

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Факультет компьютерных наук и информационных технологий



Декан факультета компьютерных наук  
и информационных технологий  
/ С.В. Миронов  
12.08.2021 г.

Рабочая программа дисциплины

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПАКЕТЫ ПРИКЛАДНЫХ  
ПРОГРАММ

Направление подготовки бакалавриата  
44.03.01 – Педагогическое образование

Профиль подготовки бакалавриата  
Информатика

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
Очная

Саратов,  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Векслер Виталий Абрамович		24.08.21
Председатель НМК	Кондратова Юлия Николаевна		24.08.21
Заведующий кафедрой	Александрова Наталья Алексеевна		24.08.21
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Компьютерное моделирование и пакеты прикладных программ» являются формирование представлений о целях и методах теории моделирования, и о возможности применения этой теории к решению разнообразных задач с помощью прикладных программ.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Данная учебная дисциплина относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (Модули)» ООП (часть, формируемая участниками образовательных отношений), является дисциплиной по выбору и направлена на формирование у обучающихся общекультурных и специальных компетенций (Б1.В.ДВ.04.01).

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в результате изучения дисциплин «Теоретические основы информатики», «Высшая математика», «Программирование».

Компетенции, сформированные при изучении данной дисциплины, используются при изучении курсов «Преподавание робототехники в образовательной организации», «Преподавание машинного обучения в образовательной организации», «Цифровая образовательная среда».

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	1.1_ Б.УК-1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи. 2.1_ Б.УК-1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. 3.1_ Б.УК-1. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. 4.1_ Б.УК-1. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности. 5.1_ Б.УК-1. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.	Знать - предмет и задачи дисциплины; - различные способы классификации моделей; - основные математические понятия и методы решения базовых математических задач, рассматриваемые в рамках компьютерного моделирования; - современные мировоззренческие, социально и личностно значимые философские проблемы; закономерности и этапы исторического процесса, Уметь

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь проводить компьютерный эксперимент и определять степень адекватности модели оригиналу;</li> <li>- выбирать, строить и анализировать математические и компьютерные модели в различных областях деятельности;</li> <li>- реализовывать отдельные этапы компьютерного моделирования с помощью основных систем программирования;</li> </ul> <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями о моделировании, как о методе познания.</li> <li>- культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения</li> </ul>
<p>ПК - 7. Способен использовать математический аппарат, методы программирования и современные информационно-коммуникационные технологии для решения практических задач получения, хранения, обработки и передачи информации</p>	<p>ПК - 7.1. Решает практические задачи получения, хранения, обработки и передачи информации.</p> <p>ПК - 7.2. Использует математический аппарат, методы программирования и современные информационно-коммуникационные технологии для решения учебных задач.</p>	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы компьютерного моделирования;</li> </ul> <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать и анализировать существующие проблемы в различных областях деятельности; критически воспринимать, анализировать и оценивать информацию;</li> <li>- подобрать программное обеспечение для</li> </ul>

		<p>построения компьютерной модели;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с выбранными программными средствами;</li> <li>- применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач, реализовать компьютерный эксперимент при решении задач, где возникает потребность в компьютерном математическом моделировании.</li> </ul> <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками анализа современных мировоззренческих, социальных и лично значимых проблем.</li> <li>- основы современных технологий сбора, обработки и представления информации;</li> <li>- способностью самостоятельно осваивать и применять в профессиональной деятельности современные языки программирования, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты прикладных программ, сетевые технологии</li> </ul>
--	--	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					СР	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Всего часов	Лекции	Лабораторные работы				
						Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка			
1	Моделирование как метод познания	6	1	14	2	2		10		
2	Математические модели.	6	2-4	12	2	2		8		
3	Модели динамических систем. Сети Петри.	6	5-6	12	2	2		8	Реферат	
4	Имитационное моделирование.	6	7-9	18	4	4	2	10		
5	Мультиагентное моделирование.	6	10-11	14	4	4		6		
6	Моделирование в экономических задачах.	6	12	21	4	4	2	13	Реферат	
7	Пакеты прикладных программ для моделирования предметно-коммуникативных сред	6	15-16	26	8	8	4	10	Контрольная работа на 15 неделе	
	Промежуточная аттестация								Экзамен 27	
	ИТОГО			144	26	26	8	65		

##### 4.1 Содержание дисциплины

*Моделирование как метод познания* Цели и задачи моделирования. Понятие «модель». Виды моделирование в естественных и технических науках. Натурные и абстрактные модели. Информационные модели. Системный подход в научных исследованиях. Примеры информационных моделей. Основные структуры в информационном моделировании.

*Математические модели.* Компьютерная реализация моделей. Абстрактные модели и их классификация. Объекты и их связи. Математические модели. Классификация моделей. Математический пакет Mathematica. Алгебраические выражения. Математические функции. Команды. Параметры команд. Графические пакеты. Графики функций, заданных различными способами. Графическое решение систем уравнений и неравенств. Анимация графиков. Команды преобразования выражений. Решение уравнений и неравенств. Вычисление пределов. Дифференцирование. Задачи теории расписаний. Жадные алгоритмы.

*Модели динамических систем. Сети Петри.* Динамические модели. Инструментальные программные средства для моделирования динамических систем. Модель популяции. Сети Петри: тезисы, основные условно-событийные модели, матричное представление, граф разметки, решение задач о достижимости и сохраняемости.

*Имитационное моделирование.* Виды имитационного моделирования. Обзор современных средств поддержки имитационного моделирования. Имитационное моделирование в AnyLogic. Примеры задач.

*Мультиагентное моделирование.* Интегрированная агентно-ориентированная среда NetLogo. Архитектура агентов и многоагентных систем. Языки программирования агентов. Методы, языки и средства коммуникации агентов. Методы и программные средства поддержки мобильности агентов (миграции агентов по сети). Основные направления исследований в области агентных систем

*Моделирование в экономических задачах.* Решение задач линейного программирования. Оптимизация в моделях. Моделирование экономических аналитических систем. Транспортная задача.

*Пакеты прикладных программ для моделирования предметно-коммуникативных сред.* Компьютерное моделирование в предметной области. Математические модели в физике, химии, биологии, истории, психологии. Примеры математических моделей в биологии, истории, педагогике, экологии, экономике. Учебные компьютерные модели. Моделирование системы распознавание объектов. Моделирование интеллектуальных систем: метод анализа иерархий, распознавание образов. Нейронные сети.

### **Лабораторные работы**

Наряду с прослушиванием лекций по курсу «Компьютерное моделирование и пакеты прикладных программ» важное место в учебном процессе занимают лабораторные работы и практические занятия, призванные закреплять полученные студентами теоретические знания.

<b>№ занятия</b>	<b>Тема</b>	<b>Задания для лабораторного практикума</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	Задачи по моделированию из различных предметных областей. Животноводческая ферма.	1
2	Математическая модель. Метод наименьших квадратов (Линейная регрессия)	2
3	Жадные алгоритмы	3
4	Компьютерные методы моделирования Введение в Maxima	4
5	Решение уравнений и построение графиков в математическом пакете Maxima.	5
6	Функции для работы с матрицами в математическом пакете Maxima.	6
7	Моделирование процессов и явлений в Maxima.	7
8	Построение компьютерной модели сети Петри	8

9	Имитационное моделирование в AnyLogic.	9
10	NetLogo: интерфейс, библиотека моделей.	10
11	NetLogo: создание моделей	11
12	Оптимизация в экономических задачах.	12
13	Моделирование геометрических операций и фигур	13
14	Задачи по моделированию из различных предметных областей - биология	14
15	Моделирование изменения популяции.	15
16	Задачи по моделированию из различных предметных областей - физика	16

*Лабораторная работа № 1 Задачи по моделированию из различных предметных областей. Животноводческая ферма.*

Рассматривается работа животноводческой фермы, на которой в начальный момент имеется определенное количество животных (коров или овец), например: 90 голов взрослых животных, 70 голов молодняка и 85 старых животных. Система моделирования реализует экономическую игру, пользователь программы – владелец фермы.

В начале моделируемого периода владелец фермы имеет определенный денежный капитал, например, 80 тыс. у.е., для закупки кормов для животных.

Шаг моделирования соответствует производственному циклу в 1 год, включающему откорм животных, рост их поголовья и продажу на бирже. Следует считать, что численность поголовья животных в начале и конце года определяется следующими рекуррентными соотношениями

$$N_y^{\circ} = \alpha * N_a + \beta * N_o$$

$$N_a^{\circ} = \delta * N_y$$

$$N_o^{\circ} = N_a + (1 - \rho) * N_o$$

где  $N_y$ ,  $N_a$ ,  $N_o$  – количество соответственно молодняка, взрослых и старых животных в начале года, а  $N_y^{\circ}$ ,  $N_a^{\circ}$ ,  $N_o^{\circ}$  – их количество в конце года;

$\alpha$  и  $\beta$  – коэффициенты рождаемости молодняка у взрослых и старых животных;  $\delta$  – коэффициент выживаемости молодняка;  $\rho$  – коэффициент смертности старых животных.

Стоимость кормов, необходимых для питания животных в течение года, определяется по формуле  $P = R * (N_y/2 + N_a + N_o/3)$

где  $R$  – стоимость корма, необходимого взрослому животному в течение одного года.

Цель моделирования – выявление стратегий контрактации и производства на ферме, позволяющих владельцу фермы приумножить общий капитал по окончании срока контракта.

Общий капитал фермы складывается из стоимости всех имеющихся на настоящий момент животных и наличных денег.

*Лабораторная работа № 2. Математическая модель. Метод наименьших квадратов (Линейная регрессия)*

Создайте компьютерную модель в электронных таблицах, которая на основе метода наименьших квадратов, для приведенной пары измерительных значений, находит значения  $R$  и  $b$ .

Метод наименьших квадратов (МНК) – один из наиболее часто используемых методов при обработке эмпирических данных, построении и анализе физических, биологических, технических, экономических и социальных моделей.

С помощью МНК решают задачу выбора параметров функции (заранее заданного вида) для приближённого описания зависимости величины  $y$  от величины  $x$ .

Исходные данные могут носить самый разнообразный характер и относиться к различным отраслям науки или техники, например:

- ✓ зависимость продолжительности службы электрических ламп ( $y$ ) от поданного на них напряжения ( $x$ );
- ✓ зависимость пробивного напряжения конденсаторов ( $y$ ) от температуры окружающей среды ( $x$ );
- ✓ зависимость предела прочности стали ( $y$ ) от содержания углерода ( $x$ );
- ✓ зависимость показателей безработицы ( $y$ ) и инфляции ( $x$ );
- ✓ зависимость роста преступности ( $y$ ),% и роста безработицы ( $x$ ),%
- ✓ зависимость цен товара ( $y$ ) от спроса ( $x$ ) на этот товар;
- ✓ зависимость частного потребления ( $y$ ) от располагаемого дохода ( $x$ );
- ✓ зависимость температура воздуха ( $y$ ) от высоты над уровнем моря ( $x$ ) и другие зависимости.

