь	– *формализовать физические и технические процессы;* – *применять численные методы расчета электрических цепей с использованием пакетов прикладных программ*
Владеть	– *численными методами решения систем дифференциальных и алгебраических уравнений*

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:
- контактная работа – 57.2 акад. часов:
  - аудиторная – 54 акад. часов;
  - внеаудиторная – 3.2 акад. часов
- самостоятельная работа – 15.1 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Системный подход к проектированию приборов и систем (ПС) средствами компьютерных технологий	7							
1.1.Роль и задачи компьютерных технологий (КТ) в процессе разработки ПС	7	1	4		1	подготовка к лекциям; лаб. занятиям, контролю; работа с ЭБС.	устный опрос; отчет по л.р.	ПК-1-зув
1.2. Основы системного подхода к проектированию ПС средствами КТ	7	1	4		1	подготовка к лекциям; лаб. занятиям, контролю; работа с ЭБС.	устный опрос; отчет по л.р.	ПК-1-зув
1.3. Функции параметрической чувствительности (ФПЧ)	7	1	2		1	подготовка к лекциям; лаб. занятиям, контролю; работа с ЭБС.	устный опрос; отчет по л.р.	ПК-1-зув
Итого по разделу	**7**	**3**	**10**		**3**		**устный опрос; отчет по л.р.**	
2.Математические модели физических	**7**							

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
процессов и методики для проектирования ПС								
2.1. Системные принципы построения расчетных моделей ПС	7	1	4		1	подготовка к лекциям; лаб. занятиям, контролю; работа с ЭБС.	устный опрос; отчет по л.р.	ПК-2-зув
2.2. Модели физических процессов, протекающих в ПС	7	2	4		1	подготовка к лекциям; лаб. занятиям, контролю; работа с ЭБС.	устный опрос; отчет по л.р.	ПК-2-зув
2.3. Типовые методики исследования характеристик ПС на основе моделирования физических процессов	7	2	4		1	подготовка к лекциям; лаб. занятиям, контролю; работа с ЭБС.	устный опрос; отчет по л.р.	ПК-2-зув
2.4. Программные средства анализа и оптимизации электронных схем и топологического проектирования печатных	7	3	4		1	подготовка к лекциям; лаб. занятиям, контролю; работа с ЭБС.	устный опрос; отчет по л.р.	ОПК-7-зув
2.5. Программные средства моделирования разнородных физических процессов в ПС	7	3	4		2.1	подготовка к лекциям; лаб. занятиям, контролю; работа с ЭБС.	устный опрос; отчет по л.р.	ОПК-7-зув
Итого по разделу	**7**	**11**	**20**		**6**		**устный опрос; отчет по л.р.**	
3. Автоматизация схемно-топологического проектирования ПС	7							
3.1. Место схемно-топологического проектирования в общей структуре проектирования ПС средствами КТ	7	1	2		2	подготовка к лекциям; лаб. занятиям, контролю; работа с ЭБС.	устный опрос; отчет по л.р.	ПК-1-зув ОПК-7-зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
3.2. Концепция единого информационного пространства	7	1	2		2	подготовка к лекциям; лаб. занятиям, контролю; работа с ЭБС.	устный опрос; отчет по л.р.	ПК-1-зув ОПК-7-зув
3.3. Нормативная база CALS-технологий	7	2	2		2	подготовка к лекциям; лаб. занятиям, контролю; работа с ЭБС.	устный опрос; отчет по л.р.	ПК-1-зув ОПК-7-зув
Итого по разделу	**7**	**4**	**6**		**6**		**устный опрос; отчет по л.р.**	
Итого по дисциплине	**7**	**18**	**36**		**15.1**		**экзамен**	

5 Образовательные и информационные технологии

Для формирования компетенций и реализации предусмотренных видов учебной работы в учебном процессе используются ***традиционная, интерактивная*** и ***информационно-коммуникационные*** технологии.

Используются следующие виды лекций:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Теоретический материал закрепляется в ходе лабораторных занятий с применением IT-технологий.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Примерная структура и содержание раздела:

По дисциплине «Компьютерные технологии в приборостроении» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Примерные вопросы для самоконтроля:

1.Системный подход к проектированию приборов и систем (ПС) средствами компьютерных технологий

1.1.Роль и задачи компьютерных технологий (КТ) в процессе разработки ПС

Роль и задачи ИТ в процессе разработки ПС. Способы проектирования. Аспекты, описания и иерархические уровни проектирования. Определение САПР. Процесс проектирования ПС (на примере жизненного цикла). Типовые проектные процедуры (синтез, анализ, оптимизация). Маршруты проектирования. Виды обеспечения САПР.

1.2. Основы системного подхода к проектированию ПС средствами КТ

Определения схемы, конструкции и технологии ПС. Уровни разукрупнения ПС по функциональной и конструктивной сложности. ПС как методологическая система. Признаки системного подхода. Основы системного анализа. Условная формализация технического процесса как системы.

1.3. Функции параметрической чувствительности (ФПЧ)

Показатели параметрической чувствительности. Задачи проектирования ПС, решаемые на основе исследования параметрической чувствительности с применением ИТ (настройка, регулировка, стабильность выходных характеристик и т. п.). Методы расчета ФПЧ (метод вариаций, метод непосредственного дифференцирования, метод преобразованной и/или метод сопряженной /присоединенной/ модели). Теорема взаимности

2.Математические модели физических процессов и методики для проектирования ПС

2.1. Системные принципы построения расчетных моделей ПС

Классификация расчетных моделей. Аналитические модели – вектор функция, дифференциальные уравнения, матричные уравнения. Структурные модели – направленные графы, блок-схемы. Топологические модели ненаправленные графы, эквивалентные цепи. Применение современных компьютерных измерительных технологий для проведения измерения физических величин, в том числе в режиме удаленного доступа.

2.2. Модели физических процессов, протекающих в ПС

Место моделей физических процессов, протекающих в ПС, в общей структуре алгоритма проектирования ПС. Постановка задачи. Методы конечных разностей и конечных элементов. Модели электрических процессов радиокомпонентов (R, C, L, VD, VT). Оптимизация параметров электрических схем приборов. Комплексные электротепловые модели диода и транзистора. Макромодели операционного усилителя и функциональных узлов приборов. Моделирование тепловых полей в ПС. Постановка задачи. Иерархия конструкций с точки зрения тепловых процессов. Иерархическое моделирование. Вывод расчетной модели печатного узла на основе уравнения Фурье – Кирхгофа с учетом граничных условий 1–4-го родов. Примеры моделей тепловых процессов ПС. Моделирование механических процессов. Постановка задачи. Вывод расчетной модели печатного узла при вибрационных нагрузках на основе бигармонического уравнения колебаний ортотропной пластины. Методы анализа математических моделей: методы решения систем линейных, нелинейных и интегродифференциальных уравнений. Проблема разреженности САУ. Математические основы автоматизированного анализа и обеспечения показателей надежности и качества ПС. Вероятностные модели ПС при анализе безотказности: по внезапным отказам, по постепенным отказам

2.3. Типовые методики исследования характеристик ПС на основе моделирования физических процессов

Методика исследования электрических характеристик приборов на основе макромоделей функциональных узлов. Методики исследования тепловых характеристик ПС (методики восходящего и нисходящего анализов). Методика совместного исследования тепловых и электрических характеристик приборов. Методика исследования механических характеристик ПС. Методика автоматизированного анализа и обеспечения показателей надежности ПС. Типовые маршруты проектирования ПС на основе ИТ.

2.4. Программные средства анализа и оптимизации электронных схем и топологического проектирования печатных

Классификация программных средств с точки зрения специализации, учета взаимосвязи физических процессов, конвертации данных в другие системы, графического режима, методов формирования и анализа математических моделей.

2.5. Программные средства моделирования разнородных физических процессов в ПС

Классификация. Методы формирования баз знаний. Функциональные возможно-сти.

3. Автоматизация схемно-топологического проектирования ПС

3.1. Место схемно-топологического проектирования в общей структуре проектирования ПС средствами КТ

Место в общей структуре проектирования ПС. Обобщенная постановка задачи топологического проектирования ПС средствами ИТ.

3.2. Концепция единого информационного пространства

Методические основы CALS-технологий. Концептуальная модель единого информационного пространства. Компоненты CALS-технологий. Вопросы защиты информации. Электронная цифровая подпись.

3.3. Нормативная база CALS-технологий

Обзор международных стандартов. Стандарт ISO 10303 STEP. Язык Express. Интегрированная информационная модель изделия. Прикладные протоколы.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-7 способность использовать современные программные средства подготовки конструкторско-технологической документации		
Знать	– *типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных, и технологических, измерительных, задач приборостроения;*	Перечень вопросов для подготовки к экзамену: 1. В чем заключаются основные достоинства виртуальных измерительных приборов, созданных на основе компьютерных измерительных технологий? 2. Как можно учесть эффект рассеивания механической энергии в материале печатной платы? Показать на примере распределенной динамической модели печатного узла, построенной на основе бигармонического уравнения. Рассматривать частотную область. 3. Каким образом строится алгоритм анализа безотказности ПС по постепенным отказам? 4. Каким образом строится алгоритм анализа безотказности ПС по внезапным отказам? Какую структуру имеет модель безотказности ЭРЭ по внезапным отказам? Привести структуру модели и дать краткую характеристику параметрам модели. 5. Каким образом строится алгоритм иерархического анализа безотказности ПС по внезапным отказам? Привести алгоритм и краткое его описание. 6. Каким образом можно смоделировать отклонение выходных характеристик ПС от тепловых воздействий? Рассмотреть математический аппарат и привести алгоритм моделирования. 7. Какие основные действия над множествами осуществляются в процессе топологического АП (ТАП) ПС? 8. Каким образом при помощи графов описываются объекты в процессе ТАП ПС? 9. Какие способы задания графов используются в задачах ТАП ПС? 10. Какие существуют методы компоновки в задачах ТАП ПС? 11. Какие существуют методы размещения элементов на монтажном пространстве в задачах ТАП ПС? Какие при этом применяются критерии? 12. Какие модели монтажного пространства используются в задачах ТАП ПС? 13. Какие критерии используются при решении задачи трассировки? 14. Какие отличия имеют следующие алгоритмы трассировки: алгоритм путевых коор-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		динат, алгоритм кодирования по модулю 3 и алгоритм Акерса? 15. В чем заключается трассировка соединений на основе метода встречной волны? 16. Какие достоинства и недостатки имеют алгоритм Абрайтиса и алгоритм Ли? 17. В чем заключается сущность метода трассировки по магистралям? 18. В чем заключается сущность метода канального алгоритма трассировки? 19. Каким образом строятся экспертные системы? Привести обобщенную структурную схему. 20. Как представляются знания в экспертных системах при помощи правил "И" и (или) "ИЛИ"? 21. Каким образом представляются фреймами знания в экспертных системах? 22. Каким образом сроится сцепленный список «объект – значение»? Привести пример. 23. Для чего используется коэффициент определенности в экспертных системах? Привести 2–3 примера.
Уметь	– *представлять техническое решение средствами компьютерной графики и геометрического моделирования*	Примерные практические задания на экзамене: 1. Разработка трехмерных моделей конструктивных узлов и элементов прибора. 2. Разработка шаблона процесса проектирования прибора 3.
Владеть	– *методами и компьютерными системами проектирования и исследования приборов и систем*	*Комплексные задания* *1.* Формирование проекта печатной платы в редакторе печатных плат *2.* Разработка интерактивного электронного технического руководства.
ПК-1 способность к анализу поставленной задачи исследований в области приборостроения		
Знать	– *методы анализа цепей постоянного и переменного токов;* – *основные принципы разработки моделей тепловых и механических процессов, надежности и методы их анализа*	1. В чем заключается системный подход в автоматизированном проектировании (АП) ПС? 2. Какие преимущества дает применение САПР в процессе разработки ПС? Ответ построить относительно структурной схемы жизненного цикла ПС (совокупность этапов и стадий). 3. Какие проектные процедуры выполняются с применением САПР? В качестве ответа привести классификацию проектных процедур. Для каждой процедуры привести краткую характеристику.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		4. Как можно формально описать технический процесс через математические операторы? Привести пример описания любого технического процесса. 5. Что включает в себя информационная модель процесса АП ПС? 6. В чем заключается анализ чувствительности? Дать развернутый ответ. 7. Какие количественные показатели функций параметрической чувствительности (ФПЧ) используются в процессе АП ПС? 8. Какие существуют методы получения ФПЧ? Провести сравнительный анализ. 9. Каким образом можно выразить малые вариации выходных характеристик ПС через абсолютные ФПЧ? 10. Каким образом можно использовать матрицу относительных ФПЧ для принятия решения в процессе АП? Привести пример. 11. В чем заключается отличие методов преобразованной и сопряженной моделей получения ФПЧ? Привести сравнительный анализ. 12. В чем состоит сущность получения ФПЧ методами вариации параметров и непосредственного дифференцирования? Привести примеры. 13. Какие расчетные модели физических процессов в ПС применяются в процессе АП? 14. Какие компоненты (активные и пассивные) входят в состав топологических моделей, представляемых в виде ненаправленных графов? Привести примеры компонентов моделей. 15. В чем заключается сущность метода аналогий при исследовании физических процессов в ПС путем математического моделирования? 16. Какие существуют методы оптимизации? Привести классификацию методов. 17. Какие градиентные методы оптимизации наиболее часто применяются в САПР ПС? 18. В чем заключается сущность метода конечных разностей (МКР)? 19. В чем заключается сущность метода конечных элементов (МКЭ)? 20. В чем достоинства и недостатки методов МКР и МКЭ? Провести сравнительный анализ методов. 21. В чем заключается иерархическое математическое моделирование электрических характеристик ПС? Привести пример алгоритма. 22. В чем заключается иерархическое математическое моделирование тепловых харак-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		теристик ПС? Привести пример алгоритма. 23. В чем заключается иерархическое математическое моделирование механических характеристик ПС? Привести пример алгоритма. 24. Каким образом можно построить процесс совместного моделирования электрических и тепловых характеристик ПС на основе двух автономных подсистем? Ответ привести в виде алгоритма и краткого его описания. *25.* Классификация электрических моделей ЭРЭ.
Уметь	– *осуществлять анализ показателей безотказности приборов и систем;* – *выполнять трассировку печатных плат при помощи стандартных пакетов прикладных программ и систем*	*Практические задания* *1.* Анализ показателей надежности прибора 2. Размещение компонентов и трассировка печатного монтажа
Владеть	– *методами проведения исследований, включая применение готовых методик*	*Комплексные задания* 1. Каким образом можно построить процесс совместного моделирования электрических и тепловых характеристик ПС на основе двух автономных подсистем? Ответ привести в виде алгоритма и краткого его описания. 2. Методом конечных элементов оценить надежность системы
ПК-2 готовность к математическому моделированию процессов и объектов приборостроения и их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов		
Знать	– *алгоритмы схемно-топологического проектирования приборов и систем* – *основы системного анализа и теории чувствительности;* – *Программное обеспечение для моделирования приборных систем*	1. Какие существуют методы формирования математических моделей (для матричного вида)? 2. Какие существуют методы анализа математических моделей, представленных в матричном виде? 3. Каким образом можно построить алгоритм решения нелинейных систем алгебраических уравнений (СНАУ) на основе итерационных методов решения систем линейных алгебраических уравнений? 4. В чем заключаются отличия метода простых итераций и метода Ньютона – Рафсона? 5. В чем заключается проблема разреженности матриц параметров САУ? 6. Какие методы упорядочения разреженных матриц применяются в САПР?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		7. Какие подходы используются при анализе интегро-дифференциальных уравнений? 8. Какие модификации может иметь модель Эберса – Молла полупроводникового диода? 9. Какие модификации может иметь модель Эберса – Молла биполярного транзистора? 10. Какие модификации может иметь модель транзистора Гуммеля –Пуна? 11. Каким образом в электрической модели Эберса – Молла п/п диода и транзистора учитываются температурные воздействия? 12. В чем заключается макромоделирование функциональных узлов ПС? 13. Представить схему классификации методов макромоделирования ПС. 14. В чем заключается метод упрощения полной модели при макромоделировании ПС? 15. В чем заключается принцип подобия, используемый при построении макромодели ПС? 16. В чем заключается метод редукции при построении макромодели ПС? 17. Изложить постановку задачи идентификации параметров моделей ЭРЭ.
Уметь	– *формализовать физические и технические процессы;* – *применять численные методы расчета электрических цепей с использованием пакетов прикладных программ*	*Практические задания* *3.* Моделирование теплового режима прибора в целом *4.* Моделирование теплового режима печатного узла
Владеть	– *численными методами решения систем дифференциальных и алгебраических уравнений*	*Комплексные задания* *1.* решить нелинейную систем алгебраических уравнений (СНАУ) итерационным методом $\begin{aligned} 6.25x_1 - x_2 + 0.5x_3 &= 7.5, \\ -x_1 + 5x_2 + 2.12x_3 &= -8.68, \\ 0.5x_1 + 2.12x_2 + 3.6x_3 &= -0.24. \end{aligned}$ *2.* решить нелинейную систем алгебраических уравнений (СНАУ) методом Зейделя *3.* решить нелинейную систем алгебраических уравнений (СНАУ) методом релаксации *4.*

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Компьютерные технологии в приборостроении» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты курсовой работы.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

*– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.*

*– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.*

*– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

*– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.*

*– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.*

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Берлинер, Э. М. САПР технолога машиностроителя: Учебник/Э.М.Берлинер, О.В.Таратынов - Москва : Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 336 с. (Высшее образование) ISBN 978-5-00091-043-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/501435 (дата обращения: 13.11.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Компьютерное моделирование : учебник / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, И.В. Рудаков — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2018. — 264 с. - ISBN 978-5-906818-79-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/911733 (дата обращения: 13.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Якушенков, Ю. Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов [Электронный ресурс] : учебник / Ю. Г. Якушенков . - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2011. - 568 с. - ISBN 978-5-98704-533-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/469679 (дата обращения: 13.11.2020)
2. Калиниченко, А. В. Калинеченко, А.В. Справочник инженеера по контрольно-измерительным приборам в автоматике [Электронный ресурс] / А.В. Калиниченко, Н.В. Уваров, В.В. Дойников. - Москва : Инфра-Инженеерия, 2015. - 576 с. - ISBN 978-5-9729-0017-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/520694 (дата обращения: 13.11.2020). – Режим доступа: по подписке.
3. Безруков, А. И. Математическое и имитационное моделирование : учеб. пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексенцева. — Москва : ИНФРА-М, 2017. — 227 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: https://znanium.com]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_59006f8ec13df8.73891496. - ISBN 978-5-16-103017-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/811122 (дата обращения: 13.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

в) Методическая литература:

Представлена в приложении 1

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно

7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Аудитории для лабораторных работ	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, MathCAD, Scilab и выходом в Интернет
Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации включают:	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, MathCAD, Scilab и выходом в Интернет
Аудитории для самостоятельной работы с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.	Компьютерные классы, включающие персональные компьютеры с пакетом MS Office, MathCAD, Scilab; читальные залы библиотеки
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.

Приложение 1

Методические рекомендации для аудиторной работы студентов

В процессе выполнения самостоятельной работы студенты должны научиться воспринимать сведения на слух, фиксировать информацию в виде записей в тетрадях, работать с письменными текстами, самостоятельно извлекая из них полезные сведения и оформляя их в виде тезисов, конспектов, систематизировать информацию в виде заполнения таблиц, составления схем. Важно научиться выделять главные мысли в лекции преподавателя либо в письменном тексте; анализировать явления; определять свою позицию к полученным на занятиях сведениям, четко формулировать ее; аргументировать свою точку зрения: высказывать оценочные суждения; осуществлять самоанализ. Необходимо учиться владеть устной и письменной речью; вести диалог; участвовать в дискуссии; раскрывать содержание изучаемой проблемы в монологической речи; выступать с сообщениями и докладами.

Конспект лекции. Смысл присутствия студента на лекции заключает во включении его в активный процесс слушания, понимания и осмысления материала, подготовленного преподавателем. Этому способствует конспективная запись полученной информации, с помощью которой в дальнейшем можно восстановить основное содержание прослушанной лекции.

Для успешного выполнения этой работы советуем:

- подготовить отдельные тетради для каждого предмета. Запись в них лучше вести на одной стороне листа, чтобы позднее на чистой странице записать дополнения, уточнения, замечания, а также собственные мысли. С помощью разноцветных ручек или фломастеров можно будет выделить заголовки, разделы, термины и т.д.
- не записывать подряд все, что говорит лектор. Старайтесь вначале выслушать и понять материал, а затем уже зафиксировать его, не упуская основных положений и выводов. Сохраняйте логику изложения. Обратите внимание на необходимость точной записи определений и понятий.
- оставить место на странице свободным, если не успели осмыслить и записать часть информации. По окончанию занятия с помощью однокурсников, преподавателя или учебника вы сможете восстановить упущенное.
- уделять внимание грамотному оформлению записей. Научитесь графически ясно и удобно располагать текст: вычленять абзацы, подчеркивать главные мысли, ключевые слова, помешать выводы в рамки и т.д. Немаловажное значение имеет и четкая структура лекции, в которую входит план, логически выстроенная конструкция освещения каждого пункта плана с аргументами и доказательствами, разъяснениями и примерами, а также список литературы по теме.
- научиться писать разборчиво и быстро. Чтобы в дальнейшем не тратить время на расшифровку собственных записей, следите за аккуратностью почерка, не экономьте бумагу за счет уплотнения текста. Конспектируя, пользуйтесь общепринятыми сокращениями слов и условными знаками, если есть необходимость, то при-думайте собственные сокращения.
- уметь быстро и четко переносить в тетрадь графические рисунки и таблицы. Для этих целей приготовьте прозрачную линейку, карандаш и резинку. Старайтесь как можно точнее скопировать изображение с доски. Если наглядный материал трудно воспроизводим в условиях лекции, то сделайте его словесное описание с обобщающими выводами.
- просмотреть свои записи после окончания лекции. Подчеркните и отметьте разными цветами фломастера важные моменты в записях. Исправьте неточности, внесите необходимые дополнения. Не тратьте время на переписывание конспекта, если он оказался не совсем удачным. Совершенствуйтесь, записывая последующие лекции.

Подготовка к лабораторным занятиям. Они предназначены для углубленного изучения отдельных тем и курсов. По форме проведения обычно представляют собой решение задач по теме лекций или индивидуальных задач.

Подготовка к занятиям заключается, прежде всего, в освоении того теоретического материала. Для этого необходимо в первую очередь перечитать конспект лекции или разделы учебника, в которых присутствует установочная информация. Изучение рекомендованной литературы необходимо сделать максимально творчески – не просто укладывая в память новые сведения, а осмысливая и анализируя материал.

Подготовка к экзамену. Готовиться к экзамену нужно заранее и в несколько этапов. Для этого:

- Просматривайте конспекты лекций сразу после занятий. Это поможет разобраться с непонятными моментами лекции и возникшими вопросами, пока еще лекция свежа в памяти.

- Бегло просматривайте конспекты до начала следующего занятия. Это позволит «освежить» предыдущую лекцию и подготовиться к восприятию нового материала.
- Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала.

Непосредственно при подготовке:

- Упорядочьте свои конспекты, записи, задания.
- Прикиньте время, необходимое вам для повторения каждой части (блока) материала, выносимого на зачет.
- Составьте расписание с учетом скорости повторения материала, для чего
- Разделите вопросы для экзамена на знакомые (по лекционному курсу, семинарам, конспектированию), которые потребуют лишь повторения и новые, которые придется осваивать самостоятельно. Начните с тем хорошо вам известных и закрепите их с помощью конспекта и учебника. Затем пополните свой теоретический багаж новыми знаниями, обязательно воспользовавшись рекомендованной литературой.
- Правильно используйте консультации, которые проводит преподаватель. Приходите на них с заранее проработанными самостоятельно вопросами. Вы можете получить разъяснение по поводу сложных, не до конца понятых тем, но не рассчитывайте во время консультации на исчерпывающую информации по содержанию всего курса.

Методические материалы к лабораторным работам

Лабораторная работа 1.
Вектора.

Теоретический материал.

Базовой структурой данных в Scilab является матрица. Всякая матрица характеризуется своим размером (т.е. числом строк и столбцов) и типом содержащихся в ней значений. Элементами матрицы могут являться вещественные,комплексные или целые числа, логические значения, строки или полиномы. Если две матрицы имеют совпадающее число строк и столбцов, говорят, что ониимеют одинаковый размер.

Частным случаем матриц являются векторы, в которых число строк либостолбцов равно 1. Собственно скалярные величины в Scilab отсутствуют - скалярное значение представляется матрицей 1 x 1.

Вектор в Scilab — это упорядоченная совокупность элементов (одномерный массив) одного типа данных. Упорядоченность для пользователя в этом смысле проявляется в том, что к каждому элементу вектора можно обратиться по его уникальному порядковому номеру или индексу. В среде Scilab все индексы начинаются с единицы, что немного не привычно, так как например в программировании на языке Си те же индексы массивов начинаются с нуля.

Для ввода вектора используются квадратные скобки, элементы вектора отделяются друг от друга:

- точкой с запятой, если требуется получить вектор–столбец;
- пробелом или запятой, если необходимо разместить элементы в вектор–строке.

Занесите вектор-столбцы и вектор-строки:

в соответствующие массивы, набрав в командной строке:

$a = \begin{bmatrix} 0.2 \\ -3.9 \\ 4.6 \end{bmatrix}$ $b = \begin{bmatrix} 7.6 \\ 0.1 \\ 2.5 \end{bmatrix}$ $u = [0.1 \quad 0.5 \quad -3.7 \quad 8.1]$ $v = [5.2 \quad 9.7 \quad 3.4 \quad -0.2]$

-->a = [0.2; -3.9; 4.6]; --> b=[7.6; 0.1; 2.5];--> u=[0.1 0.5 -3.7 8.1];--> v=[5.2 9.7 3.4 –0.2];

Точка с запятой в конце каждой строки поставлена для подавления вывода на экран, она никак не связана с точкой с запятой, которая является разделителем элементов в вектор-столбцах. Вектор в Scilabпредставляются двумерными массивами, один из размеров которых равен единице.

Для получения длины вектора предназначена функция length, вектор указывается в качестве ее входного аргумента:

--> L=length(a)

L =3

Вектор-столбцы с одинаковым числом элементов можно складывать и вычитать друг из друга при помощи знаков "+" и "–". Аналогичное верно и для вектор-строк:

--> c=a+b;

--> w=u-v;

Сложение и вычитание вектор-строки и вектор-столбца или векторов разных размеров приводит к ошибке. Операция * предназначена для умножения векторов по правилу матричного умножения. Поскольку Scilabразличает вектор-строки и вектор столбцы, то допустимо либо умножение вектор-строки на такой же по длине вектор-столбец (скалярное произведение), либо умножение вектор-столбца на вектор-строку (внешнее произведение, в результате которого получается прямоугольная матрица). Векторное произведение двух векторов cross:

-->c=cross(a,b)

Векторное произведение определено только для векторов из трех элементов.

Для операции транспонирования зарезервирован апостроф '. Если вектор содержит комплексные числа, то операция ' приводит к комплексно-сопряженному вектору.

Scilabподдерживает поэлементные операции с векторами. Наряду с умножением по правилу матричного умножения, существует операция поэлементного умножения .* (точка со звездочкой). Данная операция применяется к векторам одинаковой длины и приводит к вектору той же длины, что исходные, элементы которого равны произведениям соответствующих элементов исходных векторов. Например, для векторов a и b, введенных выше, поэлементное умножение дает следующий результат:

--> c=a.*b

c =1.52

-0.39

11.5

Аналогичным образом работает поэлементное деление ./ (точка с косой чертой). Кроме того, операция .\ (точка с обратной косой чертой) осуществляет обратное поэлементное деление, то есть выражения a./b и b.\a эквивалентны. Возведение элементов вектора a в степени, равные соответствующим элементам b, производится с использованием .^. Для транспонирования вектор-строк или вектор-столбцов предназначено сочетание .' (точка с апострофом). Операции ' и .' для вещественных векторов приводят к одинаковым результатам. Не обязательно применять поэлементные операции при умножении вектора на число и числа на вектор, делении вектора на число, сложении и вычитании вектора и числа. При выполнении, например, операции a*2, результат представляет собой вектор того же размера, что и a, с удвоенными элементами.

Вектор, элементы которого представляют собой числовую последовательность в виде арифметической прогрессии, может быть создан особым образом. Для этого используется конструкция

<начальное знаение>:<шаг>:<конечное значение>

Например, создадим вектор с начальным значением -5, конечным значением 10 ишагом между элементами 2

-->-5:2:10

ans = - 5. - 3. - 1. 1. 3. 5. 7. 9.

Вообще говоря, шаг можно не указывать. В этом случае его значение по умолчаниюпринимается равным 1. Если шаг не указывается, то начальное значение всегда должно быть меньше конечного, иначе Scilab создаст пустой вектор.

Векторы могут быть аргументами встроенных математических функций, таких, как sin, cos и т. д. В результате получается вектор с элементами, равными значению вызываемой функции от соответствующих элементов исходного вектора, например:

-->q=sin(u)

Однако для вычисления более сложной функции от вектора значений, скажем

выражение f=(v*sin(v)+v^2)/(v+1) вызовет ошибку уже при попытке умножения v на sin(v). Дело в том, что v является вектор-строкой длиной четыре, т. е. хранится в двумерном массиве размером один на четыре. Точно также представлен и sin(v), следовательно, умножение при помощи звездочки (по правилу матричного умножения) лишено смысла. Аналогичная ситуация возникает и при возведении вектора v в квадрат, т. е., фактически, при вычислении v*v. Правильная запись выражения в Scilabтребует использования поэлементных операций:

$$\frac{v \sin v + v^2}{v + 1},$$

-->f=(v.*sin(v)+v.^2)./(v+1)

Если вы хотите обратиться к последнему элементу вектора, но не знаете его размер, вы можете воспользоваться служебным символом в виде знака доллара '$'.

-->b($)

Так же, для обращения к последнему элементу можно воспользоваться функцией длины:

b(length(b)).

Очень часто требуется обработать только часть вектора, или обратиться к некоторым его элементам. Разберем правила Scilab, по которым производится индексация векторных данных. Для доступа к элементу вектора необходимо указать его номер в круглых скобках сразу после имени переменной, в которой содержится вектор. Например, сумма первого и третьего элементов вектора v находится при помощи выражения

--> s=v(1)+v(3);

Указание номеров элементов вектора можно использовать и при вводе векторов, последовательно добавляя новые элементы (не обязательно в порядке возрастания их номеров). Команды:

-->h=5
-->h(2)=3
-->h(4)=1

приводят к образованию вектора:

h =5.
3.
0.
1.

Заметьте, что для ввода первого элемента h не обязательно указывать его индекс, т.к. при выполнении оператора h=1 создается вектор (массив размера один на один). Следующие операторы присваивания приводят к автоматическому увеличению длины вектора h, а пропущенные элементы (в нашем случае h(3)) получают значение ноль.

В любой момент вы можете удалить элемент вектора. Для этого достаточно на желаемой позиции создать, так называемую, пустую матрицу в виде конструкции '[]'.

-->b(1)=[] // удаляет первый элемент вектора b

Индексация двоеточием позволяет выделить идущие подряд элементы в новый вектор. Начальный и конечный номера указываются в круглых скобках через двоеточие, например:

-->z=[0.2 -3.8 7.9 4.5 7.2 -8.1 3.4];
-->znew=z(3:6)
znew =7.9 4.5 7.2 - 8.1

Scilab обладает большим набором встроенных функций для обработки векторных данных, часть из них приведена в табл. 2.1. Для получения подробной информацию о каждой функции требуется указать ее имя в качестве аргумента команды help. Обратите внимание на то, что ряд функций допускает обращение к ним как с одним, так и с двумя выходными аргументами. В случае нескольких выходных аргументов они заключаются в квадратные скобки и отделяются друг от друга запятой.

Таблица. 2.1Функции обработки данных

Функции	Назначение
s=sum(a)	Сумма всех элементов вектора a
p=prod(a)	Произведение всех элементов вектора a
m=max(a)	Нахождение максимального значения среди элементов вектора a
[m,k]=max(a)	Второй выходной аргумент k содержит номер максимального элемента в векторе a
m=min(a)	Нахождение минимального значения среди элементов вектора a
[m,k]=min(a)	Второй выходной аргумент k содержит номер минимального элемента в векторе a
m=mean(a)	Вычисление среднего арифметического элементов вектора a
a1= gsort(a)	Упорядочение элементов вектора по возрастанию
[a1,ind]=gsort(a)	Второй выходной аргумент ind является вектором из целых чисел от 1 до length(a), который соответствует проделанным перестановкам

Применение встроенных функций обработки данных к некоторым последовательно расположенным элементам вектора не представляет труда. Следующий вызов функции prod вычисляет произведение элементов вектора z со второго по шестой:

--> p=prod(z(2:6))

Индексация вектором служит для выделения элементов с заданными индексами в новый вектор. Индексный вектор должен содержать номера требуемых элементов, например:

```
-->ind=[3 5 7]
ind  =
   3.    5.    7.
-->znew=z(ind)
znew  =
   7.9    7.2    3.4
```

Подумайте, как найти сумму элементов произвольного вектора z с четными индексами. Вот правильное решение:

```
-->ind=2:2:length(z)
ind  =
   2.    4.    6.
-->s=sum(z(ind))
s  =
 - 7.4
```

Конструирование новых векторов из элементов имеющихся векторов производится при помощи квадратных скобок. Следующий оператор приводит к образованию вектора, в котором пропущен пятый элемент вектора z

```
-->znew=[z(1:4) z(6:$)]
znew  =
0.2  - 3.8    7.9    4.5  - 8.1    3.4
```

Задания для самостоятельной работы

Часть 1. Для заданных векторов a и b длины n:

1. вычислить их сумму, разность и скалярное произведение;
2. образовать вектор $c = [a_1, a_2, \ldots, a_n, b_1, b_2$, определить его максимальный и минимальный элементы и поменять их местами;
3. упорядочить вектор *c* по возрастанию и убыванию;
4. переставить элементы вектора *c* в обратном порядке и записать результат в новый вектор;
5. найти векторное произведение $u = [a_1$и $v = [b_2$.