### Индивидуальные задания

Вариант	З а д а н и е																																
1	<p>В таблице приведены данные численности занятого населения (<math>x</math>, млн.) и валового выпуска продукции (<math>y</math>, у.е.).</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td><math>x_i</math></td> <td>80</td> <td>82</td> <td>83</td> <td>84</td> <td>85</td> <td>86</td> <td>88</td> <td>89</td> <td>90</td> <td>91</td> </tr> <tr> <td><math>y_i</math></td> <td>32</td> <td>34</td> <td>35</td> <td>36</td> <td>36</td> <td>37</td> <td>38</td> <td>40</td> <td>39</td> <td>40</td> </tr> </table> <p>В предположении, что между <math>x</math> и <math>y</math> существует линейная зависимость, определить параметры линейной регрессии <math>y = kx + b</math> методом наименьших квадратов. Спрогнозировать валовой выпуск продукции в случае, если занятое население увеличится на 10% по сравнению с последними данными (90 млн.)</p>											$x_i$	80	82	83	84	85	86	88	89	90	91	$y_i$	32	34	35	36	36	37	38	40	39	40
$x_i$	80	82	83	84	85	86	88	89	90	91																							
$y_i$	32	34	35	36	36	37	38	40	39	40																							
2	<p>В таблице приведены данные об уровне безработицы (<math>x</math>) и уровне преступности (<math>y</math>) в некотором населенном пункте.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td><math>x_i</math></td> <td>0,5</td> <td>1,2</td> <td>2</td> <td>3,1</td> <td>4</td> <td>5,2</td> <td>5,9</td> <td>6,1</td> <td>6,2</td> <td>6,3</td> </tr> <tr> <td><math>y_i</math></td> <td>4,25</td> <td>4,32</td> <td>4,4</td> <td>4,51</td> <td>4,6</td> <td>4,72</td> <td>4,79</td> <td>4,9</td> <td>5,0</td> <td>5,2</td> </tr> </table> <p>В предположении, что между <math>x</math> и <math>y</math> существует линейная зависимость, определить параметры линейной регрессии <math>y = kx + b</math> методом наименьших квадратов. Спрогнозировать уровень преступности в случае, когда безработица отсутствует.</p>											$x_i$	0,5	1,2	2	3,1	4	5,2	5,9	6,1	6,2	6,3	$y_i$	4,25	4,32	4,4	4,51	4,6	4,72	4,79	4,9	5,0	5,2
$x_i$	0,5	1,2	2	3,1	4	5,2	5,9	6,1	6,2	6,3																							
$y_i$	4,25	4,32	4,4	4,51	4,6	4,72	4,79	4,9	5,0	5,2																							
3	<p>В таблице приведены данные о динамике темпов прироста курса акций (<math>y</math>, в %) за определенный период (<math>t</math> – одна неделя).</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td><math>t_i</math></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td><math>y_i</math></td> <td>10,2</td> <td>8,3</td> <td>5,4</td> <td>4,1</td> <td>2,2</td> <td>0</td> <td>-1,6</td> <td>-3,9</td> <td>-5,9</td> <td>-7,8</td> </tr> </table>											$t_i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$y_i$	10,2	8,3	5,4	4,1	2,2	0	-1,6	-3,9	-5,9	-7,8
$t_i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																							
$y_i$	10,2	8,3	5,4	4,1	2,2	0	-1,6	-3,9	-5,9	-7,8																							

	В предположении, что между $t$ и $y$ существует линейная зависимость, определить параметры линейной регрессии $y = kt + b$ методом наименьших квадратов. Сделать выводы о возможной динамике темпов прироста на 12 неделе.																																
4	<p>Торговое предприятие имеет сеть, состоящую из 10 магазинов, информация о деятельности которых: годовой товарооборот (<math>y</math>, млн. руб.) и торговая площадь (<math>x</math>, тыс. м<sup>2</sup>) представлена в таблице.</p> <table border="1"> <tr> <td><math>x_i</math></td> <td>0,24</td> <td>0,41</td> <td>0,55</td> <td>0,58</td> <td>0,78</td> <td>0,94</td> <td>0,98</td> <td>1,21</td> <td>1,28</td> <td>1,32</td> </tr> <tr> <td><math>y_i</math></td> <td>19,8</td> <td>38,1</td> <td>41,0</td> <td>43,1</td> <td>56,3</td> <td>68,5</td> <td>75,0</td> <td>89,1</td> <td>91,1</td> <td>91,3</td> </tr> </table> <p>В предположении, что между <math>x</math> и <math>y</math> существует линейная зависимость, определить параметры линейной регрессии <math>y = kx + b</math> методом наименьших квадратов. Спрогнозировать годовой товарооборот в случае, если торговая площадь составит ровно 1 тыс. м<sup>2</sup>.</p>											$x_i$	0,24	0,41	0,55	0,58	0,78	0,94	0,98	1,21	1,28	1,32	$y_i$	19,8	38,1	41,0	43,1	56,3	68,5	75,0	89,1	91,1	91,3
$x_i$	0,24	0,41	0,55	0,58	0,78	0,94	0,98	1,21	1,28	1,32																							
$y_i$	19,8	38,1	41,0	43,1	56,3	68,5	75,0	89,1	91,1	91,3																							
5	<p>Показатели по объему производства (<math>x</math>, у.е.) и затратам (<math>y</math>, тыс. руб.), взятые из отчетной ведомости предприятия за 10 месяцев, приведены в таблице.</p> <table border="1"> <tr> <td><math>x_i</math></td> <td>2,32</td> <td>2,33</td> <td>2,38</td> <td>2,41</td> <td>2,44</td> <td>2,48</td> <td>2,51</td> <td>2,55</td> <td>2,58</td> <td>2,60</td> </tr> <tr> <td><math>y_i</math></td> <td>427</td> <td>430</td> <td>440</td> <td>444</td> <td>448</td> <td>455</td> <td>460</td> <td>462</td> <td>465</td> <td>466</td> </tr> </table> <p>Полагая, что зависимость между <math>x</math> и <math>y</math> задается формулой <math>y = kx + b</math>, где <math>b</math> – постоянные затраты в тыс. руб., <math>k</math> – переменные затраты на 1 условную единицу продукции, определить параметры <math>k</math> и <math>b</math> методом наименьших квадратов. Рассчитать возможные затраты на производство в случае, если объем производства достигнет 3 у.е.</p>											$x_i$	2,32	2,33	2,38	2,41	2,44	2,48	2,51	2,55	2,58	2,60	$y_i$	427	430	440	444	448	455	460	462	465	466
$x_i$	2,32	2,33	2,38	2,41	2,44	2,48	2,51	2,55	2,58	2,60																							
$y_i$	427	430	440	444	448	455	460	462	465	466																							
6	<p>В таблице приведена динамика валового выпуска (<math>y</math>, у.е.) за последние 10 лет (<math>x</math> – год)</p> <table border="1"> <tr> <td><math>x_i</math></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td><math>y_i</math></td> <td>178</td> <td>182</td> <td>190</td> <td>199</td> <td>200</td> <td>213</td> <td>220</td> <td>231</td> <td>235</td> <td>242</td> </tr> </table> <p>Предполагая линейную зависимость валового выпуска от времени, определить параметры линейной регрессии <math>y = kx + b</math>, используя метод наименьших квадратов. Получить прогноз валового выпуска на следующий год.</p>											$x_i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$y_i$	178	182	190	199	200	213	220	231	235	242
$x_i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																							
$y_i$	178	182	190	199	200	213	220	231	235	242																							
7	<p>Показатели стоимости основных производственных фондов (<math>x</math>, млн. руб.) и среднесуточной производительности (<math>y</math>, тонны) приведены в таблице.</p> <table border="1"> <tr> <td><math>x_i</math></td> <td>2,1</td> <td>2,3</td> <td>2,4</td> <td>2,9</td> <td>4,1</td> <td>4,7</td> <td>5,5</td> <td>7,2</td> <td>10,2</td> <td>14,3</td> </tr> <tr> <td><math>y_i</math></td> <td>27</td> <td>29</td> <td>30</td> <td>35</td> <td>36</td> <td>44</td> <td>47</td> <td>55</td> <td>63</td> <td>73</td> </tr> </table> <p>Предполагая линейную зависимость <math>y</math> от <math>x</math>, определить параметры линейной регрессии <math>y = kx + b</math>, используя метод наименьших квадратов. Получить прогноз среднесуточной производительности при стоимости основных производственных фондов 16 млн. руб.</p>											$x_i$	2,1	2,3	2,4	2,9	4,1	4,7	5,5	7,2	10,2	14,3	$y_i$	27	29	30	35	36	44	47	55	63	73
$x_i$	2,1	2,3	2,4	2,9	4,1	4,7	5,5	7,2	10,2	14,3																							
$y_i$	27	29	30	35	36	44	47	55	63	73																							
8	<p>В таблице приведены данные о количестве пропусков занятий (<math>x</math>) студентом в течение учебного семестра и результатах (<math>y</math>, %) написания экзаменационного теста.</p> <table border="1"> <tr> <td><math>x_i</math></td> <td>1</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td><math>y_i</math></td> <td>85</td> <td>75</td> <td>70</td> <td>60</td> <td>50</td> <td>40</td> <td>20</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>5</td> </tr> </table> <p>Предполагая наличие линейной зависимости между <math>x</math> и <math>y</math> определить параметры линейной регрессии <math>y = kx + b</math>, используя метод наименьших квадратов. Получить прогноз результатов теста при отсутствии пропусков.</p>											$x_i$	1	3	5	6	8	10	12	14	15	16	$y_i$	85	75	70	60	50	40	20	10	10	5
$x_i$	1	3	5	6	8	10	12	14	15	16																							
$y_i$	85	75	70	60	50	40	20	10	10	5																							
9	<p>В таблице приведены данные об объемах производства (<math>x</math>, у.е.) некоторой компании в течение 10 месяцев и соответствующей операционной прибыли (<math>y</math>, тыс. руб.).</p>																																

$x_i$	500	520	523	530	550	555	560	562	565	570
$y_i$	61	66,8	67	69	74	76,7	78	79	79,3	81

В предположении, что между  $x$  и  $y$  существует линейная зависимость, определить параметры линейной регрессии  $y = kx + b$  методом наименьших квадратов. Сделать выводы о возможной месячной прибыли, если объем производства достигнет 600 у.е.

### *Лабораторная работа №3 Жадные алгоритмы*

Жадный алгоритм — алгоритм, заключающийся в принятии локально оптимальных решений на каждом этапе, допуская, что конечное решение также окажется оптимальным.

#### **Размен монет**

##### *Условие*

Есть купюры и монеты номиналами: 1,5,10,50,100,1000,5000 рублей. В банкомате неограниченное количество купюр каждого номинала. Константин хочет снять со счёта  $n$  рублей. Нужно определить минимальное суммарное количество купюр и монет, которое может выдать банкомат, чтобы сумма получилась ровно  $n$ .

В общем смысле жадный алгоритм - это **брать элементы в порядке уменьшения чего-нибудь, брать самый большой элемент первым.**

*Жадный алгоритм не всегда даёт оптимальное решение, а только для некоторых, называемых каноническими, монетных систем, вроде используемых в США (1, 5, 10, 25 центов). Неканонические системы таким свойством не обладают. Так, например, сумму в 24 копейки монетами в 1, 5 и 7 коп. жадный алгоритм разменивает так: 7 коп. — 3 шт., 1 коп. — 3 шт., в то время как правильное решение — 7 коп. — 2 шт., 5 коп. — 2 шт.*

##### *Пример решения задачи на языке C++*

```
vector<int> n = {1, 2, 5, 10, 50, 100, 1000, 2000, 5000}
int sums, ans = 0;
cin >> sums;
for (int i = 8; i >= 0; i--)
{ ans += sums / n[i];
  sums %= n[i]; }
cout << ans << endl;
```

#### **Выполнить в среде Microsoft Excel**

**1. Компьютерная модель решающая задачу размена монет при условии что количество купюр и монет не ограничено.**

**2. Та же задача при условии что количество купюр и монет в банкомате ограничено (в случае если размен невозможен выводить соответствующее сообщение).**

### *Лабораторная работа №4 Компьютерные методы моделирования Введение в Maxima*

Maxima является универсальным математическим пакетом, позволяющим решать большое количество сложных математических задач без использования программирования. Существует две идентичные версии пакета для ОС Windows и Linux. Пакет Maxima разработан с учетом интересов простого пользователя. Реализован интуитивно понятный интерфейс, основной упор сделан на наглядность и простоту работы со средой.