Варианты:

a = [0.5 3.7 6.0 -4.3 1.2 -2.7 2.4 2.2];	*b* = [3.6 7.0 7.0 5.4 2.6 -2.7 -6.4 0.3].
a = [-4.8 -1.3 -1.0 0.7 4.0 5.8 4.3 -8.0];	*b* = [-1.1 -1.9 7.1 -2.1 6.8 2.8 0.3 1.6].
a = [1.0 -3.9 -2.3 -3.3 -1.7 2.2 -0.6 1.8];	*b* = [2.7 -2.7 -2.2 4.4 0.4 -6.0 -3.4 -5.2].
a = [-2.4 3.3 -0.1 3.6 7.4 -2.8 0.3 2.2];	*b* = [6.3 0.6 4.3 -3.7 -7.0 3.7 3.7 8.0].
a = [8.4 -5.9 -6.5 -0.9 6.9 -1.7 1.7 0.8];	*b* = [-0.0 2.0 -1.5 7.5 -4.0 -3.0 -6.2 0.0].
a = [5.3 6.8 -7.1 6.8 -4.0 -2.3 -4.4 -0.2];	*b* = [7.5 -1.5 -4.9 -4.6 -2.3 -5.3 5.5 2.3].
a = [1.2 -4.1 -0.8 -0.7 -2.2 1.7 3.3 -6.1];	*b* = [-1.5 2.2 1.0 -4.3 -0.0 -1.8 -1.5 2.4].
a = [6.6 -5.0 -2.7 8.3 3.8 1.9 1.1 2.7];	*b* = [-1.0 3.2 4.2 -6.4 1.9 -6.5 -6.2 -8.1].
a = [-1.9 0.4 1.8 4.2 -3.8 -4.7 4.0 -2.1];	*b* = [-8.7 -4.2 -1.4 2.8 -2.2 7.8 0.0 -0.1].
a = [0.9 1.7 -3.2 -3.8 7.3 6.0 -0.2 8.6];	*b* = [0.6 -0.4 -6.9 -2.2 1.6 3.8 -3.2 0.4].

Часть 2. Вычислить значения функции на отрезке в заданном числе N равномерно отстоящих друг от друга точек.

Варианты.

1.	$y(x)=\dfrac{\sin x\cos x}{x^2+1}$	$[0,2\pi]$	$N=10$
2.	$y(x)=\ln(x+1)\sqrt{e^x+e^{-x}}$	$[-0.2,4]$	$N=8$
3.	$y(x)=x^2\operatorname{tg}\sqrt{\arcsin x}$	$[0,\frac{1}{3}]$	$N=9$
4.	$y(x)=x\sin x+x^3\dfrac{e^x}{x+1}$	$[0,1]$	$N=7$
5.	$y(x)=\dfrac{1}{1+\frac{x}{\sqrt{1+x}}}$	$[0,3]$	$N=9$
6.	$y(x)=\dfrac{e^{\sin x}+e^{\cos x}}{x^2}$	$[\pi,3\pi]$	$N=11$
7.	$y(x)=\operatorname{ctg}(x^2+1)\cdot(\sin 2x+\cos 2x)$	$[-1,1]$	$N=7$
8.	$y(x)=\log_2\left(x^2+1\right)\cdot\sin\dfrac{1}{x^2+1}$	$[-1,1]$	$N=10$
9.	$y(x)=\left\|x^3+2x^2-3\right\|\sin\pi x$	$[-2,2]$	$N=7$
10.	$y(x)=\dfrac{\sqrt[3]{x+1}}{\sqrt{\|x\|+\frac{1}{2}}}\cdot\dfrac{\sin x+1}{\cos x+2}$	$[-2,2]$	$N=9$

Лабораторная работа 2.
Матрицы.

Теоретический материал.

Базовой структурой данных в Scilab является матрица.Scilab создавался в первую очередь для работы сматрицами вещественных значений, и поэтому содержит большое число функций для работы с вещественно-значными матрицами.

В числе задач проектирования Scilab также стояла оптимидолрозация скоростивыполнения таких операций. Для этого было разработано специальное внутреннее представление матриц, позволяющее интерпретатору эффективно манипулировать ими. Основные операции линейной алгебры, такие как сложение,вычитание, транспонирование и скалярное произведение, выполняются оптимизированными встроенными функциями. Эти операции обозначаются в Scilabсимволами ” +”,” -”, ” ”” и ” *”.

При использовании высокоуровневых операторов и функций практическиотпадает необходимость в реализации циклов, которые, помимо прочего, выполняются существенно медленнее (от 10 до 100 раз), нежели встроенные функции. Данное свойство Scilab носит название векторизации.

Матрицы небольших размеров удобно вводить из командной строки. Существует три способа ввода матриц. Например, матрицу

$$A=\begin{bmatrix}0.7 & -2.5 & 9.1\\ 8.4 & 0.3 & 1.7\\ -3.5 & 6.2 & 4.7\end{bmatrix}$$

можно ввести следующим образом: набрать в командной строке (разделяя элементы строки матрицы пробелами): A=[0.7 –2.5 9.1 и нажать <Enter>. Курсор перемещается в следующую строку (символ приглашения командной строки >> отсутствует). Элементы каждой следующей строки матрицы набираются через пробел, а ввод строки завершается нажатием на <Enter>. При вводе последней строки в конце ставится закрывающая квадр атная скобка:

-->A=[0.7 -2.5 9.1
-->8.4 0.3 1.7
-->-3.5 6.2 4.7]

Если после закрывающей квадратной скобки не ставить точку с запятой для подавления вывода в командное окно, то матрица выведется в виде таблицы.

Другой способ ввода матрицы основан на том, что матрицу можно рассматривать как вектор-столбец, каждый элемент которого является строкой матрицы. Поскольку точка с запятой используется для разделения элементов вектор-столбца, то ввод, к примеру, матрицы

$$B = \begin{bmatrix} 6.1 & 0.3 \\ -7.9 & 4.4 \\ 2.5 & -8.1 \end{bmatrix}$$

осуществляется оператором присваивания:

-->B=[6.1 0.3; -7.9 4.4; 2.5 -8.1]

Введите матрицу и отобразите ее содержимое в командном окне, набрав в командной строке B и нажав <Enter>.

Очевидно, что допустима такая трактовка матрицы, при которой она считается вектор-строкой, каждый элемент которой является столбцом матрицы. Следовательно, для ввода матрицы

$$C = \begin{bmatrix} 0.4 & -7.2 & 5.3 \\ 0.1 & -2.1 & -9.5 \end{bmatrix}$$

достаточно воспользоваться командой:

-->C=[[0.4; 0.1] [-7.2; -2.1] [5.3; -9.5]]

Обратите внимание, что внутренние квадратные скобки действительно нужны. Оператор C=[0.4; 0.1 -7.2; -2.1 5.3; -9.5] является недопустимым и приводит к сообщению об ошибке, поскольку оказывается, что в первой строке матрицы содержится только один элемент, во второй и третьей — по два, а в четвертой — снова один.

Функция size позволяет установить размеры массивов, она возвращает результат в виде вектора, первый элемент которого равен числу строк, а второй — столбцов:

-->s=size(B)
s =3. 2.

Сложение и вычитание матриц одинаковых размеров производится с использованием знаков +, -. Звездочка * служит для вычисления матричного произведения, причем соответствующие размеры матриц должны совпадать, например:

-->P=A*B
P =
46.77 - 84.5
53.12 - 9.93
- 58.58 - 11.84

Допустимо умножение матрицы на число и числа на матрицу, при этом происходит умножение каждого элемента матрицы на число и результатом является матрица тех же размеров, что и исходная. Апостроф ' предназначен для транспонирования вещественной матрицы или нахождения сопряженной к комплексной матрице. Для возведения квадратной матрицы в степень применяется знак ^.

Вычислите для тренировки матричное выражение $R = (A - BC)^3 + ABC$, в котором A, B и C — определенные выше матрицы.

-->R=(A-B*C)^3+A*B*C
R =
- 45358.407 166093.21 - 657876.12
81173.314 - 277025.94 1290559.3
- 42599.757 127425.41 - 787112.23

Scilabобладает многообразием различных функций и способов для работы с матричными данными. Для обращение к элементу массива следует указать его строчный и столбцевой индексы в круглых скобках после имени массива, например:

-->C(1,2)
ans =
- 7.2

Индексация двоеточием позволяет получить часть матрицы — строку, столбец или блок, например:

-->c1=A(2:3,2)
c1 =
0.3
6.2
-->r1=A(1,1:3)
r1 =

0.7 - 2.5 9.1

Для обращения ко всей строке или всему столбцу не обязательно указывать через двоеточие начальный (первый) и конечный индексы, то есть операторы r1=A(1,1:3) и r1=A(1,:) эквивалентны. Для доступа к элементам строки или столбца от заданного до последнего можно использовать $, так же как и для векторов: A(1,2:$). Выделение блока, состоящего из нескольких строк и столбцов, требует индексации двоеточием как по первому измерению, так и по второму. Пусть в массиве T хранится матрица:

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 7 & -3 & 2 & 4 & 9 \\ 0 & -5 & -6 & 3 & -8 & 7 \\ 2 & 4 & 5 & -1 & 0 & 3 \\ -6 & -4 & 7 & 2 & 6 & 1 \end{bmatrix}$$

Для выделения ее элементов (обозначенных курсивом) со второй строки по третью и со второго столбца по четвертый, достаточно использовать оператор:

```
-->T1=T(2:3,2:4)
 T1  =
 - 5.  - 6.   3.
   4.   5.  - 1.
```

Индексация двоеточием так же очень полезна при различных перестановках в массивах. В частности, для перестановки первой и последней строк в произвольной матрице, хранящейся в массиве A, подойдет последовательность команд:

```
s=A(1,:)
s  =
0.7  - 2.5   9.1
-->A(1,:)=A($,:)
A  =
 - 3.5   6.2   4.7
   8.4   0.3   1.7
```

```
 - 3.5   6.2   4.7
-->A($,:)=s
A  =
 - 3.5   6.2   4.7
   8.4   0.3   1.7
0.7  - 2.5   9.1
```

Scilabподдерживает такую операцию, как вычеркивание строк или столбцов из матрицы. Достаточно удаляемому блоку присвоить пустой массив, задаваемый квадратными скобками. Например, вычеркивание второй и третьей строки из массива T, введенного выше, производится следующей командой:

```
-->T(2:3,:)=[]
T  =
   1.   7.  - 3.   2.   4.   9.
 - 6.  - 4.   7.   2.   6.   1.
```

Индексация двоеточием упрощает заполнение матриц, имеющих определенную структуру. Предположим, что требуется создать матрицу

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Первый шаг состоит в определении нулевой матрицы размера пять на пять, затем заполняются первая и последняя строки и первый и последний столбцы:

```
-->W(1:5,1:5)=0;
-->W(1,:)=1;
-->W($,:)=1;
-->W(:,1)=1;
-->W(:,$)=1;
```

Проверьте, что в результате получается требуемая матрица. Ряд встроенных функций, приведенных в табл. 3.1, позволяет ввести стандартные матрицы заданных размеров. Обратите внимание, что во всех функциях, кроме diag, допустимо указывать размеры матрицы следующими способами:

- числами через запятую (в двух входных аргументах);
- одним числом, результат — квадратная матрица;
- вектором из двух элементов, равных числу строк и столбцов.

Последний вариант очень удобен, когда требуется создать стандартную матрицу тех же размеров, что и некоторая имеющаяся матрица. Если, к примеру, A была определена ранее, то команда I=eye(size(A)) приводит к появлению единичной матрицы, размеры которой совпадают с размерами A, так как функция size возвращает размеры матрицы в векторе.

Таблица. 3.1 Функции для создания стандартных матриц

Функция	Результат и примеры вызовов
zeros	Нулевая матрица `F=zeros(4,5) F=zeros(3) F=zeros([3 4])`
eye	Единичная прямоугольная матрица (единицы расположены на главной диагонали) `I=eye(5,8) I=eye(5) I=eye([5 8])`
ones	Матрица, целиком состоящая из единиц `E=ones(3,5) E=ones(6) E=ones([2 5])`
rand	Матрица, элементы которой — случайные числа, равномерно распределенные на интервале (0,1) `R=rand(5,7) R=rand(6) R=rand([3 5])`

diag	1) диагональная матрица, элементы которой задаются во входном аргументе — векторе
	`D=diag(v)`
	2) диагональная матрица со смещенной на k позиций диагональю (положительные k — смещение вверх, отрицательные — вниз), результатом является квадратная матрица размера `length(v)+abs(k)`
	`D=diag(v,k)`
	3) выделение главной диагонали из матрицы в вектор
	`d=diag(A)`
	4) выделение k-ой диагонали из матрицы в вектор
	`d=diag(A,k)`

Разберем, как получить трехдиагональную матрицу размера семь на семь, приведенную ниже, с использованием функций Scilab.

$$T = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 2 & -2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 3 & -3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 5 & 4 & -4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 5 & 5 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 6 & -6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 7 \end{bmatrix}$$

Введите вектор v с целыми числами от одного до семи и используйте его для создания диагональной матрицы и матрицы со смещенной на единицу вверх диагональю. Вектор длины шесть, содержащий пятерки, заполняется, например, так: 5*ones(1,6). Этот вектор укажите в первом аргументе функции diag, а минус единицу — во втором и получите третью вспомогательную матрицу. Теперь достаточно вычесть из первой матрицы вторую и сложить с третьей:

--> T=diag(v)-diag(v(1:6),1)+diag(5*ones(1,6),-1)

Для создания треугольной матрицы из существующей матрицы используются функции: triu(A[,k]) - формирует из матрицы А нижнюю треугольную матрицу начиная с главной или с k-ой диагонали; triu(A[,k]) – формирует из матрицы А верхнюю *треугольную матрицу начиная с главной или с k-ой диагонали.*

```
-->A=[1 2 3;4 5 6;7 8 9]
A  =
   1.   2.   3.
   4.   5.   6.
   7.   8.   9.
-->tril(A)
ans  =
   1.   0.   0.
   4.   5.   0.
   7.   8.   9.
-->tril(A,1)
ans  =
   1.   2.   0.
   4.   5.   6.
   7.   8.   9.
-->tril(A,-1)
ans  =
   0.   0.   0.
   4.   0.   0.
   7.   8.   0.
-->triu(A)
ans  =
   1.   2.   3.
   0.   5.   6.
   0.   0.   9.
```

Для вычисления детерминанта матрицы используется функция det.

-->det(A)

Поэлементные вычисления с матрицами производятся практически аналогичнопоэлементарным вычислениям с векторами, разумеется, необходимо следить за совпадением размеров матриц:

A.*B, A./B— поэлементные умножение и деление;

A.^p — поэлементное возведение в степень, p — число;

A.^B — возведение элементов матрицы A в степени, равные соответствующим элементам матрицы B;

A.' — транспонирование матрицы (для вещественных матриц A' и A.' приводят к одинаковым результатам);

Допустимо записывать сумму и разность матрицы и числа, при этом сложение или вычитание применяется, соответственно, ко всем элементам матрицы. Вызов математической функции от матрицы приводит к матрице того же размера, на соответствующих позициях которой стоят значения функции от элементов исходной матрицы.

В Scilab определены и матричные функции, например, sqrtm предназначена для вычисления квадратного корня. Найдите квадратный корень из матрицы $K = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 1 & 4 \end{bmatrix}$

и проверьте полученный результат, возведя его в квадрат (по правилу матричного умножения, а не поэлементно!):

```
-->K=[3 2; 1 4];
-->S=sqrtm(K)
S  =
   1.688165    0.5479029
   0.2739515   1.9621165
-->S*S
ans  =
   3.   2.
   1.   4.
```

Все функции обработки данных, приведенные в табл. 2.1 (лабораторная работа № 2), могут быть применены и к двумерным массивам. Рассмотрим для примера функцию sum. Основное отличие от обработки векторных данных заключается в следующем:

sum(X[,fl]) – вычисляет сумму элементов массива X, имеет необязательный параметр fl; если параметр fl , отсутствует то функция sum(X) возвращает скалярное значение равное сумме элементов массива если ; fl=′r′ или fl=1, , что то же самое то функция вернет строку равную поэлементной сумме столбцов матрицы X; если fl=′c′ или fl=2, то результатом работы функции будет вектор столбец каждый элемент которого равен сумме элементов строк матрицы X

```
-->M=[1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]
M  =
   1.   2.   3.
   4.   5.   6.
   7.   8.   9.
-->sum(M)
ans  =
   45.
-->sum(M,1)
ans  =
   12.   15.   18.
-->sum(M,2)
ans  =
   6.
   15.
   24.
```

Аналогичным образом работают и другие функции из таблицы 2.1.