Пакет Maxima создавался как мощный научный калькулятор, позволяющий легко справляться с вычислением сложных формул и функций, решением алгебраических уравнений, упрощением алгебраических уравнений, решением дифференциальных уравнений, анализом функций, построением их графиков и поиском 2 экстремумов, численным и аналитическим дифференцированием и интегрированием и тому подобного. На данный момент рекомендуется скачивать установочный файл с программой с официального безопасного ресурса <https://sourceforge.net/projects/maxima/>

Задания: упростить алгебраические выражения используя функции `radcan`, `ratsimp`, `fullratsimp`, `partfrac`, `expand`.

*Лабораторная работа №5. Решение уравнений и построение графиков в математическом пакете Maxima.*

### Часть 1-я «Уравнения»

Для решения уравнений нужно использовать команду «`solve(f(x)=C,x)`», где  $f(x)=C$  – уравнение,  $x$  – переменная, относительно которой решается уравнение. При этом если в примере  $C=0$ , то  $C$  можно опустить. В первом случае решается уравнение  $2x+4=10$ , а во втором –  $2x+4=0$ .

Задание 1

Варианты

Решите уравнения:

1)  $13x - 26 = -130$ ;

2)  $5x - 3 = 3x - 11$ ;

Задание 2

Варианты (решите два задания на выбор в варианте).

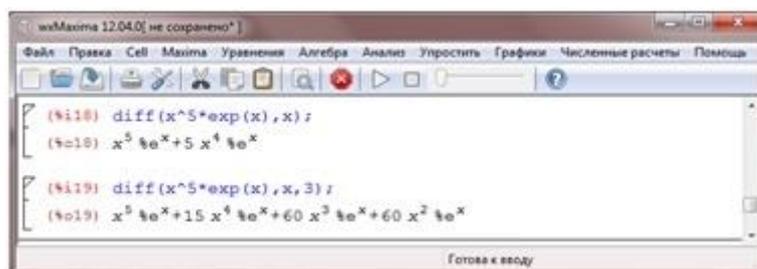
#### Индивидуальные задания

$$1.1 \begin{cases} 2x - y - 2z = -1 \\ 2y + z = 3 \\ -2x - 2y + 2z = -2 \end{cases} \quad 1.2 \begin{cases} 2x + y - 3z = 7 \\ 2x + 3y + z = 1 \\ 3x + 2y + z = 6 \end{cases}$$

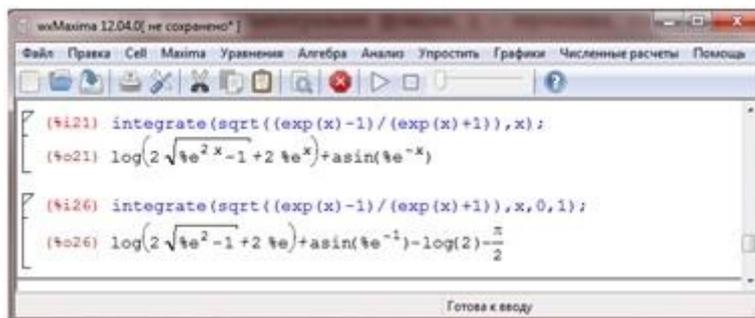
$$1.3 \begin{cases} 2x_1 - 2x_2 + 5x_3 + x_4 = 11 \\ x_1 - 2x_2 + 3x_3 = 4 \\ 3x_1 - 4x_2 + 8x_3 + x_4 = 15 \end{cases} \quad 1.4 \begin{cases} x - 2y = 0 \\ 2x - 4y = 0 \end{cases} \quad 1.5 \begin{cases} 5x - 3y + 4z = 0 \\ ax + 2y - z = 0 \\ 8x - y + az = 0 \end{cases}$$

Часть 2-я «Анализ»

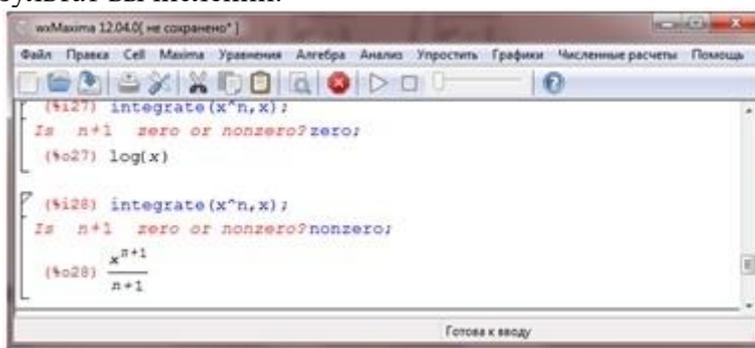
Maxima может находить дифференциал и интеграл заданного выражения. Для дифференцирования функции применяется команда «`diff(f(x),x,n)`», где  $f(x)$  – функция,  $x$  – переменная,  $n$  – порядок дифференцирования (рис 2.16). Если нужно найти дифференциал первого порядка, то значение  $n$  можно не вводить:



Результатом первой команды является дифференциал первого порядка, а второй – третьего порядка. В общем виде команда, выполняющая интегрирование выражения выглядит как «integrate(f(x),x,a,b);», где f(x) – подынтегральная функция, x – переменная, относительно которой производится интегрирование, a – нижний предел интегрирования, b – верхний предел. При нахождении неопределенных интегралов значения a и b опускаются.



Также при нахождении интеграла может возникнуть ситуация, когда, например, при нахождении возможны два решения в зависимости от значения степени n. При возникновении такой ситуации Maxima спрашивает у пользователя значение n+1: «Is n+1 zero or nonzero?». В зависимости от полученного ответа на экран выведется соответствующий результат вычислений.



Также программа позволяет находить пределы (limit(f(x),x,a);), разложение в ряд Тейлора (Taylor(f(x),x,a,n);) и степенной ряд (niceindices(powerseries(f(x), x, a)));)

### Задание 1.

Найдите производную, неопределенный интеграл, определённый интеграл от a до b

1.  $f(x) = x - 0,5x^8 + x^3$
2.  $f(x) = 2x - x^2 +$

2

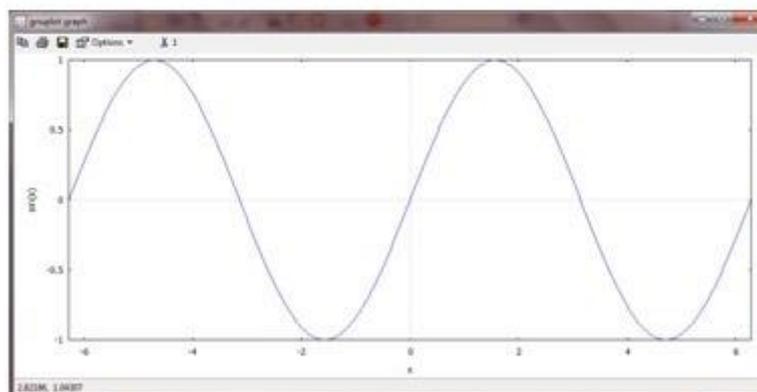
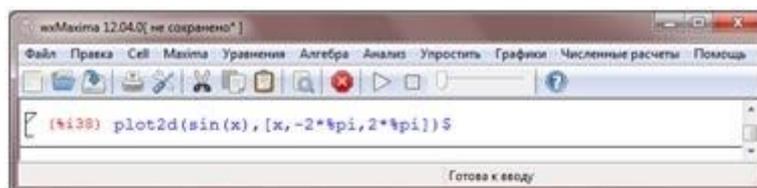
3.  $f(x) = \frac{1}{5}x^5 - 3\sqrt{x} + 3;$
4.  $f(x) = \sin x + \operatorname{tg} x;$

### Часть 3-я «Построение графиков»

Maxima позволяет строить двумерные и трехмерные графики в декартовых или полярных системах координат. Для построения двумерного графика можно использовать либо диалоговое окно пункта «Plot 2d...» из вкладки «Графики», либо команду

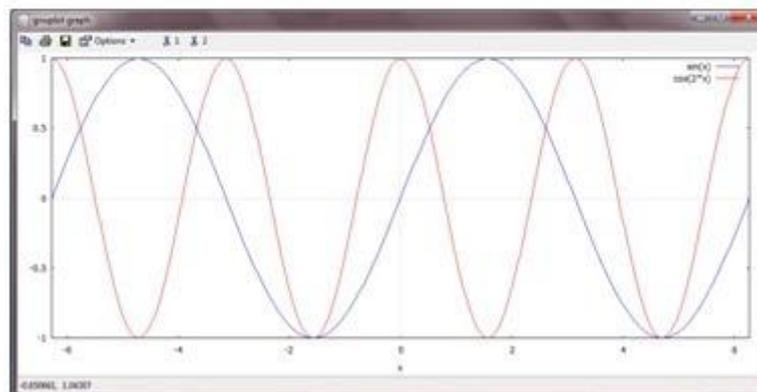
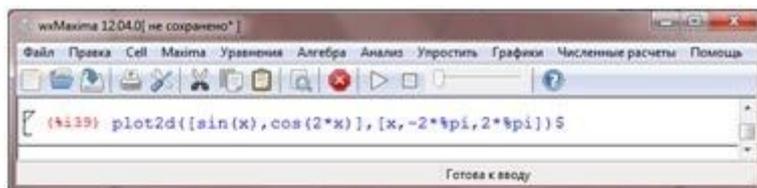
«plot2d(f(x),[x,a,b]);», где  $f(x)$  – функция, график которой необходимо построить,  $x$  – переменная,  $a$  – левая граница,  $b$  – правая граница.

Например, построить график функции  $\sin x$  на отрезке  $[-2\pi, 2\pi]$ :

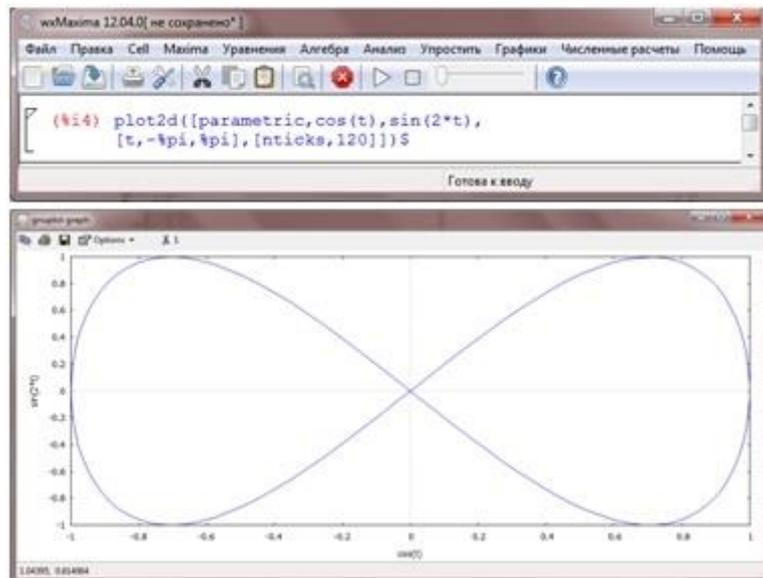


Иногда нужно на одной координатной плоскости построить несколько графиков. Для этого вместо  $f(x)$  нужно написать массив функций, заключенный в квадратные скобки: «plot2d([f(x),g(x),h(x),...],[x,a,b]);»

Например, построить на одной координатной плоскости графики функций  $\sin x$  и  $\cos 2x$  на отрезке  $[-2\pi, 2\pi]$

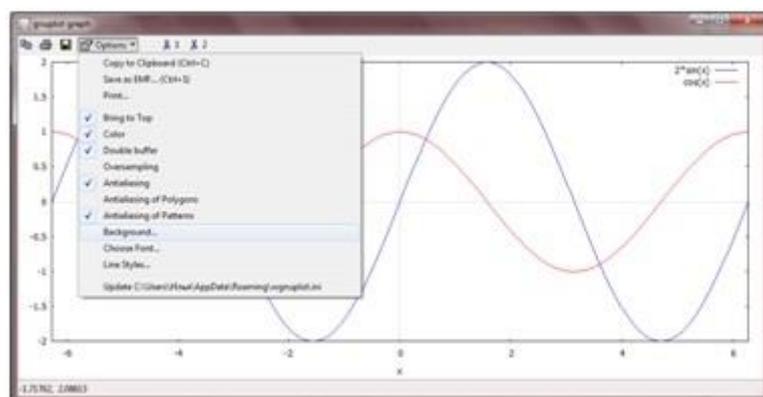


При построении графиков в полярной системе координат в команде добавляются два пункта: указатель на работу в полярных координатах (слово *parametric* перед массивом функций) и количество отрезков, на которые разбивается график (`[nticks,n]`, где  $n$  – количество отрезков). Если программе не указать на сколько отрезков делится график, то она по умолчанию разделит его на десять частей.