Функция catслужит для объединения матриц.

Очень удобной возможностью Scilab является конструирование матрицы из матриц меньших размеров. Для объединения матриц можно пойти двумя путями: воспользоваться функцией cat(n, A, B, [C, …]) - объединяет матрицы A и B, или все входящие матрицы при n=1 , по строкам при n=2; или же объединить матрицы стандартным способом: [A; B] или [A, B].

```
-->A=[1 2;3 4]
A  =
   1.   2.
   3.   4.
-->B=[5 6 ;7 8]
B  =
   5.   6.
   7.   8.
-->cat(2,A,B)
ans  =
1.   2.   5.   6.
   3.   4.   7.   8.
-->cat(1,A,B)
ans  =
   1.   2.
   3.   4.
   5.   6.
   7.   8.
-->[A B]
ans  =
   1.   2.   5.   6.
   3.   4.   7.   8.
-->[A; B]
ans  =
   1.   2.
3.   4.
   5.   6.
   7.   8.
```

Задания для самостоятельной работы

Часть 1. Введите матрицы и найдите значения следующих выражений.

$$A=\begin{bmatrix}-9.8 & 4.4 & 1.3\\ -5.7 & 0.1 & 0.8\\ 2.4 & 4.4 & 8.6\end{bmatrix}\quad B=\begin{bmatrix}1 & 0 & 2\\ 3 & 0 & -1\\ 5 & 2 & 2\\ 8 & 9 & 0\end{bmatrix}\quad C=\begin{bmatrix}0.1 & 0.2 & -1.3 & 0.7\\ -0.2 & 0.3 & 2.2 & 0.8\\ 1.9 & 2.3 & 6.5 & 4.9\end{bmatrix}$$

Варианты

1. $(A^3+CB)(A^2-3CB)^T$. 2. A^4+2A^3-ACB.

3. $BAC-4C^TB^T$. 4. $3BA^3C-BAC+2BC$.

5. $-3C^TAC-BB^T$. 6. $(BCB-4C^T)A^4$.

7. $(AB^T-C)(C+AB^T)^T-3A$. 8. $(AB^TB)^4-2A^3+CC^T$.

9. $C(BB^T+C^TC)C^T-8A$. 10. $2AA^T-(CB)^2+4A$.

Часть 2. При помощи встроенных функций для заполнения стандартных матриц, индексации двоеточием и, возможно, поворота, транспонирования или вычеркивания получите следующие матрицы:

Варианты

1. $\begin{bmatrix}1&1&1&1&1&1&1\\1&2&0&0&0&7&1\\1&0&2&0&0&0&1\\1&0&0&2&0&0&1\\1&0&0&0&2&0&1\\1&0&0&0&0&2&1\\1&1&1&1&1&1&1\end{bmatrix}$ 2. $\begin{bmatrix}2&1&0&0&0&0&5\\-1&3&1&0&0&0&0\\0&-1&4&1&0&0&0\\0&0&-1&5&1&0&0\\0&0&0&-1&6&1&0\\0&0&0&0&-1&7&0\\5&0&0&0&0&-1&8\end{bmatrix}$ 3. $\begin{bmatrix}-1&0&0&0&0&0&2\\0&0&0&0&0&3&0\\0&0&0&0&4&0&0\\0&0&0&5&0&0&0\\0&0&6&0&0&0&0\\0&7&0&0&0&0&0\\8&0&0&0&0&0&1\end{bmatrix}$ 7. $\begin{bmatrix}2&1&1&1&1&1&1&1&1&1&1\\1&2&0&0&0&0&0&0&0&0&1\\1&0&2&0&0&0&0&0&0&0&1\\1&0&0&2&0&0&0&0&0&0&1\\1&0&0&0&2&0&0&0&0&0&1\\1&0&0&0&0&2&0&0&0&0&1\\1&1&1&1&1&1&2&1&1&1&1\end{bmatrix}$ 8. $\begin{bmatrix}0&1&1&1&1&1\\1&0&1&1&1&1\\1&1&0&1&1&1\\1&1&1&0&1&1\\1&1&1&1&0&1\\1&1&1&1&1&0\\0&0&0&0&0&0\end{bmatrix}$

4. $\begin{bmatrix}4&3&3&3&3&3&9\\3&4&3&3&3&3&3\\3&3&4&3&3&3&3\\3&3&3&4&3&3&3\\3&3&3&3&4&3&3\\3&3&3&3&3&4&3\\9&3&3&3&3&3&4\end{bmatrix}$ 5. $\begin{bmatrix}1&2&3&4&5&6&1\\2&0&0&0&7&0&1\\3&0&0&7&0&7&1\\4&0&7&0&7&0&1\\5&7&0&7&0&0&1\\6&0&7&0&0&0&1\\1&2&3&4&5&6&1\end{bmatrix}$ 6. $\begin{bmatrix}1&0&0&0&0&0&-1\\0&1&0&0&0&-1&0\\0&0&1&0&-1&0&0\\0&0&0&5&0&0&0\\0&0&-1&0&1&0&0\\0&-1&0&0&0&1&0\\-1&0&0&0&0&0&1\end{bmatrix}$ 9. $\begin{bmatrix}1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\0&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&1&0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&1&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&1&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&0&1&0&0&0\end{bmatrix}$ 10. $\begin{bmatrix}1&0&0&0&1&0\\0&1&0&0&0&1\\0&0&1&0&0&0\\0&0&0&1&0&0\\0&0&0&0&1&0\\0&0&0&0&0&1\\0&0&0&0&0&0\end{bmatrix}$

Часть 3. Вычислить значения функции для всех элементов матрицы и записать результат в матрицу того же размера, что и исходная.

Варианты

1. $f(x) = x^3 - 2x^2 + \sin x - 4$; $A = \begin{bmatrix} 9.33 & -4.01 & 8.19 & 2.64 \\ 0.55 & 3.81 & 3.32 & 5.07 \end{bmatrix}$.

2. $f(x) = \dfrac{e^x - x}{e^x + x}$; $A = \begin{bmatrix} 9.32 & 0.21 & -9.89 & 3.11 \\ 0.54 & 4.99 & 5.01 & -0.03 \end{bmatrix}$.

3. $f(x) = \sqrt{1 + \sqrt{|x|^3 + 1}}$; $A = \begin{bmatrix} -1.54 & 0.49 & 3.11 & 2.99 \\ 4.05 & -5.85 & 3.72 & 0.11 \end{bmatrix}$.

4. $f(x) = e^x \sin x - e^{-x} \cos x$; $A = \begin{bmatrix} -9.04 & 3.36 & 3.09 & -2.49 \\ -4.33 & -5.09 & 9.74 & 1.65 \end{bmatrix}$.

5. $f(x) = \ln(|x|) \sin \pi x$; $A = \begin{bmatrix} 0.33 & 0.95 & 7.12 & -9.22 \\ -0.64 & 3.76 & 1.34 & -0.03 \end{bmatrix}$.

6. $f(x) = e^{x^2 + x + 1}$; $A = \begin{bmatrix} -4.53 & -2.12 & -6.54 & - \\ 3.43 & 7.43 & -0.25 & 1 \end{bmatrix}$.

7. $f(x) = \dfrac{\sqrt[3]{x^2 - 1}}{|x| + 3}$; $A = \begin{bmatrix} 0.23 & 3.89 & -4.23 & -7. \\ 5.84 & 5.13 & -0.89 & 3.5 \end{bmatrix}$.

8. $f(x) = \dfrac{1}{1 + \dfrac{1 + x}{1 - x^2}}$; $A = \begin{bmatrix} -5.84 & 9.84 & 0.23 \\ -9.25 & -0.25 & 1.54 \end{bmatrix}$.

9. $f(x) = \dfrac{x^3 + \sin x}{x^3 - \cos x} \sqrt{e^x + 1}$; $A = \begin{bmatrix} 0.64 & 6.34 \\ 1.19 & 3.23 \end{bmatrix}$.

10. $f(x) = \arcsin(\cos x^2)$; $A = \begin{bmatrix} \pi & 2.2\pi & -2\pi \\ 3\pi & -\pi & 0.1\pi \end{bmatrix}$.

Часть 4. Сконструировать блочные матрицы (используя функции для заполнения стандартных матриц) и применить функции обработки данных и поэлементные операции для нахождения заданных величин.

Варианты

1. $A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 4 \\ 2 & 2 & 2 & 3 & 3 & 3 \\ 2 & 2 & 2 & 3 & 3 & 3 \\ 2 & 2 & 2 & 3 & 3 & 3 \end{bmatrix}$ $m = \max\limits_{j=1,..6} \left\{ \sum\limits_{i=1}^{6} a_{ij}^2 \right\}$.

2. $A = \begin{bmatrix} 2 & 2 & -1 & -1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & -1 & -1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & -1 & -1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & -1 & -1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & -1 & -1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & -1 & -1 & 2 & 2 \end{bmatrix}$ $s = \sum\limits_{i=1}^{6} \sum\limits_{j=1}^{6} |a_{ij}|$.

3. $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ -1 & -2 & -3 & -4 & -5 & -6 \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 \\ 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 \end{bmatrix}$ $m = \min\limits_{i,j=1,..,6} a_{ij}^3$.

4. $A = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 3 & 0 & 0 \\ 2 & 2 & 2 & 0 & 3 & 0 \\ 2 & 2 & 2 & 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}$ $s = \sum\limits_{k=1}^{6} a_{kk}^3$.

5. $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -3 & -3 & -3 & -3 \\ 1 & 1 & -3 & -3 & -3 & -3 \\ -3 & -3 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ -3 & -3 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ -3 & -3 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ -3 & -3 & 0 & 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$ $s = \sum\limits_{i=1}^{5} a_{ii+1}$.

6. $A = \begin{bmatrix} -1 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 4 \end{bmatrix}$ $s = \sum\limits_{i=1}^{6} a_{ii} +$

7. $A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 4 \\ 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 4 \\ 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & -2 \end{bmatrix}$ $s = \sum\limits_{i=1}^{6} \sum\limits_{j=1}^{6} \sin\left(\frac{\pi}{6} a_{ij}\right.$

8. $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 3 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 2 & 3 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 7 & 2 & 2 & 2 \\ 0 & 7 & 0 & 2 & 2 & 2 \\ 7 & 0 & 0 & 2 & 2 & 2 \end{bmatrix}$ $m = \max\limits_{i=1,..,6} \min\limits_{j=1,..,6}$

9. $A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & -3 & -3 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & -3 & -3 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & -3 & -3 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & -3 & -3 \\ -2 & -2 & -2 & -2 & 4 & 4 \\ -2 & -2 & -2 & -2 & 4 & 4 \end{bmatrix}$ $s = \sum\limits_{i=1}^{6} \text{ma}$

10. $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ -1 & -1 & -1 & 4 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 & 0 & 4 & 0 \\ -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 4 \end{bmatrix}$ $p = \prod\limits_{i=1}^{6} \sum\limits_{j=1}^{6} \left(a_{ij}\right)^{a_{ij}}$

Лабораторная работа 3.
Графика и визуализация данных.

Теоретический материал.

Scilab предоставляет широкиевозможности для создания и настройки различных типов графиков и диаграмм, среди которых двухмерные, контурные и трехмерные графики, гистограммы,столбиковые и круговые диаграммы и др. Наиболее часто используемые функции для отображения графиков представлены на рисунке 1.

plot	двухмерный график
surf	трехмерный график
contour	контурный график
pie	круговая диаграмма
histplot	гистограмма
bar	столбиковая диаграмма
barh	горизонтальная столбиковая диаграмма
hist3d	трехмерная гистограмма
polarplot	график в полярных координатах
Matplot	цветной двухмерный график матрицы
Sgrayplot	сглаженный контурный график с использованием цвета
grayplot	несглаженный контурный график с использованием цвета

Рисунок 1. Функции для отображения графиков.

Все графики выводятся в графические окна со своими меню и панелями инструментов. Важно понимать, что для построения графиков функций на некоторой области изменения аргументов следует вычислить значения функции в точках области, часто для получения хороших графиков следует использовать достаточно много точек.

Разберем сначала, как получить график функции одной переменной, к примеру:

$$f(x) = e^x \sin \pi x + x^2$$

на отрезке [-2;2]. Первый шаг состоит в задании координат точек по оси абсцисс. Заполнение вектора x элементами с постоянным шагом при помощи двоеточия позволяет просто решить эту задачу. Далее необходимо поэлементно вычислить значения f(x) для каждого элемента вектора x и записать результат в вектор f. Для построения графика функции осталось использовать какую-либо из графических функций Scilab. Достаточно универсальной графической функцией является plot. В самом простом случае она вызывается с двумя входными аргументами — парой x и f (т. е. plot выводит зависимость элементов одного вектора от элементов другого). Последовательность команд, записанная ниже, приводит к появлению графического окна «Графическое окно 0» с графиком функции (рисунок 2).

```
-->x=[-2:0.05:2];
-->f=exp(x).*sin(%pi*x)+x.^2;
--> plot(x,f)
```

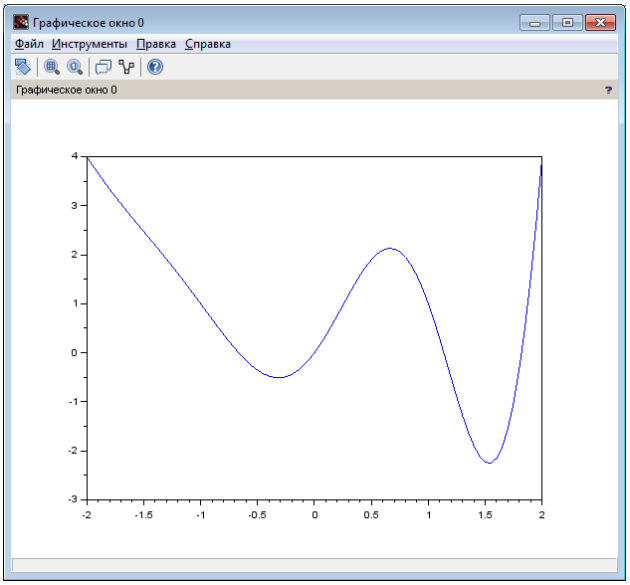


Рисунок 2. График функции

Тип линии, цвет и маркеры определяются значением третьего дополнительного аргумента функции plot. Этот аргумент указывается в апострофах, например, вызов plot(x,f,'ro:') приводит к построению графика красной пунктирной линией, размеченной круглыми маркерами. Обратите внимание, что абсциссы маркеров определяются значениями элементов вектора x. Всего в дополнительном аргументе может быть заполнено три позиции, соответствующие цвету (параметр 1), типу маркеров (параметр 2) и стилю линии (параметр 3). Обозначения для них приведены на таблицах 1, 2, 3. Порядок позиций может быть произвольный, допустимо указывать только один или два параметра, например, цвет и тип маркеров. Посмотрите на результат выполнения следующих команд: plot(x,f,'g'), plot(x,f,'ko'), plot(x,f,':').

Таблица 1

Значения параметра функции plot, определяющего цвет графика

Символ	Описание
y	желтый
m	розовый
c	голубой
r	красный
g	зеленый
b	синий
w	белый
k	черный

Таблица 2.

Значение параметра, определяющего тип маркеров (точек) графика

Символ	Описание
.	точка
o	кружок
x	крестик
+	знак "плюс"
*	звездочка
s	квадрат
d	ромб
v	треугольник вершиной вниз
^	треугольник вершиной вверх
<	треугольник вершиной влево
>	треугольник вершиной вправо
p	пятиконечная звезда
h	шестиконечная звезда

Таблица 3.