Для построения трехмерных графиков также можно использовать диалоговое окно «Plot 3d...» или ручной ввод с клавиатуры. В общем виде команда построения графика выглядит так: «plot3d ([f1(x,y), f2(x,y), f3(x,y)], [x,a,b], [y,c,d], [grid,n,k]);», где  $f_1(x,y)$ ,  $f_2(x,y)$ ,  $f_3(x,y)$  – функции,  $a,b$  – отрезок по оси X,  $c,d$  – отрезок по Y,  $[grid,n,k]$  – сетка разбиения поверхности на  $n$  отрезков по вертикальной и на  $k$  – по горизонтальной плоскостям.

При работе с графиками положение и цвета линий не всегда удобны для рассмотрения. Для изменения настроек в меню окна графика есть кнопка Options (рисунок ниже). Пункты этого меню позволяют изменять фон (Background...), стиль начертания и тип линии (Line styles...), стиль и шрифт надписей (Choose Font...), настраивать отображение координатной сетки и т.д. Также график можно масштабировать. Для перемещения графика вверх-вниз используется колесико мыши. Для сдвига вправо-влево необходимо дополнительно зажимать клавишу Shift. Чтобы изменить масштаб графика нужно удерживать кнопку Ctrl.



Варианты:

Найдите графически корни нелинейных уравнений

1	$\ln^2(x-1) = 3 \cos 2x + 1$	16	$\sqrt{25-x^2} = \operatorname{arctg} 2x$
2	$\frac{3\pi}{2} \cos x = e^{0.1x^2} \cdot \operatorname{arctg} 2x$	17	$\sin x \cdot \sqrt{81-x^2} = 5x \operatorname{arctg} x$
3	$10e^{-x^2} = \sqrt{2\pi x} + \sin x$	18	$\operatorname{arctg} 2x - 0.2(x-1)^4 + \sin x = 0$
4	$\sqrt{\ln^2(x-1)} e^{\sin 3x} = 10e^{-0.1x^2}$	19	$\sin 3x \cdot \sqrt{64-x^2} = 5xe^{0.1x}$
5	$\sqrt{36-x^2} \lg x = \sin 4x$	20	$\operatorname{arctg} 2x - \frac{(x-1)^4}{5} + \sin^2 5x = 0$
6	$\frac{10}{1+x^2} = 2 \sin 2x + x$	21	$10e^{-0.1x^2} = \sqrt{2\pi + x} + \sin 2x$
7	$\sin 4x \cdot \sqrt{81-25x^2} = 5x \operatorname{arctg} x$	22	$\sin^2 3x \cdot \sqrt{16-x^2} = 5xe^{0.2x}$
8	$\frac{10x}{1+x^2} = 2 \cos 2x + x$	23	$\frac{x^2-4}{x^2+1} = \sqrt{x} e^{x \sin x}$
9	$\arcsin x - \sin 5x \cdot \sqrt[4]{1-x^4} = 0$	24	$4x \operatorname{tg}(0.5\sqrt{9-x^2}) = 10 \sin 3x$
10	$\frac{x^2-4x}{x^2-4x+8} = \sqrt[3]{x^3+4} e^{\cos 3x}$	25	$\frac{x-1}{x^2-2x+2} = \sqrt[4]{x^4+4} e^{\sin 2x}$
11	$\frac{10x-2}{3+x^2} = 2 \cos 2x + \sqrt[4]{x}$	26	$\frac{x^2-9}{x^2+4} = \sqrt{x^2+1} e^{x \cos x}$
12	$\sqrt{64-x^2} \log_2 x = \sin 3x$	27	$\frac{x^2-4}{x^2+1} = \sqrt{x} e^{x \sin x}$
13	$10e^{-0.3x^2} = \sqrt{2\pi x + x^2} + 3 \sin x$	28	$4x \operatorname{tg}(0.5\sqrt{9-x^2}) = 10 \sin 3x$
14	$5 \cdot 3^{-x^2} + 1 = \sqrt{3x} + \sin 2x$	29	$\operatorname{arctg} 2x - (x-0.1)^4 + \sin^2 x = 0$
15	$\frac{5\pi}{2} \cos 2x = 3^{0.1x^2} \cdot \operatorname{arctg} 2x$	30	$\sin^2 x \cdot \sqrt{81-x^2} = 5e^{-x^2}$

*Лабораторная работа № 6. Функции для работы с матрицами в математическом пакете Maxima.*

Функции для работы с матрицами

Для задания матрицы используется функция matrix.

Действия с матрицами. Рассмотрим основные действия с матрицами на примере.

Функции для работы с матрицами determinant – нахождение определителя матрицы eigenvalues – нахождение собственных значений матрицы minor – определяет минор матрицы. Первый аргумент – матрица, второй и третий – индексы строки и столбца соответственно 3 rank – ранг матрицы submatrix – возвращает матрицу, полученную из исходной удалением соответствующих строк и (или) столбцов. submatrix(i\_1,...,i\_k,A) – удаляет перечисленные строки в матрице A. submatrix(A, j\_1,...,j\_k) – удаляет перечисленные столбцы в матрице A. submatrix(i\_1,...,i\_k,A, j\_1,...,j\_k) – удаляет в матрице A перечисленные слева от имени матрицы строки и перечисленные справа столбцы. В качестве параметров следуют номера удаляемых строк, исходная матрица, номера удаляемых столбцов. transpose – транспонирование матрицы 4 Решение систем линейных алгебраических уравнений с использованием матриц.

Задание: В матричном виде записаны СЛАУ, решить матричным методом, методом Крамера и используя функцию solve

*Лабораторная работа №7. Моделирование процессов и явлений в Maxima.*

### Пример 1. Броуновское движение

Броуновские частицы имеют размер порядка 0,1–1 мкм, т.е. от одной тысячной до одной десятитысячной доли миллиметра. Построим упрощённую модель броуновского

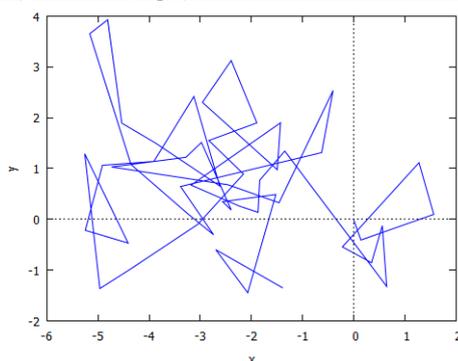
движения. Для генерации случайных чисел используем пакет `distrib`, включающий необходимые функции (использован генератор `random_normal`). Пакет `distrib` содержит набор функций для вычисления вероятностей как в дискретных, так и в непрерывных одномерных моделях.

Описание алгоритма:

1. Настройка функции — отключения упрощений (`simp`)
2. Определение каталога временных файлов — для оператора создания изображения.
3. Загрузка библиотек.
4. Определение переменных.
5. Создание набора координат — перемещение броуновской частицы.
6. Построение графического изображения (рис.1).

Код:

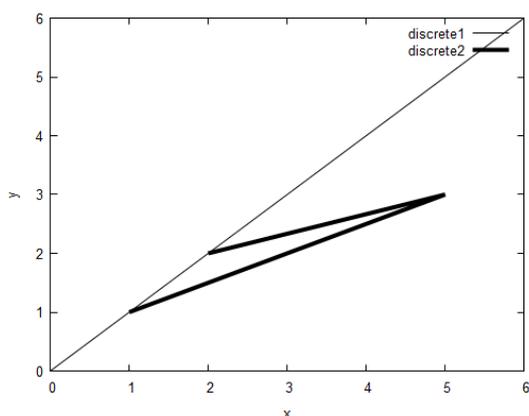
```
simp:true$;
maxima_tempdir: "C:\\Documents and Settings\\All Users";
load("distrib")$
x:0$ y:0$
xy:[[0,0]]$
m:0$ s:1$
Nmax:50$
for i:1 thru Nmax do (x:x+random_normal(m,s), y:y+random_normal(m,s),
xy:append(xy,[[x,y]]))$
plot2d([discrete,xy]);
```



## Пример 2. Построение двух дискретных графиков

Функция `plot2d` понимает еще одно ключевое слово: `discrete`. Предназначено оно, как нетрудно догадаться, для отображения на плоскости дискретных множеств; точнее говоря, конечных наборов точек. По записи аргументов такой вариант распадается еще на два: `plot2d([discrete, x-список, y-список])` и `plot2d([discrete, [x, y]-список])`. В первом варианте координаты задаются как два отдельных списка `[x1, x2, ..., xn]`, `[y1, y2, ..., yn]`, а во втором — как список пар координат отдельных точек `[[x1, y1], [x2, y2], ..., [xn, yn]]`.

```
simp:true$;
maxima_tempdir: "C:\\Users\\Public\\Music";
load("distrib")$
x:0$ y:0$
xy:[[0,0], [3,3], [6,6]];
xz:[[1,1], [5,3], [2,2]];
wxplot2d([[discrete, xy], [discrete, xz]], [style, [lines,1,5], [lines,4,5]], [ylabel,
"y"], [xlabel, "x"])$
```



### Пример 3. Линейная регрессия.

Пусть необходимо установить функциональную зависимость между двумя эмпирическими данными  $x$  и  $y$ , значения которых занесены в следующую таблицу:

Таблица 1. Функциональная зависимость между двумя множествами.

$x$	$x_1$	$x_2$	...	$x_i$
$y$	$y_1$	$y_2$	...	$y_i$

Установим вид функции  $y=f(x)$  по характеру расположения на координатной плоскости экспериментальных точек.

Если точки расположены таким образом, что определяют некоторую прямую (с определенной погрешностью), то можем предположить, что между  $x$  и  $y$  существует линейная зависимость, выражающаяся формулой:  $y=kx+b$ .

Данная функциональная зависимость называется линейной регрессией, а возникшие коэффициенты  $k$  и  $b$  — коэффициенты линейной регрессии.

Показатели по объему производства ( $x$ , у.е.) и затратам ( $y$ , тыс. руб.), взятые из отчетной ведомости предприятия за 10 месяцев, приведены в таблице.

Таблица 2. Показатели по объему производства и затратам

$x_i$	2,32	2,33	2,38	2,41	2,44	2,48	2,51	2,55	2,58	2,60
$y_i$	427	430	440	444	448	455	460	462	465	466

Полагая, что зависимость между  $x$  и  $y$  задается формулой  $y=kx+b$ , где  $b$  — постоянные затраты в тыс. руб.,  $k$  — переменные затраты на 1 условную единицу продукции, определить параметры  $k$  и  $b$ . Определите затраты при росте объема производства, на 11 месяце на 10%.

В дальнейшем предполагается, что исходные данные для решения подготовлены в виде файла `tbl.txt` (данные записаны в двух столбцах):

```

2.32      427
2.33      430
2.38      440
2.41      444
2.44      448
2.48      455
2.51      460
2.55      462
2.58      465
2.60      466

```

Для считывания используем пакет `numericalio`. В памяти данные представляются матрицей, а для построения отдельных графиков — списками (переменные  $x$ ,  $y$ ). Простейшую линейную регрессию можно построить, используя функцию `simple_linear_regression` (пакет `stats`).

Построим зависимость затрат от объема производства.

Описание алгоритма:

Блок 1.

1. Загрузка библиотек создания изображения и расчета линейной регрессии.
2. Считывание данных из файла в матрицу.
3. Создание двух списков, соответствующих столбцам считанной матрицы.
4. Вычисление функции линейной регрессии.

Блок 2

1. Определение функции линейной регрессии отдельным определением.
2. Построение графиков.

Блок 3.

1. Вычисление затрат 11 месяца.

Код.

Блок 1.

```
load("draw");
load("numericalio");
data:read_matrix("C:\\1\\tbl.txt");
p:makelist(data[k,1], k, 1, 10);
e:makelist(data[k,2], k, 1, 10);
pe:makelist([p[k],e[k]], k, 1, 10);
simple_linear_regression(pe);
```

Вывод (рис.2):

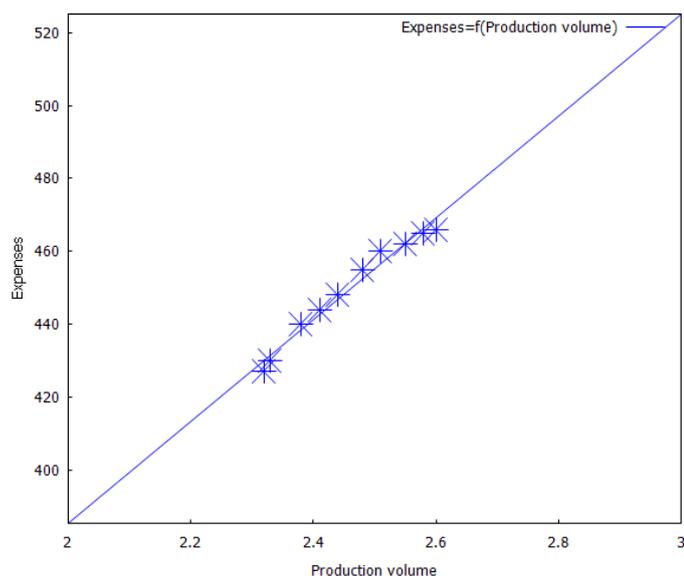
```
(%o44) C:\maxima-5.42.2\share\maxima\5.42.2\share\draw\draw.lisp
(%o45) C:\maxima-5.42.2\share\maxima\5.42.2\share\numericalio\numericalio.mac
(data)
2.32 427
2.33 430
2.38 440
2.41 444
2.44 448
2.48 455
2.51 460
2.55 462
2.58 465
2.6 466
(p) [2.32, 2.33, 2.38, 2.41, 2.44, 2.48, 2.51, 2.55, 2.58, 2.6]
(e) [427, 430, 440, 444, 448, 455, 460, 462, 465, 466]
(pe) [[2.32, 427], [2.33, 430], [2.38, 440], [2.41, 444], [2.44, 448], [2.48, 455], [2.51, 460], [2.55, 462], [2.58, 465], [2.6, 466]]
SIMPLE LINEAR REGRESSION
model = 139.6475770925305 x + 106.166960352375
correlation = 0.9868870402506477
```

В окне вывода полученные данные модели линейной регрессии. Определены коэффициенты и функция.

Блок 2.

```
function: 139.64*x+106.16;
draw2d(xlabel="Production volume", ylabel="Expenses", point_size =
3, point_type=3, points(p,e), key="Expenses=f(Production volume)",
explicit(function,x,2,3));
```

Вывод (рис.3)



Блок 3.

```
newX:data[10,1]*1.1;
newY: function, x:newX;
```

Вывод.

2.86505.5304

Таким образом, поставленная задача решена:

1. Определена модель линейной регрессии  $y=139.64*x+106.16$ .
2. Вычислены прогнозируемые затраты при росте объема производства, а 11 месяце на 10% — 505.5304.

**Задание 1.** В таблице приведены статистические данные о среднем размере назначенных пенсий и прожиточном минимуме.

Средний размер назначенных ежемесячных пенсий, у	Прожиточный минимум в среднем на одного пенсионера в месяц, х
240	178
223	202
221	197
226	201
220	189
250	302
237	215
232	166
215	199
220	180
222	181
231	186
229	250

1) Построить в Maxima корреляционное поле и визуально оценить форму связи между переменными.

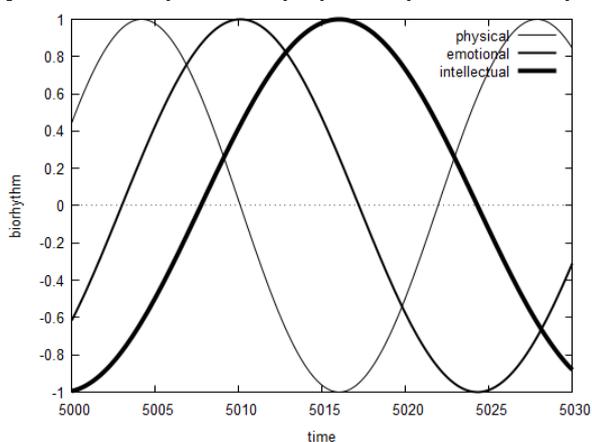
2) Рассчитать прогнозное значение результата, если прожиточный минимум составляет 220 условных денежных единиц.

**Пример 4.** Составить модель биоритмов для конкретного человека. На основе анализа индивидуальных биоритмов возможно прогнозировать неблагоприятные дни, выбирать благоприятные дни для разного рода деятельности. Циклы описываются следующими формулами: физический цикл  $\Phi(x)=\sin(2*\pi*x/23,688437)$ , эмоциональный цикл  $\Theta(x)=\sin(2*\pi*x/28,426124)$ , интеллектуальный цикл  $I(x)=\sin(2*\pi*x/33,163812)$ , где переменная  $x$  соответствует возрасту человека в днях.

Код.

```
maxima_tempdir: "C:\\1";d:5000;
f:sin(2*%pi*x/23.688437);
e:sin(2*%pi*x/28.426124);
i:sin(2*%pi*x/33.163812);
wxplot2d([f,e,i],[x, d, d+30], [legend, "physical","emotional","intellectual"],[style,
[lines,1,5], [lines,2,5], [lines,4,5]], [ylabel, "biorhythm"],[xlabel,"time"]);
```

Результат построения графика приведен на рис.4.

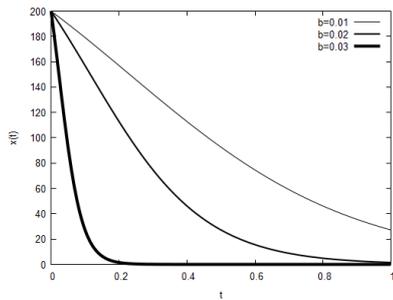


**Пример 5.** Рассмотрим задачу о распространении эпидемии инфекционного заболевания в рамках одной популяции. Пренебрегая неоднородностью распределения популяции по пространству, введем две функции  $x(t)$  и  $y(t)$ , характеризующие число незараженных и зараженных особей в момент времени  $t$ . В начальный момент времени  $t=0$  известны начальные значения  $x(0)=n$  и  $y(0)=a$ . Для того чтобы построить математическую модель, воспользуемся гипотезой: инфекция передается при встрече зараженных особей с незараженными.

$$x(t) = \frac{n(n+a)}{n+ae^{\beta(n+a)t}}$$

Коэффициент пропорциональности  $\beta$  в модели характеризует вероятность передачи инфекции при встречах больных и здоровых особей.

```
n:200$; a:100$
x:n*(n+a)/(n+a-exp(bt*(n+a)-t))$
x1:x, bt:0.01$; x2:x, bt:0.02$; x3:x, bt:0.1$
maxima_tempdir: "C:\\1";
wxplot2d([x1,x2,x3],[t,0,1],
[legend, "b=0.01","b=0.02","b=0.03"],
[style,[lines,1,5],[lines,2,5],[lines,4,5]], [ylabel, "x(t)],[xlabel, "t"]);
```

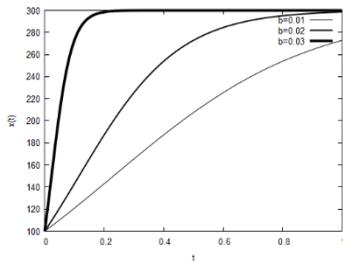


Динамика численности незараженных особей  $x(t)$  согласно модели для  $n=200$ ,  $a=100$  и различных коэффициентов.

При известном  $x(t)$  число  $y(t)$  зараженных особей определится из условия баланса

$$y = a + n - x$$

```
n:200$; a:100$;
x:n*(n+a)/(n+a*exp(bt*(n+a)*t))$;
x1:x, bt:0.01$; x2:x, bt:0.02$; x3:x, bt:0.1$;
maxima_tempdir: "C:\\1";
wxplot2d([a+n-x1,a+n-x2,a+n-x3],[t,0,1],
[legend, "b=0.01","b=0.02","b=0.03"],
[style,[lines,1,5],[lines,2,5],[lines,4,5]],ylabel, "x(t)",xlabel, "t");
```

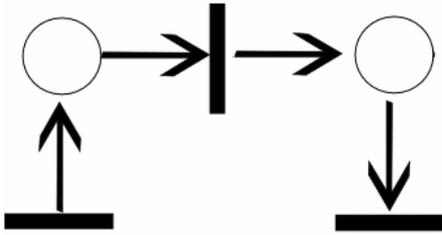


## Задание 2.

Постройте модель «Хищник-жертва».

```
kill(all);
simp:true$;
maxima_tempdir: "C:\\temp";
r:0.2$ a:0.0005$ f:0.1$ q:0.05$
N:[[0,100]]$
C:[[0,40]]$
n:100$ c:40$
Tmax:100$
for i:1 thru Tmax do ( y:n+r*n-a*n-c, n:y, N:append(N,[[i,y]]),
y:c+f*a*n-c-q*c, c:y, C:append(C,[[i,y]]))$
wxplot2d([[discrete, N], [discrete, C]], [style, [lines,1,5], [lines,4,5]], [ylabel, "count"], [xlabel, "time"])
```

Лабораторная работа №8. Построение компьютерной модели сети Петри  
Сети Петри — математический аппарат для моделирования динамических дискретных систем. Впервые описаны Карлом Петри в 1962 году.



Сеть Петри представляет собой двудольный ориентированный граф, состоящий из вершин двух типов — позиций и переходов, соединённых между собой дугами. Вершины одного типа не могут быть соединены непосредственно. В позициях могут размещаться метки (маркеры), способные перемещаться по сети.

Событием называют срабатывание перехода, при котором метки из входных позиций этого перехода перемещаются в выходные позиции. События происходят мгновенно, либо разновременнo, при выполнении некоторых условий.

Матричный метод основан на выражении, связывающем разметки сети, которые были до и после срабатывания некоторого перехода и матрице  $D$ , описывающей работу сети.