Значения параметра, определяющего тип линии графика

Символ	Описание
-	сплошная
:	пунктирная
-.	штрихпунктирная
--	штриховая

Функция plot имеет достаточно универсальный интерфейс, она, в частности, позволяет отображать графики нескольких функций на одних осях. Пусть требуется вывести график не только f (x), но и $g(x) = e^{-x^2} \sin 5\pi x$ на отрезке [-2, 2]. Сначала необходимо вычислить значения g(x):

-->g=exp(-x.^2).*sin(5*%pi*x);

а затем вызвать plot, указав через запятую пары x, f и x, g и, при желании, свойства каждой из линий:

-->plot(x,f,'ko-', x,g,'k:')

Допускается построение произвольного числа графиков функций, свойства всех линий могут быть различными. Кроме того, области построения каждой из функций не обязательно должны совпадать, но тогда следует использовать разные вектора для значений аргументов и вычислять значения функций от соответствующих векторов. Дляполученияграфикакусочно-заданнойфункции:

$$y(x) = \begin{cases} \sin x & -4\pi \le x \le -\pi \\ 3(x/\pi + 1)^2 & -\pi < x \le 0 \\ 3e^{-x} & 0 < x \le 5 \end{cases}$$

достаточно выполнить последовательность команд:

-->x1=[-4*%pi:%pi/10:-%pi];

-->y1=sin(x1);
-->x2=[-%pi:%pi/30:0];
-->y2=3(x2/%pi+1).^2;*
-->x3=[0:0.02:5];
*-->y3=3*exp(-x3);*
-->plot(x1,y1,x2,y2,x3,y3)

Заметьте, что графики ветвей функции отображаются различными цветами. Можно было поступить и по-другому, а именно: после заполнения x1, y1, x2, y2, x3 и y3 собрать вектор x для значений аргумента и вектор y для значений y(x) и построить зависимость y от x:

-->x=[x1 x2 x3];
-->y=[y1 y2 y3];
-->plot(x,y)

Несложно догадаться, как построить график параметрически заданной функции, используя то обстоятельство, что plot отображает зависимость одного вектора от другого. Пусть требуется получить график астроиды: $x(t) = \cos^3 t$, $y(t) = \sin^3 t$, $t \in [0, 2\pi]$. Следует задать вектор t, затем в векторы x, y занести значения x(t), y(t) и воспользоваться plot для отображения зависимости y от x:

-->t=[0:%pi/20:2%pi];*
-->x=cos(t).^3;
-->y=sin(t).^3;
-->plot(x,y)

Функция comet позволяет проследить за движением точки по траектории параметрически заданной линии. Вызов comet(x,y) приводит к появлению графического окна, на осях которого рисуется перемещение точки в виде движения кометы с хвостом. Управление скоростью движения осуществляется изменением шага при определении вектора значений параметра.

Графики оформляются в Scilab специальными командами и функциями. Сетка наносится на оси командой xgrid. Заголовок размещается в графическом окне посредством функции xtitle:

xtitle(name, xname, yname)

здесь name— название графика, xname — название оси X, yname — название оси Y (входные аргументы заключаются в апострофы).Помимо этого существуют функции title, xlabel, ylabelдля задания подписей названия графика, оси X и оси У соответственно.

При наличии нескольких графиков требуется расположить легенду обратившись к legend. Обращение кэтой функции выглядит следующим образом:

legend(line1,line2,...,linen,place,frame)

- line1 — описание (название) первого графика, line2 — второго ..., linen – имя n-го графика;
- placeопределяет месторасположение описания: если place=1, то описание будет расположено в верхнем правом углу графической области (если значение place не указано, то по умолчанию place=1), 2 — в верхнем левом углу, 3— в нижнем левом углу, 4— в нижнем правом углу, 5 — положение определяется пользователем после изображения графика;
- frame– может принимать два значения %t и %f (по умолчанию frame=%t), если frame=%t, то описание будет заключено в рамку, если же frame=%f — рамка отсутствует.

Обратимся теперь к визуализации векторных и матричных данных. Самый простой способ отображения векторных данных состоит в использовании функции plot с вектором в качестве входного аргумента. При этом получающийся в виде ломаной линии график

символизирует зависимость значений элементов вектора от их индексов. Второй дополнительный аргумент может определять цвет, стиль линии и тип маркеров, например: plot(x,'ko'). Вызов функции plot от матрицы приводит к нескольким графикам, их число совпадает с числом столбцов матрицы, а каждый из них является зависимостью элементов столбца от их строчных индексов. Цвет и стиль линий и тип маркеров сразу для всех линий так же определяется вторым дополнительным аргументом.

Наглядным способом представления матричных и векторных данных являются разнообразные диаграммы. Простейшая столбцевая диаграмма строится при помощи функции bar:

-->x=[0.7 2.1 2.5 1.9 0.8 1.3]

-->bar(x)

Дополнительный числовой аргумент bar указывает на ширину столбцов (по умолчанию он равен 0.8), а значения большие единицы, например bar(x,1.2), приводят к частичному перекрытию столбцов. Указание матрицы во входном аргументе bar приводит к построению групповой диаграммы, число групп совпадает с числом строк матрицы, а внутри каждой группы столбиками отображаются значения элементов строк.

Круговые диаграммы векторных данных получаются с помощью функции pie.

-->pie([1 2 3])

Можно отделить некоторые секторы от всего круга диаграммы, для чего следует вызвать pie со вторым аргументом — вектором той же длины, что исходный. Ненулевые элементы второго вектора соответствуют отделяемым секторам. Следующий пример показывает, как отделить от диаграммы сектор, соответствующий наибольшему элементу вектора x:

--> x=[0.3 2 1.4 0.5 0.9];

--> [m,k]=max(x);

-->[l, n]=size(x);

-->v = zeros(l,n);

-->v(k)=1;

-->pie(x,v)

Подписи к секторам диаграммы указываются во втором дополнительном входном аргументе, который заключается в фигурные скобки:

-->pie([2400 3450 1800 5100],{'Март','Апрель','Май','Июнь'})

Визуализация функций двух переменных в Scilab может быть осуществлена несколькими способами, но все они предполагают однотипные предварительные действия. Рассмотрим здесь только построение графиков функций двух переменных на прямоугольной области определения. Предположим, что требуется получить поверхность функции $z(x,y) = e^{-x}\sin(\pi y)$ на прямоугольнике $x \in [-1,1],\ y \in [0,2]$. Первый шаг состоит в задании сетки на прямоугольнике, т. е. точек, которые будут использоваться для вычисления значений функции. Для генерации сетки предусмотрена функция meshgrid, вызываемая от двух входных аргументов — векторов, задающих разбиения по осям x и y. Функция meshgrid возвращает два выходных аргумента, являющиеся матрицами.

-->[X,Y]=meshgrid(-1:0.1:1,0:0.1:2);

Матрица X состоит из одинаковых строк, равных первому входному аргументу — вектору в meshgrid, а матрица Y — из одинаковых столбцов, совпадающих со вторым вектором в meshgrid. Такие матрицы оказываются необходимыми на втором шаге при заполнении матрицы Z, каждый элемент которой является значением функции z(x,y) в точках сетки. Несложно понять, что использование поэлементных операций при вычислении функции z(x,y) приводит к требуемой матрице:

--> Z=exp(-X).*sin(%pi*Y);

Для построения графика z(x,y) осталось вызвать подходящую графическую функцию, к примеру:

-->mesh(X,Y,Z)

На экране появляется графическое окно, содержащее каркасную поверхность исследуемой функции (рисунок 3).

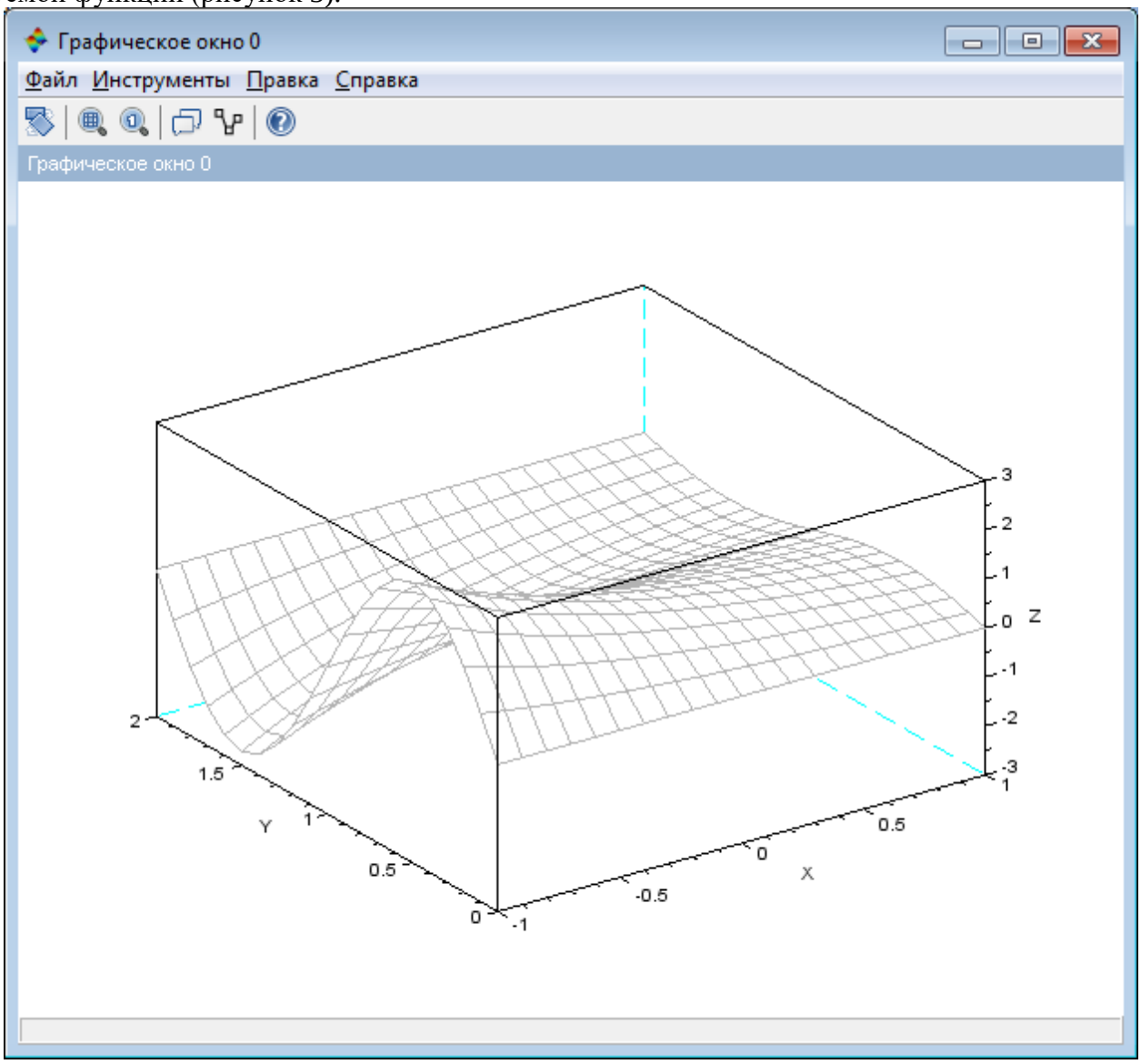


Рисунок 3

Попробуем отобразить этот же график функцией surf:

-->surf(X,Y,Z);

Появится цветное отображение. Команда colorbar приводит к отображению в графическом окне столбика, показывающего соотношение между цветом и значением z(x,y). В аргументы данной функции необходимо ввести минимальное и максимальное значения:

-->zm = min(Z); zM = max(Z);

-->surf(X,Y,Z); colorbar(zm, zM)

Разберем теперь работу с несколькими графиками. Первый вызов любой графической функции приводит к появлению на экране графического окна «Графическое окно 0», содержащего оси с графиком. Однако, при дальнейших обращениях к графическим функциям прежний график пропадает, а новый выводится в тоже самое окно. Команда figure предназначена для создания пустого графического окна. Если требуется получить несколько графиков в разных окнах, то перед вызовом графических функций следует прибегать к figure. Графические окна при этом нумеруются так: «Графическое окно 1», «Графическое окно 2» и т. д.

В одном графическом окне можно расположить несколько осей со своими графиками. Функция subplot предназначена для разбиения окна на части и определения текущей

из них. Предположим, что требуется вывести графики на шесть пар осей в одно графическое окно (две по вертикали и три по горизонтали). Создайте графическое окно при помощи figure и выполните команду:

-->subplot(2,3,1)

В левом верхнем углу окна появились оси. Первые два аргумента в subplot указывают на общее число пар осей по вертикали и горизонтали, а последний аргумент означает номер данной пары осей. Нумерация идет слева направо, сверху вниз. Используйте subplot(2,3,2), … , subplot(2,3,6) для создания остальных пар осей. Вывод любой из графических функций можно направить в нужные оси, указав их при помощи subplot(2,3,k), например:

-->subplot(2,3,3)
-->bar([1.2 0.3 2.8 0.9])
-->subplot(2,3,6)
-->surf(X,Y,Z)

Задания для самостоятельной работы

Часть 1. Построить графики функций одной переменной на указанных интервалах. Вывести графики различными способами:

1. в отдельныеграфическиеокна
2. в одно окно на одни оси
3. в одно окно на отдельные оси.

Дать заголовки, разместить подписи к осям, легенду, использовать различные цвета, стили линий и типы маркеров, нанести сетку.

Варианты.

1. $f(x)=\sin x;\ g(x)=\sin^2 x;\ x\in[-2\pi,3\pi]$.

$u(x)=0.01x^2;\ v(x)=e^{-|x|};\ x\in[-0.2,9.4]$.

2. $f(x)=\sin x^2;\ g(x)=\cos x^2;\ x\in[-\pi,\pi]$.

$u(x)=x/20;\ v(x)=e^x;\ x\in[-2,2]$.

3. $f(x)=x^3+2x^2+1;\ g(x)=(x-1)^4;\ x\in[-1,1]$.

$u(x)=\sqrt{x};\ v(x)=e^{-x^2};\ x\in[0,1]$.

4. $f(x)=\ln x;\ g(x)=x\ln x;\ x\in[0.2,10]$.

$u(x)=x^{1/\beta};\ v(x)=\sqrt{x};\ x\in[0,8]$.

5. $f(x)=|2x|^3;\ g(x)=|2x|^5;\ x\in[-0.5,0.5]$.

$u(x)=\sqrt{|x|};\ v(x)=x^{1/5};\ x\in[-0.6,0.5]$.

6. $f(x)=x^2$; $g(x)=x^3$; $x\in[-1,1]$.

$u(x)=x^4$; $v(x)=x^5$; $x\in[-1,1]$.

7. $f(x)=\arcsin x$; $g(x)=\arccos x$; $x\in[-1,1]$.

$u(x)=\operatorname{arctg} x$; $v(x)=\operatorname{arctg} 3x$; $x\in[-1,1]$.

8. $f(x)=\operatorname{sh} x$; $g(x)=\operatorname{ch} x$; $x\in[-1,1]$.

$u(x)=e^x$; $v(x)=e^{-x}$; $x\in[-0.6,0.6]$.

9. $f(x)=\dfrac{\sin x}{x}$; $g(x)=e^{-x}\cos x$; $x\in[0.01,2\pi]$.

$u(x)=\sin(\ln(x+1))$; $v(x)=\cos(\ln(x+1))$; $x\in[0,2\pi]$.

10. $f(x)=x^x$; $g(x)=x^{x^x}$; $x\in[0.1,1]$.

$u(x)=\dfrac{1}{1+x}$; $v(x)=\dfrac{1}{1+\frac{1}{1+x}}$; $x\in[0,1]$.

Часть 2. Построить график кусочно-заданной функции, отобразить ветви разными цветами и маркерами.

Варианты.

1. $f(x)=\begin{cases}-1, & -3\le x\le -1\\ x, & -1< x\le 1\\ e^{1-x}, & 1< x\le 3\end{cases}$ 2. $f(x)=\begin{cases}\sqrt{x}, & 0\le x\le 1\\ 1, & 1< x\le 3\\ (x-4)^2, & 3< x\le 5\end{cases}$

3. $f(x)=\begin{cases}\ln x, & 1\le x\le e\\ x/e, & e< x\le 9\\ 9e^{8-x}, & 9< x\le 12\end{cases}$ 4. $f(x)=\begin{cases}\sin x, & -2\pi\le x\le 0\\ -x^3, & 0< x\le 1\\ \cos \pi x, & 1< x\le 3\pi\end{cases}$

5. $f(x)=\begin{cases}\arcsin x-1, & 0\le x\le 1\\ \frac{\pi}{2}-x, & 1< x\le \frac{\pi}{2}\\ \cos x, & \frac{\pi}{2}< x\le \pi\end{cases}$ 6. $f(x)=\begin{cases}|x|, & -2\le x\le 1\\ \sin\frac{\pi}{2}x, & 1< x\le 2\\ (2-x)^3, & 2< x\le 3\end{cases}$

7. $f(x)=\begin{cases}(x-1)^2, & -2\le x\le 1\\ \cos\frac{\pi}{2}x, & 1< x\le 3\\ 1-e^{3-x}, & 3< x\le 8\end{cases}$ 8. $f(x)=\begin{cases}e^x, & -2\le x\le -1\\ \frac{|x|}{e}, & -1< x\le 1\\ e^{-x}, & 1< x\le 2\end{cases}$

9. $f(x)=\begin{cases}e^{x+1}, & -2\le x\le -1\\ x^2, & -1< x\le 1\\ (2-x)^3, & 1< x\le 2\end{cases}$ 10. $f(x)=\begin{cases}x^2\log_2 x, & 1\le x\le 2\\ x^3/2, & 2< x\le 3\\ x^x/2, & 3< x\le 3.5\end{cases}$

Часть 3. Построить график параметрически заданной функции, используя plot и comet.