Пусть начальная разметка сети равна  $M_0$ . Если в сети допустима последовательность срабатывания переходов  $t_{i_1}, t_{i_2}, \dots, t_{i_k}$ , то выполняются следующие соотношения

$$M_1 = M_0 + D * t_k$$

$$M_2 = M_1 + D * t_{i_2} = M_0 + D * t_{i_1} + D * t_{i_2}$$

$$M_3 = M_2 + D * t_{i_3} = M_1 + D * t_{i_2} + D * t_{i_3} = M_0 + D * t_{i_1} + D * t_{i_2} + D * t_{i_3}$$

.....

$$M_k = M_0 + D * t_{i_1} + D * t_{i_2} + \dots + D * t_{i_k} = M_0 + D(t_{i_1} + t_{i_2} + \dots + t_{i_k})$$

Обозначив  $\tau = t_{i_1} + t_{i_2} + \dots + t_{i_k}$ , получим

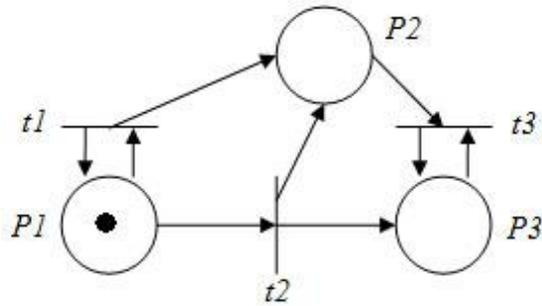
$$M_k = M_0 + D \tau$$

$$M_k - M_0 = D \tau$$

Из-за того, что вектор является суммой векторов он должен быть целочисленным неотрицательным вектором. Выражение (1) является системой линейных неоднородных уравнений относительно неизвестных компонент вектора  $\tau$ . Следует заметить, что целочисленное неотрицательное решение уравнения (1), как правило, не определяет однозначно порядок срабатывания переходов, потому что от порядка суммирования векторов  $t_{i_k}$  сумма  $\tau = t_{i_1} + t_{i_2} + \dots + t_{i_k}$  не зависит. Для нахождения требуемого порядка срабатывания переходов необходимо проводить дополнительные исследования.

*Задача 1*

*Представлена сеть Петри в начальном состоянии.*



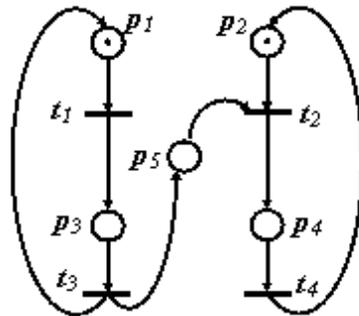
1. Достижимы ли состояния:

1. 021
2. 111
3. 011
4. 223
5. 501

*Задача 2*

*Представлена сеть Петри в начальном состоянии*

Найдите вектор весов, для которых данная сеть будет сохраняющейся



*Лабораторная работа №9. Имитационное моделирование в AnyLogic.*

**Цель лабораторной работы:** Ознакомится с общим интерфейсом среды моделирования AnyLogic на примере проектируемой модели, получить теоритические и практические знания об общей теории имитационного моделирования, реализованной в AnyLogic.

Задание лабораторной работы:

**ВАРИАНТ 1:** Реализовать в среде AnyLogic модель банкомата, в рамках которого обеспечить возможность: загрузки банковской карты в терминал, просмотра баланса на счете, реализовать процесс извлечения карты из терминала, имитацию мигания окна приема банковских карт.

**ВАРИАНТ 2:** Реализовать в среде AnyLogic модель светофора, для которого определены следующие состояния: зеленый, мигающий зеленый, желтый, красный, красный и желтый.

**ПОСТРОЕНИЕ ОТЧЕТА О ВЫПОЛНЕННОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ**

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- Постановку задачи.
- Сохраненные на переносном носителе информации файлы модели.

- Описание процесса построения имитационной модели, согласно определенного варианта. Конечный файл должен быть сохранен на том же носителе.
- Вывод о проделанной лабораторной работе.

*Лабораторная работа №10. NetLogo: интерфейс, библиотека моделей.*

**Цель работы:** познакомиться с назначением приложения NetLogo, его интерфейсом и основными характеристиками. Разобрать разновидности агентов в NetLogo, познакомиться с языком программирования Logo.

**Порядок выполнения работы**

В данной работе изучается интерфейс и основные характеристики программного приложения для моделирования и симуляции природных и социальных явлений NetLogo. Для изучения в ходе работы предлагается выполнять инструкции по следующим разделам:

- Изучение интерфейса NetLogo. Основное меню.
- Изучение вкладок Interface, Information и Procedures.
- Изучение агентов. Инструкции — процедуры и примитивы.

**Задание: ответьте на вопросы**

- Сколько разновидностей агентов в NetLogo вы знаете? Каковы функции каждой из разновидностей?
- Разъясните понятие «Процедура» в NetLogo
- В чем разница между процедурами и примитивами в NetLogo?

**Результаты работы**

Студент должен продемонстрировать изученные инструкции по работе с интерфейсом программного приложения для моделирования и симуляции природных и социальных явлений NetLogo, в том числе, по работе основного меню, вкладок Interface, Information и Procedure.

*Лабораторная работа №11. NetLogo: создание собственных моделей.*

**Цель работы:** научиться работать во вкладке Procedures, писать процедуры обработки действий на языке NetLogo. Научиться самостоятельно проектировать и создавать модель.

**Порядок выполнения работы**

В данной работе описывается создание простейшей модели, создание кнопок управления моделью, изучается язык программирования Logo, написание на нем процедур и команд во вкладке Procedures. Также изучается создание графиков, мониторов и счетчиков, позволяющих отслеживать процессы, происходящие в модели, и обработка этих инструментов модели с помощью процедур, написанных на языке Logo. Для изучения в ходе работы предлагается выполнять инструкции по следующим разделам:

1. Создание кнопки Setup, написание программного кода для обработки кнопки
2. Создание кнопки «go», написание программного кода для обработки кнопки
3. Работа с командами. Патчи и переменные, переменные черепашек (мобильных агентов)
4. Создание мониторов
5. Отметки и переключатели
6. Дополнительные процедуры
7. Графики
8. Tick — счетчик временных отрезков (шагов)
9. Задание для работы с моделью
10. Задание для самостоятельной работы.

*Лабораторная работа №12. Оптимизация в экономических задачах.*

Решить задачи в электронных таблицах:

1. На предприятии X осуществляются транспортные перевозки с помощью четырех компаний до пяти населенных пунктов. Руководство компании решило распределить все количество перевозок между поставщиками транспортных услуг (транспортными компаниями) в определенной пропорции, выраженной в процентном соотношении — удельный вес в общем количестве перевозок. Известны также тарифы транспортных компаний за одну езду и количество плановых перевозок до каждого населенного пункта в планируемом периоде. Необходимо оптимально распределить ездки в населенные пункты между транспортными компаниями таким образом, чтобы транспортные расходы были минимальными.
2. Пусть известно, что в штате вашего предприятия должно состоять 6 подсобных рабочих, 8 продавцов, 10 рабочих-специалистов, 3 менеджера, зав. производством, заведующая складом, бухгалтер и директор. Общий месячный фонд зарплаты составляет 10 000 у.е. Необходимо определить, какими должны быть оклады сотрудников предприятия.
  - Продавец получает в 1,5 раза больше подсобного рабочего ( $A_2=1,5; B_2=0$ );
  - Рабочий-специалист – в 3 раза больше подсобного рабочего ( $A_3=0; B_3=0$ );
  - Менеджер - на 30 у.е. больше, чем рабочий-специалист ( $A_4=3; B_4=30$ );
  - Заведующий производством - в 2 раза больше грузчика ( $A_5=2; B_5=0$ );
  - Зав. складом - на 40 у.е. больше продавца ( $A_6=1,5; B_6=40$ );
  - Бухгалтер - в 4 раза больше подсобного рабочего ( $A_7=4; B_7=0$ );
  - Директор - на 20 у.е. больше бухгалтера ( $A_8=4; B_8=20$ );

### Лабораторная работа № 13. Моделирование геометрических операций и фигур

Цель: сформировать знания о геометрических моделях в жизни человека. Познакомить с алгоритмами построения основных геометрических операций. Сформировать навыки построения геометрических моделей в графическом редакторе.

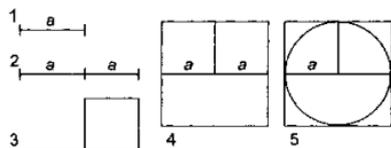
Задание:

1. Изучите теоретический материал
2. Проведите компьютерный эксперимент в среде Paint или текстовом редакторе Word

(опишите выполненные вами действия).

**МОДЕЛЬ 1. Построение окружности заданного радиуса и определение ее центра (моделирование функций циркуля)**

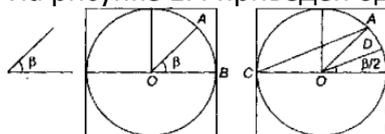
Окружность в графическом редакторе вписывается в квадрат со стороной, равной удвоенному радиусу. Алгоритм построения окружности изображен на рисунке 1.3.



**Рис. 1.3.** Алгоритм построения окружности с заданным радиусом

**МОДЕЛЬ 2. Деление угла пополам (моделирование функции транспорта)**

На рисунке 1.4 приведен один из вариантов алгоритма деления.



**Рис. 1.4.** Алгоритм деления угла пополам

В качестве дополнительного построения используется окружность любого радиуса. В ее центр помещается копия угла, подлежащего делению. Углы AOB и ACB относятся как 2:1 (докажите это). Отсюда, если линия DO параллельна линии AC, то она является

биссектрисой заданного угла. Построение сводится к копированию части отрезка AC и установке его копии к точке O. Полученная параллельная линия DO разделит заданный угол пополам.

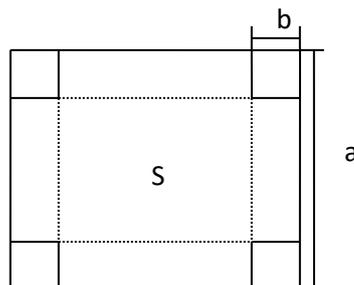
*Расчет геометрических параметров объекта.*

Задача. Склеивание коробки.

Имеется квадратный лист картона. Из листа по углам вырезают четыре квадрата и склеивают коробку по сторонам вырезов. Какова должна быть сторона вырезаемого квадрата, чтобы коробка имела наибольшую вместимость? Какого размера надо взять лист, чтобы получить из него коробку с заданным максимальным объемом?

Цель моделирования: определить максимальный объем коробки.

Компьютерная модель:



Расчетные формулы:

$c = a - 2b$  - длина стороны дна;

$S = c^2$  - площадь дна;

$V = Sb$  - объем.

Здесь  $a$  - длина стороны картона,  $b$  - размер выреза. Первоначальный размер выреза  $b_0 = 0$ . Последующие размеры выреза определяются по формуле  $b_{i+1} = b_i + \Delta b$ .

Таблица будет содержать три области:

исходные данные;

промежуточные расчеты;

результаты.

Заполните область данных по предложенному образцу. В этой области заданы текстовые исходные параметры  $a = 40$  см,  $\Delta b = 1$  см, которые были использованы для расчета длины стороны дна, площади дна и объема коробки при нескольких значениях выреза.

*Лабораторная работа № 14. Задачи по моделированию из различных предметных областей - биология*

*Составить модель биоритмов для конкретного человека от указанной текущей даты (дня отсчета) на месяц вперед с целью дальнейшего анализа модели. На основе анализа индивидуальных биоритмов прогнозировать неблагоприятные дни, выбирать благоприятные дни для разного рода деятельности.*

#### Постановка задачи

Цель моделирования — составить модель биоритмов для конкретного человека от указанной текущей даты на месяц вперед с целью ее дальнейшего анализа.

Объектом моделирования является любой человек, для которого известна дата его рождения.

В жизни человека бывают творческие и бесплодные, счастливые и несчастливые дни, дни, когда он бывает в приподнятом или в подавленном настроении. Существует теория, что жизнь человека подчиняется циклическим процессам, называемым биоритмами. Эти циклы описывают три стороны самочувствия человека: физическую, эмоциональную и интеллектуальную. Биоритмы характеризуют подъемы и спады нашего состояния. Многие

полагают, что “взлетам” графика, представляющего собой синусоидальную зависимость, соответствуют более благоприятные дни. Дни, в которые график переходит через ось абсцисс, являются критическими, т.е. неблагоприятными. Если у каких-либо двух (или у всех трех) биологических ритмов совпадают критические дни, то такой день называется дважды (трижды) критическим.

За точку отсчета трех биоритмов берется день рождения человека.

Физический биоритм характеризует жизненные силы человека, т.е. его физическое состояние. Периодичность ритма 23 дня.

Эмоциональный биоритм характеризует внутренний настрой человека, его возбудимость, способность эмоционального восприятия окружающего. Продолжительность периода эмоционального цикла равна 28 дням.

Третий биоритм характеризует мыслительные способности, интеллектуальное состояние человека. Цикличность его — 33 дня.

*Лабораторная работа №15. Моделирование изменения популяции.*

### **Моделирование динамики популяций при помощи электронной таблицы Excel. Уравнение Лотка-Вольтерра как математическая модель динамики системы "Хищник-жертва".**

Моделирование динамики популяции становится более сложной задачей, если попытаться учесть реальные взаимоотношения между видами. Это впервые сделал американский ученый А.Дж. Лотка (A.J. Lotka) в 1925 г., а в 1926 г. независимо от него и более подробно - итальянский ученый В. Вольтерра (V. Volterra). В модели, известной сейчас как **Уравнение Лотка-Вольтерра**, рассматривается взаимодействие двух популяций - хищника и жертвы. **Численность популяции жертвы  $N_1$**  будет изменяться во времени (зависит также от численности популяции хищника  $N_2$ ) по такому уравнению:

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 - p_1 N_1 N_2$$

где  $N_1$  - численность популяции жертвы,  $N_2$  - численность популяции хищника,  $r_1$  - скорость увеличения популяции жертвы (т.е. рождаемость),  $p_1$  - коэффициент хищничества для жертвы (вероятность того, что при встрече с хищником жертва будет съедена).

Таким образом, увеличение численности жертвы в единицу времени (выражение слева от знака равенства и есть изменение численности  $dN_1$  за единицу времени  $dt$ ) происходит за счет рождения новых особей (скорость размножения на количество особей), а убыль - за счет съедения хищниками (эта величина пропорциональна численности жертвы, т.к. чем больше, тем выше вероятность встречи с хищником, численности самого хищника и вероятности того, что жертва при этой встрече погибнет  $p_1$ ).

**Прирост популяции хищника** описывается таким уравнением:

$$\frac{dN_2}{dt} = p_2 N_1 N_2 - d_2 N_2$$

где  $N_1$  - численность популяции жертвы,  $N_2$  - численность популяции хищника,  $d_2$  - смертность хищника,  $p_2$  - коэффициент хищничества (некая величина, указывающая на "доход", полученный хищником при поедании жертвы).

Рост популяции хищника в единицу времени пропорционален качеству питания (подразумевается, что именно питанием ограничивается рождаемость хищника, хотя явно это нигде не указано), а убыль происходит за счет естественной смертности.

*Лабораторная работа №16. Задачи по моделированию из различных предметных областей – физика.*

*На заданном расстоянии от пушки находится стена. Известны угол наклона пушки и начальная скорость снаряда. Попадет ли снаряд в стену?*

### Постановка задачи

Цель моделирования — пользуясь знакомыми физическими законами движения тела, брошенного под углом к горизонту, исследовать данную ситуацию при различных значениях исходных данных.

Объектом моделирования является система, состоящая из двух компонентов: снаряд, брошенный под углом к горизонту, и стена. Подобрать начальную скорость и угол бросания так, чтобы брошенное тело (снаряд) достигло цели.

### Разработка модели

Снаряд считаем материальной точкой.

Сопротивлением воздуха и размерами пушки пренебрегаем.

Исходные данные:

$\alpha$  - угол наклона пушки,  $0 < \alpha < 90$  градусов;

$V$  - начальная скорость снаряда (м/с),  $0 < V < 1000$ ;

$S$  - расстояние от пушки до стены (м),  $S > 0$ ;

$h$  - высота стены (м),  $h > 0$ .

Результатом является одно из сообщений: “Снаряд попал в стену”, “Снаряд не попал в стену”.

Для определения попадания снаряда в стену надо найти высоту  $L$  снаряда на расстоянии  $S$  от пушки: ведь попадание снаряда в стену означает, что  $0 < L < h$ . Перемещение снаряда по горизонтали и вертикали:

$$x = V * t * \cos \alpha$$

$$y = V * t * \sin \alpha - g * t^2 / 2, \text{ где } g - \text{ускорение свободного падения (9,8 м/с}^2\text{)}.$$

Определим, сколько времени понадобится снаряду, чтобы преодолеть расстояние  $S$ :

$$t = S / (V * \cos \alpha).$$

Подставив это значение  $t$  в выражение для  $y$ , получим значение:

$$L = S * \tan \alpha - g * S^2 / (2 * V^2 * \cos^2 \alpha).$$

Если  $L < 0$ , то снаряд до стены не долетит. Если  $L > h$ , то снаряд перелетит через стену.

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

Предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм: организация дискуссий и обсуждений спорных вопросов, использование метода мозгового штурма и метода проектов, а также технология электронного портфолио.

При обучении лиц с ограниченными возможностями и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, сопровождение тьюторами в образовательном пространстве; увеличивается время на самостоятельное освоение материала.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 50% аудиторных занятий.

В рамках практической подготовки по данной дисциплине используются проектные задания, выполнение которых направлено на формирование таких профессиональных действий как способность использовать математический аппарат, методы программирования и

современные информационно-коммуникационные технологии для решения практических задач получения, хранения, обработки и передачи информации

Примеры проектных заданий приведены в фондах оценочных средств.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонд оценочных средств дисциплины включает в себя: задания контрольных работ, контрольные вопросы, задания для самостоятельных работ, задания для написания рефератов.

В рамках самостоятельной работы студенты изучают дополнительную литературу, интернет ресурсы по тематике курса.

Для реализации принципа индивидуального подхода на занятиях студентам предлагаются темы индивидуальных докладов и рефератов, написание которых практикуется в учебном процессе в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития навыков самостоятельного научного поиска; изучения литературы по выбранной теме; анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т.п. С помощью рефератов и докладов студент глубже постигает наиболее сложные проблемы курса; учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда. Содержание реферата и доклада должно соответствовать теме и ее плану. Процесс написания реферата и доклада включает в себя: 1) выбор темы; 2). подбор литературы и иных источников, их изучение; 3) составление плана; 4) введение (краткое введение, в котором обосновывается актуальность темы); 5) основной текст; 6) заключение; 7) список использованной литературы.

Студенты выполняют задания самостоятельно, пользуясь интернет-ресурсами, дополнительной литературой.

#### **Задания для самостоятельной работы**

##### **Методические указания.**

Задания студенты выполняют во внеурочное время, самостоятельно. Результаты предоставляются преподавателю в электронном виде.

##### **Решение задач и обсуждение вопросов по темам:**

1. История появления моделирования.

Основные понятия теории моделирования.

Цели и задачи моделирования.

Материальные (физические) и идеальные модели.

Когнитивные, содержательные, концептуальные, формальные модели.

Подходы и программные средства при структурно-функциональном моделировании.

2. Имитационное моделирование как специфический вид компьютерного моделирования.

Достоинства и недостатки имитационного моделирования.

Инструментарии имитационного моделирования.

3. Этапы построения моделей.

Основные модели, используемые в системном анализе.

Классификация систем по различным признакам.

Сложные системы: определения.

Факторы, действующие на функционирование сложных систем.

Задачи исследования сложных систем.

4. Моделирование в школьном курсе информатики. Решение задач.

5. Сети Петри, раскрашенные сети Петри.

Понятие систем массового обслуживания.

Классификация систем массового обслуживания.

6. Бизнес-процессы.

Анализ бизнес-процессов.

Оптимизация бизнес-процессов.

Математическое моделирование.

### **Индивидуальная самостоятельная работа № 1** **Тема "Изучение дополнительного материала"**

Изучить дополнительный материал. Выступить с сообщением и презентацией.

Вопросы, подлежащие усвоению и для самоконтроля.

1. Понятие модели и моделирования.

2. Этапы компьютерного моделирования.

3. Классификация абстрактных (идеальных) моделей.

4. Основные виды моделирования.

5. Материальное и идеальное моделирование.

6. Вербальные, математические, информационные модели.

7. Адекватность, потенциальность модели.

8. Графическое представление объекта черным ящиком и системой.

9. Взаимосвязь моделей.

10. Что такое «информационная модель»?

11. Что такое «объект» с точки зрения информационного моделирования?

12. Что такое «атрибуты»? Какими они бывают?

13. Что такое «связь»? Какие типы связи различают?

14. Приемы представления информационной модели в виде таблицы.

15. Примеры объектов, имеющих связи «один к одному», «один ко многим»

16. Приведите примеры информационных моделей типа «очередь»,

«цикл», «дерево».

17. Понятие системы Классификация систем по различным признакам. Уровни качества систем с управлением.

18. Методы оценивания систем Методы качественного оценивания систем. Методы количественного оценивания систем. Методы измерения компьютерных систем.

19. Сложные системы. Динамические системы. Объектно-ориентированное моделирование. Подходы к визуальному моделированию сложных динамических систем.

20. Общая постановка задачи линейного программирования.

21. Основные понятия теории игр.

22. Классификация и описание игр.

23. Пакеты прикладных программ для моделирования предметно-коммуникативных сред.

24. Компьютерная обучающая программа.

25. Автоматизированная обучающая система (АОС).

26. Экспертные системы.

27. Выбор инструментальной среды моделирования.

28. Обследование объекта моделирования.

29. Структура компьютерных обучающих программ.

30. Специальные инструментальные средства педагогических исследований.

## ***Индивидуальная самостоятельная работа № 2*** ***Тема «NetLogo»***

Разработайте модель в среде NetLogo по теме согласованной с преподавателем

### **Примеры проектных заданий:**

1. Транспортная задача Задание Производственное объединение в своём составе имеет  $n$  филиалов  $A_i$ ,  $i=1, 2, \dots, n$ , которые производят однородную продукцию в количестве  $a_i$ ,  $i=1, 2, \dots, n$ . Эту продукцию получают  $m$  потребителей  $B_j$ ,  $j=1, 2, \dots, m$ , расположенных в разных местах. Их потребности соответственно равны  $b_j$ ,  $j=1, 2, \dots, m$ . Тарифы перевозок единицы продукции от каждого из филиалов потребителям задаются матрицей  $C_{ij}$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ;  $j=1, 2, \dots, m$ ). Составить план прикрепления получателей продукции к ее поставщикам, при котором общая стоимость перевозок была минимальной. 1. Построить математическую модель задачи. 2. Создать на рабочем листе Excel таблицу для ввода исходных данных. 3. Заполнить таблицу исходными данными и необходимыми формулами. 4. Найти решение задачи средствами надстройки Поиск решения.