Варианты

1. $x(t)=t-\sin t;\ y(t)=1-\cos t$. 2. $x(t)=2\sin t-\frac{2}{3}\sin 2t;\ y(t)=2\cos t-\frac{2}{3}\cos 2t$.

3. $x(t)=9\sin\frac{t}{10}-\frac{1}{2}\sin\frac{9}{10}t;\ y(t)=9\cos\frac{1}{10}t+\frac{1}{2}\cos\frac{9}{10}t$. 4. $x(t)=\cos t;\ y(t)=\sin(\sin t)$.

5. $x(t)=e^{-t}\cos t;\ y(t)=\sin t$. 6. $x(t)=e^{-t}\cos t;\ y(t)=e^{t}\sin t$.

7. $x(t)=t(t-2\pi);\ y(t)=\sin t$. 8. $x(t)=\sin t(t-2\pi);\ y(t)=\sin t$.

9. $x(t)=\sin t(t-2\pi);\ y(t)=\sin t\cdot\cos t$. 10. $x(t)=\sin t+\cos^3 t;\ y(t)=\sin t\cdot\cos t$.

Часть 4. Визуализировать функцию двух переменных на прямоугольной области определения различными способами:

- каркаснойповерхностью;
- залитойцветомкаркаснойповерхностью;

Расположить графики в отдельных графических окнахи в одно окно на отдельные оси.

1. $z(x,y) = \sin x \cdot e^{-3y} \quad x \in [0,2\pi] \quad y \in [0,1]$
2. $z(x,y) = \sin^2 x \cdot \ln y \quad x \in [0,2\pi] \quad y \in [1,10]$
3. $z(x,y) = \sin^2 (x-2y) \cdot e^{-|y|} \quad x \in [0,\pi] \quad y \in [-1,1]$
4. $z(x,y) = \dfrac{x^2 y^2 + 2xy - 3}{x^2 + y^2 + 1} \quad x \in [-2,2] \quad y \in [-1,1]$
5. $z(x,y) = \dfrac{\sin xy}{x} \quad x \in [0.1,5] \quad y \in [-\pi,\pi]$
6. $z(x,y) = \left(\sin x^2 + \cos y^2\right)^{xy} \quad x \in [-1,1] \quad y \in [-1,1]$
7. $z(x,y) = \arctan(x+y)\left(\arccos x + \arcsin y\right) \quad x \in [-1,1] \quad y \in [-1,1]$
8. $z(x,y) = (1+xy)(3-x)(4-y) \quad x \in [0,3] \quad y \in [0,4]$
9. $z(x,y) = e^{-|x|}\left(x^5 + y^4\right)\sin(xy) \quad x \in [-2,2] \quad y \in [-3,3]$
10. $z(x,y) = (y^2 - 3)\sin\dfrac{x}{|y|+1} \quad x \in [-2\pi,2\pi] \quad y \in [-3,3]$

Лабораторная работа 4.
Работа с встроенным редактором скриптов. Файл-функциии файл программы.

Теоретический материал.

В Scilab имеется редактор скриптов, для запуска которого следует выбрать пункт меню Инструменты – Текстовый редактор. Так же его можно запустить из консоли с помощью команды editor().На экране появляется окно редактора. Наберите в нем какие-либо команды, например для построения графика (см. листинг 5.1):

Листинг 5.1. Простейшая файл-программа

```
x=[-1:0.01:1];
y=exp(x);
plot(x,y)
xgrid
xtitle('Экспоненциальная функция')
```

Наиболее часто используемые команды редактора располагаются в меню*Выполнение* (Execute):

- *Загрузить в Scilab* (LoadintoScilab) - позволяет выполнить все команды некоторого скрипта так, как будто эти команды последовательно вводятся в консоли. Приэтомрезультатвыполненияинструкций, оканчивающихсясимволом ” ;”, неотображается.
- *Вычислить выделенное* (EvaluateSelection) - позволяет выполнить выделенные инструкции.
- *Выполнить файл в Scilab* (ExecuteFileIntoScilab) - загружает на исполнение файл подобно тому, как это делается с использованием функции exec. При этом в консоль будут выводиться лишь результаты работы печатающих функций, например, disp.

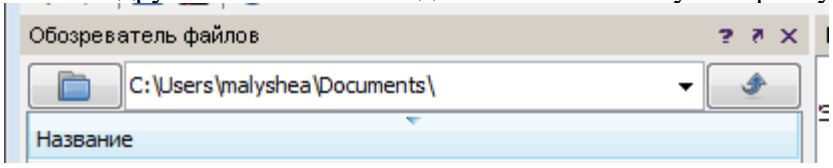
Для быстрого запуска программного кода используется клавиша F5.

Меню Правка (Edit) предлагает полезную возможность автоматическогоформатирования отступов*Исправить отступы*(CorrectIndentation). Эта возможность позволяет структурировать текст программы, что существенно упрощает чтение блоков в таких конструкциях как if, for и т.д.

Выделив несколько строк и нажав правую кнопку мыши (или комбинациюControl+Click в Mac OS), можно отобразить контекстное меню. . Контекстное меню содержит ряд полезных команд:

- *Вычислить выделенное* (ExecuteselectioninScilab) - выполнить выделенные команды;
- *Править выделенное в новой вкладке* (Editselectioninanewtab) – открыть новую вкладку и скопировать туда выделенный фрагмент;
- *Справка по '...'* (Helpabout '...') - отобразить страницу помощи, связанную с выделенной командой.

Набранная программа сохраняется в файле с расширением *.sce*. Данный файл можно запустить из окна *Обозреватель файлов*. Для того, чтобы в окне отображались файлы, сохраненные в других папках необходимо в поменять путь к файлу.



Файл-программа может использовать переменные рабочей среды. Например, если была введена команда:

--> a=[0.1 0.4 0.3 1.9 3.3];

то файл-программа, содержащая строку bar(a), построит столбцевую диаграмму вектора a (разумеется, если он не был переопределен в самой файл-программе).

Файл-функции отличаются от файл-программ тем, что они могут иметь входные и выходные аргументы, а все переменные, определенные внутри файл-функции, являются локальными и не видны в рабочей среде.

Простейший синтаксис вызова функции выглядит следующим образом:

outvar = myfunction(invar)

Значение каждого из трех элементов вызова функции приведено в списке:

- *myfunction* представляет собой наименование вызываемой функции,
- *invar*обозначаетвходныеаргументы,
- *outvar*соответствуетвыходнымаргументам.

Значения переменных, указанных при вызове в качестве фактических параметров, функция изменить не может.

Листинг 5.2 содержит пример простейшей файл-функции с двумя входными и одним выходным аргументами.

Листинг 5.2. Файл-функциямysum

```
function c=mysum(a,b)
c=a+b;
```

Наберите этот пример в новом файле в редакторе и сохраните его. Обратите внимание, что Scilab предлагает в качестве имени файла название файл-функции, т.е. mysum. Всегда сохраняйте файл-функцию в файле, имя которого совпадает с именем файл-функции! Файл функции сохраняются в файлах с расширением *.sci*.**Обязательно откомпилируйте** данный файл, без компиляции он не будет запускаться!!!

Для компиляции можно так же воспользоваться командой:

-->exec ('C:\Users\malyshea\Documents\mysum.sci')

Убедитесь, что каталог с файлом mysum.sci является текущим и вызовите файл-функцию mysum из командной строки:

```
--> s=mysum(2,3)
s =
 5
```

При вызове файл-функции mysum произошли следующие события:

- входной аргумент a получил значение 2;
- входной аргумент b стал равен 3;
- сумма a и b записалась в выходной аргумент c;
- значение выходного аргумента c получила переменная s рабочей среды и результат вывелся в командное окно.

Заметьте, что оператор c=a+b в файл-функции mysum завершен точкой с запятой для подавления вывода локальной переменной c в командное окно. Для просмотра значений локальных переменных при отладке файл-функций, очевидно, не следует подавлять вывод на экран значений требуемых переменных.

Практически все функции Scilab являются файл-функциями и хранятся в одноименных файлах. Функция sin допускает два варианта вызова: sin(x) и y=sin(x), в первом случае результат записывается в ans, а во втором — в переменную y. Наша функция mysum ведет себя точно так же. Более того, входными аргументами mysum могут быть массивы одинаковых размеров или массив и число.

Ключевые слова и инструкции Scilab, использующиеся при работе с функциями:

function endfunction	открывает определение функции завершает определение функции
argn	количество входных и выходных аргументов в данном вызове функции
varargin	вектор, представляющий переменное число входных аргументов функции
varargout	вектор, представляющий переменное число выходных аргументов функции
fun2string	генерирует текстовое определение (исходный код) функции
get_function_path	возвращает путь к файлу исходного кода функции
getd	отображает полный список функций, определения которых хранятся в заданном каталоге файловой системы
head_comments	отображает комментарии к функции
listfunctions	отображает свойства функций, которые вызывались ранее в данной сессии
macrovar	возвращает списки входных и выходных параметров функции, а также используемых в теле функции внешних переменных, вызовов других функций и локальных переменных

Разберем теперь, как создать файл-функцию с несколькими выходными аргументами. Список выходных аргументов в заголовке файл-функции заключается в квадратные скобки, сами аргументы отделяются запятой. В качестве примера на листинге 5.3 приведена файл-функция quadeq, которая по заданным коэффициентам квадратного уравнения находит его корни.

Листинг 5.3. Файл-функция для решения квадратного уравнения

```
function [x1,x2]=quadeq(a,b,c)
D=b^2-4*a*c;
x1=(-b+sqrt(D))/(2*a);
x2=(-b-sqrt(D))/(2*a);
endfunction
```

При вызове quadeq из командной строки используйте квадратные скобки для указания переменных, в которые будут занесены значения корней:

```
>> [r1,r2]=quadeq(1,3,2)
r1 =
 -1
r2 =
-2
```

Файл-функция может и не иметь входных или выходных аргументов, заголовки таких файл-функций приведены ниже:

function noout(a,b), function [v,u]=noin, function noarg()

Умение писать собственные файл-функции и файл-программы необходимо как при программировании в Scilab, так и при решении различных задач средствами Scilab (в частности, поиска корней уравнений, интегрирования, оптимизации).

Разберем еще один пример файл-функции, связанный с построением графика.

Запрограммируйте файл-функцию myfun для вычисления f(x)(см. листинг 5.4).

Листинг 5.4. Файл-функциямyfun

```
functiony=myfun(x);
y= sin(x);
endfunction
```

Вкомандной строке, для получения графика функции, воспользуемся командой plot:

```
-->x=[0:0.01:10];
-->y=myfun(x);
-->plot(x,y)
```

Задания для самостоятельной работы

Часть 1. Написать файл-функции и построить графики на заданном отрезке при помощи plot (с шагом 0.05) для следующих функций:

Варианты

1. $f(x) = \sin\frac{1}{x} \quad x \in [0.05,1]$. 2. $f(x) = e^{3x\sin 5\pi x} + e^{3x\cos 5\pi x} \quad x \in [0,1]$.

3. $f(x) = \dfrac{10}{11 - 10\sin 21\pi x} \quad x \in [0.05,1]$. 4. $f(x) = \sqrt{\dfrac{|\sin 21\pi x|}{2 + \sin 20\pi x}} \quad x \in [0,1]$.

5. $f(x) = \dfrac{1}{\operatorname{arctg}\left(\dfrac{1}{1.1 + \sin 5\pi x}\right) - \dfrac{3}{2}} \quad x \in [0,1]$. 6. $f(x) = \cos\left(\dfrac{1}{\frac{2\pi}{11} - \operatorname{arctg} x^x}\right) \quad x \in [0,1]$.

7. $f(x) = \sin\left(6\pi\left|x - \frac{2}{3}\right|x^3\right) \quad x \in [0,1]$. 8. $f(x) = \sin 2\pi\sqrt{\left|\sqrt{1 - x^3} - \frac{4}{7}\right|} \quad x \in [0,1]$.

9. $f(x) = |\sin 20\pi x| \quad x \in [0.05,1]$.

10. $f(x) = \dfrac{1}{\sin(e^{2x} - e^{-2x}) + \cos(e^{2x} - e^{-2x}) - \frac{3}{2}} \quad x \in [-1,1]$.

Часть 2. Написать файл-функцию для решения поставленной задачи.

Варианты

1. Написать файл-функцию, которая по заданному вектору определяет номер его элемента с наибольшим отклонением от среднего арифметического всех элементов вектора.
2. Написать файл-функцию, возвращающую сумму всех элементов вектора с нечетными индексами.
3. Написать файл-функцию, вычисляющую максимальное значение среди диагональных элементов заданной матрицы.
4. Написать файл-функцию, переставляющую первый столбец квадратной матрицы с ее диагональю
5. Написать файл-функцию, которая суммирует все внедиагональные элементы заданной матрицы.
6. Написать файл-функцию, заменяющую максимальный элемент вектора средним значением всех его элементов.
7. Написать файл-функцию, заменяющую элемент матрицы с индексами 1,1 произведением всех элементов матрицы.
8. Написать файл-функцию, которая строит многоугольник (замкнутый) по заданным векторам x и y с координатами вершин
9. Написать файл-функцию, которая отображает элементы заданного вектора синими маркерами, а максимальный элемент — красным и возвращает значение и номер максимального элемента.
10. Написать файл-функцию, переводящую время в секундах в часы, минуты и секунды.

Лабораторная работа 5.
Программирование.

Теоретический материал.

В Scilab имеется встроенный язык программирования, который необходимо знать для эффективной работы в среде. Данный язык является структурным с поддержкой объектов.

В структурном программировании сценарий представляет последовательность инструкций, которые выполняются последовательно друг за другом, словно на конвейере.

В структурном программировании существует ряд особых конструкций. К ним относятся:

- **Ветвление** — однократное выполнение одной из двух или более операций в зависимости от заданного условия;
- **Цикл** — многократное выполнение одной или нескольких инструкций до тех пор, пока не выполнится некоторое условие. Один проход по всем инструкциям внутри цикла называется итерацией.

Данные конструкции кодируются с помощью специальных служебных слов, которые не могут быть использованы для имен объектов.

В языке Scilab две конструкции, организующие **ветвление**:

1. Конструкция **if ... else**;
2. Конструкция **select ... case**.

Общий синтаксис конструкции **if ... else** имеет следующий вид

```
if<условие 1>then
<операторы 1>
elseif<условие 2>then
<операторы 2>
...
elseif<условие n>then
<операторы n>
else
<операторы>
end
```

Общий синтаксис конструкции **select ... case**имеет вид:

```
select<значение>
case<значение 1>
<операторы 1>
case<значение 2>
<операторы 2>
```

```
...
case<значение n>
<операторы n>
else
<операторы>
end
```

В языке Scilab всего два вида **циклов**:

1. Цикл **for**;
2. Цикл **while**.

Общий синтаксис для цикла **for** имеет вид

```
for<счетчик>=<начальное значение>:<шаг>:<конечное значение>
<операторы>
end
```

Для цикла **while** синтаксис имеет следующий вид

```
while<условие>
<операторы>
end
```

Иногда довольно сложно записать точное условие выхода из цикла явно. В этом случае нарочно создают бесконечный цикл, а условие выхода задают уже в теле с помощью специальных управляющих операторов.

Управление циклом в его теле возможно с помощью следующих специальных операторов:

- **continue** — передача управления следующей итерации;
- **break** — прекращение текущей итерации и выход из цикла.

Листинг 6.1 содержит файл-программу для вывода графиков функции $f(x,\beta) = e^{\beta x}\sin x$ на отрезке [-2;2], для значений параметра $\beta \in [-0.5,0.5]$.

Листинг 6.1. Графики функции при различных значениях параметра

```
x=[-2:0.01:2];
for beta=-0.5:0.1:0.5
 y=exp(beta*x).*sin(x);
 plot(x,y)
set(gca(),"auto_clear","off")
end
set(gca(),"auto_clear","on")
```

Здесь строки **set(gca(),"auto_clear","off")** и **set(gca(),"auto_clear","on")** используются для постепенного добавления графиков в одно и то же графическое окно.

Если шаг равен единице, то его указывать не обязательно. Например, для вычисле-

ния суммы

$$\sum_{k=1}^{10} \frac{x^k}{k!}$$

при различных значениях x потребуется файл-функция, текст которой приведен на листинге 6.2. Обратите внимание, что sum10 может быть вызвана как от числа, так и от массива значений, благодаря применению поэлементных операций.

Листинг 6.2. Файл-функция для вычисления суммы

```
function s=sum10(x)
s=0;
for k=1:10
 s=s+x.^k/factorial(k);
end
```

Подумайте над тем, как избежать нахождения факториала в каждом слагаемом (при вычислении k-го слагаемого можно использовать значение (k-1)!, найденное на предыдущем шаге цикла).

Цикл for подходит для повторения заданного числа определенных действий. В том случае, когда число повторов заранее неизвестно и определяется в ходе выполнения блока операторов, следует организовать цикл while. Цикл while работает, пока выполнено условие цикла. Файл-функция negsum (см. листинг 6.3) находит сумму всех первых отрицательных элементов вектора.

Листинг 6.3. Файл-функциянegsum

```
function s=negsum(x)
s=0;
k=1;
while x(k)<0
 s=s+x(k);
k=k+1;
end
```

В качестве операторов отношения используются символы: >, < , >=, <=, == (равно), ~= (не равно). Файл-функция negsum имеет один недостаток: если все элементы массива — отрицательные числа, то k становится больше длины массива x, что приводит к ошибке, например:

```
” b=[-2 -7 -1 -9 -2 -5 -4];
” s=negsum(b)
??? Index exceeds matrix dimensions.
```

Кроме проверки значения x(k) следует позаботится о том, чтобы значение k не превосходило длины вектора x. Вход в цикл должен осуществляться только при одновременном выполнении условий k<=length(x) и x(k)<0, т. е. необходимо применить логический оператор "и", обозначаемый в Scilab символом &. Замените условие цикла на составное: k<=length(x) & x(k)<0. Если первое из условий не выполняется, то второе условие проверяться не будет, именно поэтому выбран такой порядок операндов. Теперь файл-функция negsumработает верно для любых векторов.

Логический оператор "или" обозначается символом вертикальной черты |, а отрицание — при помощи тильды ~. Ниже приведены логические операции по мере убывания их приоритета:

- отрицание~ ;
- операторыотношения>, < ,>=, <=, == , ~= ;
- логическое "и" & ;
- логическое "или" | .

Для изменения порядка выполнения логических операторов используются круглые

скобки.

Циклы могут быть вложены друг в друга. Например, для поиска суммы элементов матрицы, расположенных выше главной диагонали, следует использовать два цикла for, причем начальное значение счетчика внутреннего цикла зависит от текущего значения счетчика внешнего цикла (см. листинг 6.4).

Листинг 6.4. Использование вложенных циклов

```
functions=upsum(A)
[n m]=size(A);
s=0;
for i=1:n
 for j=i+1:m
 s=s+A(i,j);
 end
end
```

Ветвление в ходе работы программы осуществляется при помощи конструкции if-elseif-else. Самый простой вариант ее использования (без elseif и else) реализован в файл-функции possum (см. листинг 6.5), которая предназначена для нахождения суммы всех положительных элементов вектора.

Листинг 6.5. Файл-функция для суммирования положительных элементов вектора

```
function s=possum(x)
s=0;
for k=1:length(x)
 if x(k)>0
 s=s+x(k);
end
end
```

Если ход программы должен изменяться в зависимости от нескольких условий, то следует использовать полную конструкцию if-elseif-else. Каждая из ветвей elseif в этом случае должна содержать условие выполнения блока операторов, размещенных после нее. Важно понимать, что условия проверяются подряд, первое выполненное условие приводит к работе соответствующего блока, выходу из конструкции if-elseif-else и переходу к оператору, следующему за end. У последней ветви else не должно быть никакого условия. Операторы, находящиеся между else и end, работают в том случае, если все условия оказались невыполненными. Предположим, что требуется написать файл-функцию для вычисления кусочно-заданной функции:

$$f(x)=\begin{cases}1-e^{-1-x}, & x<-1\\ x^2-x-2, & -1\le x\le 2\\ 2-x, & x>2\end{cases}$$

Первое условие x<-1 проверяется в ветви if. Обратите внимание, что условие –1<=x не требуется включать в следующую ветвь elseif (см. листинг 6.6), поскольку в эту ветвь программа заходит, если предыдущее условие (x<-1) оказалось не выполнено. Условие x>2 проверять не надо — если не выполнены два предыдущих условия, то x будет больше двух.

Листинг 6.6. Файл-функция для вычисления кусочно-заданной функции

```
function f=pwf(x)
if x<-1
 f=1-exp(-1-x);
elseif x<=2
 f=x^2-x-2;
```

```
else
f=2-x;
end
```

Ход работы программы может определяться значением некоторой переменной (переключателя). Такой альтернативный способ ветвления программы основан на использованииконструкции **select ... case.**

Предположим, что требуется найти количество единиц и минус единиц в заданном массиве и, кроме того, найти сумму всех элементов, отличных от единицы и минус единицы. Следует перебрать все элементы массива в цикле, причем в роли переменной-переключателя будет выступает текущий элемент массива. Листинг 6.7 содержит файл-функцию, которая по заданному массиву возвращает число минус единиц в первом выходном аргументе, число единиц — во втором, а сумму — в третьем.

Листинг 6.7. Файл-функциямpsum

```
function [m, p, s]=mpsum(x)
m=0;
p=0;
s=0;
for i=1:length(x)
 select x(i)
case -1
 m=m+1;
 case 1
 p=p+1;
 else
 s=s+x(i);
 end
end
```

Блок case может быть выполнен не только при одном определенном значении переключателя, но и в том случае, когда переключатель принимает одно из нескольких допустимых значений. В этом случае значения указываются после слова case в фигурных скобках через запятую, например: case {1,2,3}.

Рассмотрим досрочное завершение циклы. Пусть, например, требуется по заданному массиву x образовать новый массив y по правилу y(k)=x(k+1)/x(k) до первого нулевого элемента x(k), т.е. до тех пор, пока имеет смысл операция деления. Номер первого нулевого элемента в массиве x заранее неизвестен, более того, в массиве x может и не быть нулей. Решение задачи состоит в последовательном вычислении элементов массива y и прекращении вычислений при обнаружении нулевого элемента в x. Файл-функция, приведенная на листинге 6.8, демонстрирует работу оператора break.

Листинг 6.8. Использование оператора break для выхода из цикла

```
function y=div(x)
for k=1:length(x)-1
 if x(k)==0
 break
 end
 y(k)=x(k+1)/x(k);
end
```

Задания для самостоятельной работы

Написать файл-функцию для решения поставленной задачи.

Варианты

1. Вычислить произведение элементов вектора, не превосходящих среднее арифметическое значение его элементов.
2. Подсчитать число нулей и единиц в заданной матрице.

3. Определить количество положительных элементов вектора, расположенных между его максимальным и минимальным элементами.
4. Просуммировать отрицательные элементы матрицы, лежащие ниже главной диагонали.
5. Заменить положительные элементы вектора суммой всех его отрицательных элементов.
6. Заполнить квадратную матрицу A, каждый элемент которой определяется следующим образом:

$$a_{ij} = \begin{cases} i - j, & i > j \\ i + j, & i = j \\ i^2 + j^2, & i < j \end{cases}$$

7. Вычислитьсумму:

$$s(x) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \frac{x^{i+j}}{(i+j)^2}$$

8. Для матрицы размера n на m найти значение выражения

$$w(x) = \sum_{i=1}^{n} \prod_{j=1}^{m} a_{ij}$$

9. По заданному x найти максимальное значение n, для которого следующая сумма не превосходит 100:

$$s(x) = \sum_{k=1}^{n} kx^k$$

10. Вычислитьсумму

$$s(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^k}{k!}$$

с заданной точностью ε. Суммировать следует пока модуль отношения текущего слагаемого к уже накопленной части суммы превосходит ε. Сравнить результат с точным значением, построив графики и s(x) для .

Лабораторная работа 6.
Работа со строками.

Теоретический материал.

Переменные, содержащие строки, будем называть строковыми переменными. Для ограничения строки используются апострофы, например, оператор присваивания

-->str='Hello, World!'

приводит к образованию строковой переменной

str =

Hello, World!

Длина строковой переменной, т.е. число символов в ней, находится при помощи функции length. Допустимо сцепление строк как вектор-строк с использованием квадратных скобок. Создайте еще одну строковую переменную str1, содержащую текст ' MynameisIgor.', и осуществите сцепление:

-->strnew=[str str1]

strnew =

Hello, World! MynameisIgor.

Обратите внимание, что для разделения сцепляемых строк в квадратных скобках следует использовать пробел (или запятую). Применение точки с запятой приведет к образованию вектора-столбца, состоящего из этих строк.

Сцепление строк может быть проведено как с использованием квадратных скобок, так и при помощи функции strcat([s1,s2]). Входными аргументами strcat являются сцепляемые строки, их число неограничено, а результат возвращается в выходном аргументе.

Поиск позиций вхождения подстроки в строку производится при помощи функции ***strindex***. Ее входными аргументами являются строка и подстрока, а выходным — вектор позиций, начиная с которых подстрока входит в строку, например:

-->s='abcbcddefbcc';

-->s1='bc';

--> p=strindex(s,s1)

p =

2 4 10

Функция **strcmp** предназначена для сравнения двух строк, которые указываются во входных аргументах: strcmp(s1,s2). Значение больше нуля указывает, что первый символ, который не соответствует, имеет большее значение в string1, чем в string2, а значение меньше нуля указывает обратное. Для того, чтобы проводить сравнение без учета регистра, т.е., например, символы 'A' и 'a' считаются одинаковыми, необходимо использовать еще один параметр в функции strcmp(s1,s2, ‘i’).

Для замены в строке одной подстроки на другую служит функция **strsubst**. Пусть, например, требуется заменить в строке str подстроку s1 на s2 и записать обновленную строку в strnew. Тогда вызов функции strrep должен выглядеть так: strnew=strsubst(str,s1,s2). Здесь важен порядок аргументов.

Преобразование всех букв строки в строчные (прописные) и наоборот производит функция **convstr**(str).

Перейдем теперь к изучению массивов строк. Можно считать, что массив строк является вектор-столбцом, каждый элемент которого есть строка, причем длины всех строк одинаковы. В результате получается прямоугольная матрица, состоящая из символов. Например, для переменных s1='March', s2='April', s3='May', операция S=[s1; s2] и приводит к массиву строк:

S =

March

April

Аналогичное объединение трех строк S=[s1; s2; s3] создаст вектор-столбец, состо-

ящий из 3 элементов.

Также, для создания массива строк можно использовать функцию char:

```
--> S=char(s1,s2,s3)
S =
March
April
May
```

Для определения размеров массива строк, так же, как и любых массивов, используется size.

Для того, чтобы создать матрицу строк, мы можем использовать символ « " » и обыч-ный синтаксис для матриц. В следующем примере мы создаём матрицу строк размером 2 x 3.

```
-->x = [ " 11111 " " 22 " " 333 " ; " 4444 " " 5 " " 666 " ]
x  =
! 11111    22    333   !
!                      !
! 4444     5     666   !
```

Функция sizevозвращает размер матрицы, а функция length, с другой стороны, возвращает число символов в каждом элементе матрицы.

Для преобразования входного аргумента в строку используется функция **string**. В следующем примере мы определим вектор-строку и используем функцию string для преобразования его в строку. Затем мы используем функцию typeof и проверим, что переменная str действительно является строкой. Наконец, мы используем функцию size и проверим, что переменная str является матрицей строк размером 1 x 5.

```
-->x = [1 2 3 4 5];
--> str = string ( x )
str  =
!1  2  3  4  5  !
-->typeof( str )
ans  =
 string
--> size ( str )
ans  =
   1.    5.
```

Листинг 7.1. Файл-функция для перестановки символов в строке

```
function sout=strinv(s)
L=length(s);
for k=1:L
sout(L-k+1)=s(k);
end
```

Список команд, которые связаны со строками Scilab’а представлены в таблице:

string	преобразование в строку
sci2exp	преобразовать выражение в строку
ascii	преобразовать строку в коды ascii (и обратно)
blanks	создать строку из пробелов
convstr	преобразовать регистры символов
emptystr	строка нулевой длины
grep	найти соответствия строки в векторе строк
justify	выравнять символы в столбцах матрицы
length	длина объекта
part	выделение части строки
regexp	найти подстроки, которые соответствуют строке регулярного выражения
strcat	конкатенировать символьные строки
strchr	найти первую встречу символа в строке
strcmp	сравнить символьные строки
strcmpi	сравнить символьные строки (независимо от регистра)
strcspn	получить интервал до указанного символа в строке
strindex	найти позицию символьной строки в другой строке
stripblanks	обрезает пробелы (и табуляторы) в начале и в конце строк
strncpy	копирует символы из строк
strrchr	найти последнюю встречу символа в строке
strrev	возвращает строку задом наперёд
strsplit	разбивает строку на векторы строк
strspn	получить интервал символов в строке
strstr	определить позицию подстроки
strsubst	заменить символьную строку другой символьной строкой
strtod	преобразование строки в число типа double
strtok	разделение строки на лексемы
tokenpos	возвращает позиции лексем в символьной строке
tokens	возвращает лексемы символьной строки
str2code	возвращает целочисленные коды Scilab, связанные с символьной строкой
code2str	возвращает символьную строку, связанную с целочисленными кодами Scilab

Задания для самостоятельной работы

Написать файл-функцию для решения поставленной задачи.

Варианты

1. Подсчитать число вхождений подстроки в строку.
2. Найти количество пробелов в строке.
3. Определить количество цифр в строке.
4. Удалить идущие подряд одинаковые символы в строке.
5. Заменить идущие подряд одинаковые символы в строке на один.
6. Строка является предложением, в котором слова разделены пробелами. Переставитьпервое и последнееслово.
7. Образовать строку, состоящую из первых букв строк, входящих в массив строк.
8. Вывести номера одинаковых строк в массиве строк.
9. Определить количество символов в каждой строке массива строк без учета пробелов
10. По заданному массиву строк образовать новый, исключив повторяющиеся строки.

Лабораторная работа 7.
Массивы структур и массивы ячеек.

Теоретический материал.

Массивы Scilab могут состоять не только из чисел или символов, но содержать и более сложно организованную информацию. Пусть необходимо хранить и обрабатывать информацию о группе из пяти студентов. Данные о каждом студенте включают в себя:

1. фамилию;
2. имя;
3. годрождения;
4. экзаменационные оценки по четырем предметам.

Структура данных, относящихся к каждому из студентов, одинакова (имеет одинаковые поля), а содержание структуры (значения полей структуры) индивидуально для каждого из студентов. Для хранения в Scilab такой однотипно организованной информации предназначен массив структур. Назовем массив структур GR521, а его поля: Fam, Name, Year и Marks.

Обращение к структурам массива производится при помощи индексации, например: GR521(4) — четвертая структура массива GR521. Названия полей отделяются от структуры при помощи точки. Скажем, для получения имени второго студента, следует воспользоваться обращением GR521(2).Name. Заметьте, что поля Fam и Name содержат строки, поле Year — число, а Marks — вектор длины четыре (поскольку записаны оценки по четырем предметам). Создайте файл-программу fillinfo для заполнения массива структур GR521 (см. листинг 8.1).

После запуска fillinfo в рабочей среде образовался массив структур GR521. Функция size позволяет получить его размеры, в данном случае пятьна один. Длину одномерного массива структур возвращает функция length. Введите имя массива в командную строку и нажмите <Enter> — содержимое каждой структуры не отображается, выводятся только сведения о размере массива и названия полей. Для отображения в командном окне содержимого каждой структуры следует обратиться непосредственно к ней, например: GR521(2) или disp(GR521(2)).

Листинг 8.1. Файл-программа fillinfo для заполнения массива структур

```
GR521(1).Fam='Алексеев'; GR521(1).Name='Иван';
GR521(1).Year=1982; GR521(1).Marks=[4 5 5 4];
GR521(2).Fam='Иванов'; GR521(2).Name='Сергей';
GR521(2).Year=1981; GR521(2).Marks=[3 4 4 5];
GR521(3).Fam='Николаев'; GR521(3).Name='Олег';
GR521(3).Year=1981; GR521(3).Marks=[5 5 5 5];
GR521(4).Fam='Петрова'; GR521(4).Name='Анна';
GR521(4).Year=1982; GR521(4).Marks=[5 5 5 4];
GR521(5).Fam='Федорова'; GR521(5).Name='Елена';
GR521(5).Year=1982; GR521(5).Marks=[3 3 3 4];
```

При работе с массивами структур требуется производить некоторые операции либо над структурами, либо с их содержимым. Элемент массива структур всегда можно выделить в отдельную структуру и наоборот, заменить его на другую структуру (с аналогичным набором полей). Например, для перестановки первых двух структур в массиве GR521 достаточно использовать вспомогательную структуру:

```
-->H=GR521(2);
-->GR521(2)=GR521(1);
-->GR521(1)=H;
```

Доступ к данным структур осуществляется при помощи полей, причем обязательно учитывать, что именно содержит поле: строку, число или массив. Предположим, что тре-

буется по заданной структуре вида GR521 сформировать массив строк с фамилиями и именами каждого из студентов. Файл-функция namesgroup, приведенная на листинге 8.2, решает поставленную задачу. Предполагается, что входной аргумент GR является структурой вида GR521. Сначала в строковые переменные f и n выделяются фамилия и имя первого студента, из которых формируется строка N. Затем в цикле из каждой структуры массива GR извлекаются фамилия и имя текущего студента, они объединяются в строку str, которая добавляется в массив строк при помощи функции char.

Листинг 8.2. Файл-функция, формирующая массив строк с фамилиями и именами

```
function N=namesgroup(GR)
f=GR(1).Fam;
n=GR(1).Name;
N=[f, ' ', n];
for k=2:length(GR)-1
 f=GR(k).Fam;
 n=GR(k).Name;
 str=[f, ' ', n];
N=char(N, str);
end
```

Проверьте работу файл-функции namesgroup, вызвав ее от массива GR521 с выходным аргументом NAMES, а затем отобразите содержимое NAMES в командное окно при помощи функции disp:

```
--> NAMES=namesgroup(GR521);
-->disp(NAMES)
NAMES =
!Иванов Сергей   !
!                !
!Алексеев Иван   !
!                !
!Николаев Олег   !
!                !
!Петрова Анна    !
!                !
!Федорова Елена  !
```

Структуры массива можно дополнить новым полем, для чего следует присвоить значение этому полю в какой-нибудь структуре массива, например, первой. Добавьте в массив GR521 поле NBook, предназначенное для хранения номера зачетной книжки студента:

```
--> GR521(1).NBook=599001;
```

Созданное поле, разумеется, образуется во всех структурах массива, но только в первой из них будет содержать заданное значение (проверьте!). Поле NBook остальных структур массива следует заполнить отдельно.

Для удаления созданного поля воспользуемся функцией null:

```
-->GR521.NBook = null();
```

Функция structзаполняет структуру по строкам с названием полей. Входными ее аргументами являются пары 'название поля'-значение, а выходным — структура:

```
--> GR521(6)=struct('Fam','Котов','Name','Петр','Year',1980,...
'Marks',[3 5 4 4],'NBook',59908)
```

Определение названий полей в заданном массиве структур или структуре производится при помощи функции fieldnames. Ее входным аргументом является массив структур или структура, а выходным — названия полей, записанные в массив ячеек. Про массив ячеек сказано ниже, приведем здесь только примеры, демонстрирующие получение названий полей с использованием fieldnames:

```
--> Fields=fieldnames(GR521);
--> field3=Fields(3)
field3 =
 'Year'
```

Массив ячеек является самым универсальным способом хранения разнородных данных. Его элементами могут быть числа, числовые массивы, строки, структуры и массивы строк и структур. Присваивание значений ячейкам массива требует заключения индексов в фигурные скобки, а при обращении к ячейкам можно использовать как фигурные, так и круглые скобки. Листинг 8.3 содержит пример заполнения двумерного массива ячеек CMAS размера два на два. Ячейка с номером (1,1) содержит матрицу, (1,2) — строку, (2,1) — массив строк, (2,2) — структуру с полями Data и Time.

В отличие от массивов, к элементу cell нельзя обратиться по индексам для заполнения, как мы это знаем. Чтобы заполнить позицию в cell-матрице, нужно воспользоваться специальным служебным словом

Листинг 8.3. Заполнение массива ячеек

```
CMAS = cell(2,2);
CMAS(1,1).entries=[-2.2 0.9; 5.6 -8.3];
CMAS(1,2).entries='This is a string';
CMAS(2,1).entries=char('first string','second string');
CMAS(2,2).entries.Data=[3.981 9.765 4.442 0.003];
CMAS(2,2).entries.Time=[0.11 0.12 0.13 0.14];
```

Для отображения данных, хранящихся в массиве ячеек, также, используется функция ***entries.***

```
-->CMAS(2,2).entries.Data
ans  =
   3.981    9.765    4.442    0.003
```

Функция iscellstr проверяет, является ли значение строкой или массивом строк. iscellstr(CMAS(1,2)) — равно T (true), если CMAS(1,2) является строкой или массивом строк, F–в противном случае.

Задания для самостоятельной работы

Часть 1. Задан массив структур вида GR521 (см. выше) с информацией о группе студентов. Написать файл-функцию для решения следующей задачи.

Варианты

1. Подсчитать средний балл каждого студента и вывести столбцевую диаграмму успеваемости.
2. Найти фамилию наиболее успевающего студента.
3. Сформировать матрицу, строки которой содержат оценки каждого из студентов.
4. Определить, есть ли в группе студент с заданной фамилией.
5. Расположить структуры массива в соответствии с успеваемостью студентов.

Часть 2. Задан одномерный массив ячеек, который может содержать данные различных типов. Написать файл-функцию для решения следующей задачи: объединить в один массив все строки и массивы строк, входящие в массив ячеек.

Лабораторная работа 8.
Текстовые файлы.

Теоретический материал.

Работа с текстовыми файлами состоит из трех этапов:

1. открытиефайла;
2. считываниеилизаписьданных;
3. закрытиефайла.

Для открытия файла служит функция **mopen**, которая вызывается с двумя входными аргументами: именем файла и строкой, задающей способ доступа к файлу. Выходным аргументом **mopen** является дескриптор файла, т.е. переменная, которая впоследствии используется при любом обращении к файлу. Функция **mopen** возвращает значения от –1 до -5, если при открытии файла возникла ошибка. Существует несколько основных режимов открытия файла:

- **r** открывает файл для чтения (по умолчанию). Файл должен существовать, в противном случае ничего не получится.
- **w** открывает файл на запись. Если этот файл существует, то его содержимое будет уничтожено.
- **a** открывает файл для добавления записи. Создаёт файл если он не существует.
- **r+** открывает файл как для чтения, так и для записи. Файл должен существовать, иначе ничего не получится.
- **w+** открывает файл как для чтения, так и для записи. Если файл существует, то его содержимое будет уничтожено.
- **a+** открывает файл как на чтение, так и на добавление записи. Создаёт файл если он не существует.

После открытия файла появляется возможность считывать из него информацию, или заносить ее в файл. По окончании работы с файлом необходимо закрыть его при помощи **mclose**(f).

Построчное считывание информации из текстового файла производится при помощи функции **mgetl**. Входным аргументом fgetl является идентификатор файлаи количество строк, которые необходимо считать, а выходным — сами строки. Каждый вызов fgetl приводит к считыванию строк и переводу текущей позиции в файле на начало следующей строки (если количество строк не задано, то функция считает из файла все строки и текущая позиция в файле будет установлена на конец файла). Команды, приведенные на листинге 9.1, считывают из файла myfile.dat первые три строки в переменную str.

Листинг 9.1. Считывание трех первых строк из текстового файла

```
f=mopen('myfile.dat','r');
str=mgetl(f, 3);
mclose(f);
```

Лучше всего перед считыванием проверять, не является ли текущая позиция в файле последней. Для этого предназначена функция **meof**, которая вызывается от идентификатора файла и возвращает ненулевое значение, если текущая позиция последняя и ноль, в противном случае. Обычно последовательное считывание организуется при помощи цикла while.

Строки записываются в текстовый файл при помощи функции **mfprintf**, ее первым входным аргументом является идентификатор файла, а вторым — добавляемая строка. Символ \n служит для перевода строки. Если поместить его в конец добавляемой строки, то следующая команда **mfprintf** будет осуществлять вывод в файл с новой строки, а если \n находится в начале, то текущая команда **mfprintf** выведет текст с новой строки. Например, последовательность команд (листинг 9.3) приведет к появлению в файле my.txt текста

из двух строк (листинг 9.4).

Листинг 9.3. Вывод строк в текстовый файл

```
f=mopen('my.txt','w+');
mfprintf(f,'текст ');
mfprintf(f,'ещетекст, \n');
mfprintf(f,'а этот текст с новой строки \n');
mclose(f);
```

Листинг 9.4. Результат работы операторов листинга 9.3

```
текст еще текст
а этот текст с новой строки
```

Аналогичного результата можно добиться, переместив \n из конца строки второй функции mfprintf в начало строки третьей функции mfprintf. Аргументом mfprintf может быть не только строка, но и строковая переменная. В этом случае для обеспечения вывода с новой строки ее следует сцепить со строкой '\n' (***mfprintf(f,str+'\n');***)

Строка, предназначенная для вывода в текстовый файл, может содержать как текст, так и числа. Часто требуется выделить определенное количество позиций под число и вывести его в экспоненциальном виде или с плавающей точкой и с заданным количеством цифр после десятичной точки. Здесь не обойтись без форматного вывода при помощи **mfprintf**, обращение к которой имеет вид:

fprintf(идентификатор файла, 'форматы', список переменных)

В списке переменных могут быть как числовые переменные (или числа), так и строковые переменные (или строки). Второй аргумент является строкой специального вида с форматами, в которых будут выводиться все элементы из списка. Каждый формат начинается со знака процента. Для вывода строк используется формат s, а для вывода чисел — f (с плавающей точкой) или e (экспоненциальный). Число перед s указывает количество позиций, отводимых под вывод строки. При выводе значений числовых переменных перед f или e ставится два числа, разделенных точкой. Первое из них означает количество позиций, выделяемых под все значение переменной, а второе — количество знаков после десятичной точки. Таким образом, под каждый из элементов списка отводится поле определенной длины, выравнивание в котором по умолчанию производится по правому краю. Для выравнивания по левому краю следует после знака процента поставить знак минус. Ниже приведены варианты вызова **mfprintf** и результаты, незаполненные позиции после вывода (пробелы) обозначены символом ○.

fprintf(f,'%6.2f', pi) ○○**3.14**
fprintf(f,'%-6.2f', pi) 3.14○○
fprintf(f,'%14.4e', exp(-5)) ○○○**6.7379e-003**
fprintf(f,'%-14.4e', exp(-5)) 6.7379e-003○○○
fprintf(f,'%8s', 'текст') ○○○**текст**
fprintf(f,'%-8s', 'текст') текст○○○

При одновременном выводе чисел и текста пробелы могут появляться из-за неполностью заполненных полей, выделенных как под числа, так и под строки. Приведенные ниже операторы и результат их выполнения демонстрируют расположение полей в строке текстового файла. Символ ○ по-прежнему обозначает пробелы.

```
x=0.55;
fprintf(f,'%-5s%6.2f%6s%20.8e','x=',x,'y=',exp(x))
```

x*=○○○○○*0.55*○○○○*y*=○○○○○*1.73325302e+000

Форматный вывод удобен при формировании файла с таблицей результатов. Предположим, что необходимо записать в файл f.dat таблицу значений функции $f(x) = x^2 \sin x$ для заданного числа n значений $x \in [a,b]$, отстоящих друг от друга на одинаковое расстояние. Файл с таблицей значений должен иметь такую структуру, как показано на листинге 9.5.

Листинг 9.5. Текстовый файл с таблицей значений функции

f(0.65)=2.55691256e-001
f(0.75)=3.83421803e-001
f(0.85)=5.42800093e-001
f(0.95)=7.34107493e-001
f(1.05)=9.56334106e-001

Очевидно, что следует организовать цикл от начального значения аргумента до конечного с шагом, соответствующим заданному числу точек, а внутри цикла вызывать mfprintf с подходящим списком вывода и форматами. Символ \n, предназначенный для перевода строки, помещается в конец строки с форматами (см. листинг 9.6) .

Листинг 9.6. Файл-функция tab, выводящая таблицу значений функции

```
function tab(a, b, n)
h=(b-a)/(n-1);
f=mopen('f.dat','wt');
for x=a:h:b
mfprintf(f,'%2s%4.2f%2s%15.8e\n', 'f(',x,')=',x^2*sin(x))
end
mclose(f);
```

Обратимся теперь к считыванию данных из текстового файла. Функция **mfscanf** осуществляет обратное действие по отношению к mfprintf. Каждый вызов **mfscanf** приводит к занесению данных, начинающихся с текущей позиции, в переменную. Тип переменной определяется заданным форматом. В общем случае, обращение к **mfscanf** имеет вид:

a=mfscanf(идентификатор файла, 'формат')

Для считывания строк используется формат %s, для целых чисел — %d, а для вещественных — %g.

Предположим, что файл exper.dat содержит текст, приведенный на листинге 9.7. Данные отделены друг от друга пробелами. Требуется считать дату проведения эксперимента (число, месяц и год) в подходящие переменные, а результаты занести в числовые массивы TIME и DAT.

Листинг 9.7. Файл с данными exper.dat

```
Результаты экспериментов 10 мая 2002
t= 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5
G= 3.02 3.05 2.99 2.84 3.11
```

Считывание разнородных данных (числа, строки, массивы) требует контроля, который достигается применением форматов. Первые два элемента файла exper.dat являются строками, следовательно можно сразу занести их в одну строковую переменную head. Очевидно, надо указать формат %s дважды (два считываемых элемента). Далее требуется считать целое число 10, строку 'мая' и снова целое число 2002. Обратите внимание, что перед заполнением массива TIME еще придется предусмотреть считывание строки 't='. Теперь все готово для занесения пяти вещественных чисел в вектор-столбец TIME при помощи формата %g. Данные из последней строки файла exper.dat извлекаются аналогичным образом (листинг 9.8).

Листинг 9.8. Применение mfscanf для считывания данных

```
f=mopen('exper.dat','r');
head=mfscanf(f,'%s%s')
data=mfscanf(f,'%d')
month=mfscanf(f,'%s')
year=mfscanf(f,'%d')
str1=mfscanf(f,'%s')
TIME=mfscanf(f,'%g%g%g%g%g')
str2=mfscanf(f,'%s')
DAT=mfscanf(f,'%g%g%g%g%g')
mclose(f);
```

Информация в текстовом файле может быть представлена в виде таблицы. Для счи-

тывания такой информации следует использовать массив структур с подходящим набором полей. Считывание всей информации реализуется в цикле while, в условии которого производится проверка на достижение конца файла при помощи функции meof.

Рассмотрим считывание числовых данных из файла matr.txt (листинг 9.9).

Листинг 9.9. Текстовый файл matr.txt с матрицей

```
1.1 2.2 3.3 4.4
5.5 6.6 7.7 8.8
0.2 0.4 0.6 0.8
```

Считываем значения матрицы построчно. Затем полученные строки соединяем в одну матрицу, получая матрицу размером [3 4]:

Листинг 9.10. Считывание матрицы из текстового файла

```
f=mopen('matr.txt','r');
M1=mfscanf(f,'%g%g%g%g')
M2=mfscanf(f,'%g%g%g%g')
M3=mfscanf(f,'%g%g%g%g')
M = [M1; M2; M3]
mclose(f);
```

Обратите внимание, что массив может иметь размеры не только 3 на 4. Поскольку данные считываются подряд, то они могут быть занесены и в массив 2 на 6, и 4 на 3 и т. д.

Задания для самостоятельной работы

Часть 1. Написать файл-функцию для считывания данных из файла в структуру или массив структур с подходящими полями.

Вариант 1. Алексеев Сергей 1980 5 4 4 5 3 5
Иванов Константин 1981 3 4 3 4 3 5
Петров Олег 1980 5 5 5 4 4 5

Вариант 2. 21 марта 2002 0.56 0.58 0.49 0.44
23 марта 2002 0.36 0.32 0.28 0.25
25 марта 2002 1.62 1.68 1.71 1.91

Вариант 3. 195251 СПб Политехническая 29
195256 СПб Науки 49
195256 СПб Науки 24

Вариант 4. Результаты наблюдений
Time= 0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6
Mass=
2.1 2.3 2.3 1.9 1.8 2.4 2.9
0.8 0.7 0.5 1.1 3.2 0.3 0.4

Вариант 5. Алексеев Иван 121-22-04
Сидоров Николай 101-21-99
Тимофеев Сергей 570-00-03
(номера телефонов должны быть записаны в поля структур как целые числа).

Часть 2. Считать матрицы и вектора из файла в подходящие по размеру массивы. Обратите внимание, что в файлах содержится рядом две или три матрицы или вектора, их следует занести в разные массивы.

Вариант 1.
0.1 0.2 0.3 9.91
1.9 0.4 0.1 8.01
4.7 5.1 3.9 7.16

Вариант 2.
1.399 2.001 9.921 3.21 0.12
0.129 1.865 8.341 9.33 8.01
9.136 8.401 7.133 3.12 3.22

Вариант 3.
1 2 3 4 99 80

5 6 7 8 33 21
15 90

Вариант 4.

10 20 40 50 12 19 21 32 44
-1 -2 -3 -4 32
10

Вариант 5.

1 2 3 4 100
6 7 8 9 0.1 0.2 0.3 0.4 200
0.5 0.6 0.7 0.8 300