2. Постройте в эмуляторе модели задач рассмотренных на лекции:

1. Задача о сборке узлов предприятиями А, В, С.
2. Задача о работе станции скорой помощи.
3. Домашнее задание: Задача о поломанных блоках.
4. Домашнее задание: Светофор.
5. Домашнее задание:

Постройте в виде Сети Петри схему принятия решения об обеде в столовой, используя при этом примерно следующие позиции: осознание голода, выбор зала, занятие очереди, выбор блюда, проверка наличия блюда (блюдо есть), проверка наличия денег, переход к другому блюду, переход в другой зал, отказ от обеда, расчёт с кассиром, выбор столовых приборов, выбор свободного стола и занятие стола, потребление пищи, принятие решения о покупке дополнительных блюд, принятие решения о передаче грязной посуды на мойку, передача грязной посуды на мойку, выход из столовой.

3. Метод анализа иерархий (МАИ).

Для выбранного задания в соответствии с методикой системного моделирования провести исследование, используя МАИ для поддержки процесса принятия решений по следующему алгоритму:

1) определить систему с обоснованием ее структуры, функций, основных свойств и характеристик; сформулировать цель системы, а также проблемную ситуацию, как несоответствие целевого и желаемого состояния системы;

2) построить иерархическую структуру исследуемой системы, т.е. сформировать цель системы, определить пути достижения этой цели (альтернативы), выявить критерии эффективности выбора альтернатив;

3) построить матрицы парных сравнений (см. задание);

4) рассчитать векторы приоритетов;

5) проверить согласованность суждений ЛПР(лиц принимающих решение) и при необходимости пересмотреть суждения;

6) выявить наилучшую альтернативу (или проранжировать альтернативы по степени значимости);

7) добавить в построенную иерархию новую альтернативу (с собственными экспертными суждениями) и проверить изменение значимостей ранее исследуемых альтернатив.

Обработка имеющейся информации должна осуществляться с помощью программных средств (MS Excel и др.) с возможностью адаптивно реагировать на изменения исходных данных. Для этого следует запрограммировать все алгебраические операции МАИ в MS Excel.

4. Построение нейронных сетей

5. Интеллектуальные модели в Deductor Academic

## **Задания для контрольных работ**

### **Методические указания.**

Контрольную работу студенты выполняют на персональных компьютерах. Время выполнения работы - 90 минут.

### **Контрольная работа по теме: «Моделирование и формализация»**

Задание 1. Ответьте на вопросы.

Вариант 1.

Какие пары объектов не находятся в отношении "объект - модель"?

- а) компьютер – данные;
- б) компьютер – его функциональная схема;
- в) компьютер – программа;
- г) компьютер – алгоритм.

Вариант 2.

Какая модель компьютера является формальной (полученной в результате формализации)?

- а) техническое описание компьютера;
- б) фотография компьютера;
- в) логическая схема компьютера;
- г) рисунок компьютера.

Вариант 3.

Какая модель является статической (описывающей состояние объекта)?

- а) формула химического соединения;
- б) формулы равноускоренного движения;
- в) формула химической реакции;
- г) второй закон Ньютона.

Вариант 4.

Какая модель является динамической (описывающей изменение состояния объекта)?

- а) формула химического соединения;
- б) формула закона Ома;
- в) формула химической реакции;
- г) закон Всемирного тяготения.

Вариант 5.

Формальной информационной моделью является:

- а) анатомический муляж;
- б) техническое описание компьютера;
- в) рисунок функциональной схемы компьютера;
- г) программа на языке программирования.

Вариант 6.

В информационных моделях разомкнутых систем управления отсутствует:

- а) управляющий объект;
- б) управляемый объект;
- в) канал управления;
- г) канал обратной связи.

Вариант 7.

Какие из приведенных ниже определений понятия «модель» верные?

- а) модель - это некое вспомогательное средство, объект, который в определенной ситуации заменяет другой объект;
- б) модель - это новый объект, который отражает некоторые стороны изучаемого объекта или явления, существенные с точки зрения цели моделирования;
- в) модель - это физический или информационный аналог объекта, функционирование которого - по определенным параметрам - подобно функционированию реального объекта;
- г) модель некоторого объекта - это другой объект (реальный, знаковый или воображаемый), отличный от исходного, он обладает существенными для целей моделирования свойствами и в рамках этих целей полностью заменяет исходный объект.

Вариант 8.

Если материальная модель объекта - это его физическое подобие, то информационная модель объекта - это его:

- а) описание;
- б) точное воспроизведение;
- в) схематичное представление;
- г) преобразование.

Вариант 9.

Какое из утверждений верно?

- а) информационные модели одного и того же объекта, пусть даже предназначенные для разных целей, должны быть во многом сходны;
- б) информационные модели одного и того же объекта, предназначенные для разных целей, могут быть совершенно разными.

Вариант 10.

Может ли передаваться информация от человека к человеку и от поколения к поколению без использования моделей?

- а) нет, без моделей никогда не обойтись;
- б) да, иногда, например, генетическая информация;
- в) да, чаще всего знания передаются без использования каких-либо моделей;

г) модели передаются по наследству.

Вариант 11.

Верно ли, что моделирование представляет собой один из основных методов познания, способ существования знаний?

а) нет; б) да.

Вариант 12.

Какие из приведенных ниже моделей являются вероятностными? Выбрать три правильных ответа.

- а) прогноз погоды;
- б) отчет о деятельности предприятия;
- в) схема функционирования устройства;
- г) научная гипотеза;
- д) оглавление книги;
- е) проведение факультетского социологического опроса.

Вариант 13.

Правильно ли определен вид следующей модели: «Компьютерная модель полета мяча, брошенного вертикально вверх, - динамическая формализованная модель, имитирующая поведение данного объекта»?

а) нет; б) да.

Вариант 14.

Какие из приведенных ниже моделей являются статическими? Выбрать три правильных ответа.

- а) карта местности;
- б) граффити на стене;
- в) программа, имитирующая движение стрелок циферблата на экране дисплея;
- г) план праздничных мероприятий;
- д) график изменения температуры воздуха в течение суток.

Вариант 15.

Какие из утверждений являются верными? Выбрать два правильных ответа.

- а) математическая формула является информационной моделью;
- б) график движения поезда - табличная статическая модель;
- б) план дома - графическая детерминированная модель, описывающая структуру объекта;
- г) турнирная таблица чемпионата по футболу - эталонная динамическая модель.

Задание 2. Постройте модель согласно варианту.

### **Вариант 1.**

- а.) Разработка модели идеального студента, модели парохода, модели броуновского движения.
- б.) Объекты и модели: аудитория, шашки.
- в.) Примеры различных видов моделей в естественных науках.
- г.) Примеры различных видов моделей в технических науках.

### **Вариант 2.**

- а.) Разработать примеры древовидных структур данных из окружающей реальности.
- б.) Разработать информационную модель для процесса «Экзамен».
- в.) Разработать информационную модель для объекта «Преподаватель».
- г.) Разработать информационную модель для объекта «Факультет».

### **Вариант 3.**

- а.) Разработать блок-схему переноса начала координат.
- б.) Разработать блок-схему сжатия координат.
- в.) Разработать блок-схему переноса начала координат.

### **Вариант 4.**

- а.) Моделирование блок-схемы алгоритма решения дифференциального уравнения методом Эйлера.
- б.) Имитационное моделирование процесса «парадокса близнецов» из теории относительности.

### **Вариант 5.**

- а.) Разработка динамической модели популяции без внутривидовой конкуренции.
- б.) Разработка динамической модели популяции с внутривидовой конкуренции.

### **Вариант 6.**

Моделирование процесса распределения длительности ожидания в очереди и длительности простоя «продавца» и соответственно средние времена ожидания в системе с одним «прилавком» при различных комбинациях распределений промежутков времен между приходами «покупателей» и времен обслуживания, используя следующие распределения:

- а) равномерное; б) нормальное.

### **Вариант 7.**

Разработка качественной информационной модели специалиста, подготовленного к коммуникативной деятельности.

## **Вопросы для проведения промежуточной аттестации (экзамен)**

1. Модели. История формирования и основные понятия.
2. Задачи, виды и методы моделирования. Моделирование как метод познания.
3. Классификация моделей. Примеры моделей для различных целей моделирования.
4. Математическое моделирование.
5. Имитационное моделирование.
6. Математические модели в гуманитарных исследованиях.
7. Компьютерная реализация моделей.
8. Примеры компьютерных моделей в гуманитарных исследованиях.
9. Реализация методов обработки графической информации в табличном процессоре.
10. Прикладные программы моделирования двухмерных графических и анимационных файлов.
11. Компьютерное моделирование с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам.
12. Этап формализации. Параметры модели. Классификация моделей по свойствам их параметров. Анализ результатов моделирования.
13. Различные подходы к классификации математических моделей.
14. Мультиагентное моделирование
15. Задачи теории расписаний
16. Жадные алгоритмы
17. Математические модели в экологии. Основные понятия экологии. Особенности и направления использования математических моделей в биологии.
18. Распознавание образов
19. Нейронные сети

## **Контрольные вопросы**

1. Дать общую формулировку задач оптимизации в форме модели динамического программирования.
2. Дать понятие простой и сложной динамической системы.
3. Привести инструментальные средства реализации имитационных моделей.
4. Привести классификации моделей по свойствам их параметров.
5. Привести примеры связей между хаосом и самоорганизацией.
6. Перечислить системы программирования при реализации математических моделей.
7. Примеры компьютерных моделей в гуманитарных исследованиях.
8. Основные принципы системного анализа.
9. Общие методы моделирования дискретных и непрерывных случайных величин.

10. Численный эксперимент: его взаимосвязи с теорией и лабораторным экспериментом.

11. Может ли передаваться информация от человека к человеку и от поколения к поколению без использования моделей?

12. Охарактеризовать основные пакеты прикладных программ.

### **Темы рефератов**

История появления моделирования.

Основные понятия теории моделирования.

Цели и задачи моделирования.

Материальные (физические) и идеальные модели.

Когнитивные, содержательные, концептуальные, формальные модели.

Подходы и программные средства при структурно-функциональном моделировании.

Имитационное моделирование как специфический вид компьютерного моделирования.

Достоинства и недостатки имитационного моделирования.

Инструментарии имитационного моделирования.

Этапы построения моделей.

Основные модели, используемые в системном анализе.

Классификация систем по различным признакам.

Сложные системы: определения.

Факторы, действующие на функционирование сложных систем.

Задачи исследования сложных систем.

Этапы при моделировании сложных систем.

Понятие о модельном времени.

Сетевые методы.

Сети Петри, раскрашенные сети Петри.

Имитационное моделирование

Интеллектуальные системы

### **7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС**

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
6	10	35	0	15	0	10	30	100

### **Программа оценивания учебной деятельности студента 6 семестр**

**Лекции:** посещаемость, активность; за один семестр – от 0 до 10 баллов.

**Лабораторные занятия:** Контроль выполнения заданий в течение одного семестра – от 0 до 35 баллов.

**Практические занятия:** не предусмотрены.

**Самостоятельная работа:** Контроль выполнения заданий для самостоятельной работы, рефератов, докладов в течение семестра – от 0 до 15 баллов.

**Автоматизированное тестирование:** не предусмотрено

**Другие виды учебной деятельности:**

Подготовка двух рефератов – от 0 до 6 баллов.

Выполнение контрольной работы – от 0 до 4 баллов.

Таким образом, за семестр студент может получить всего от 0 до 10 баллов за другие виды учебной деятельности.

**Промежуточная аттестация:**

При определении разброса баллов при аттестации преподаватель может воспользоваться следующим примером ранжирования:

- 25-30 баллов – ответ на «отлично»
- 19-24 баллов – ответ на «хорошо»
- 11-18 баллов – ответ на «удовлетворительно»
- 0-10 баллов – неудовлетворительный ответ.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за шестой семестр по дисциплине «Компьютерное моделирование и пакеты прикладных программ» составляет 100 баллов.

Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Компьютерное моделирование и пакеты прикладных программ» в оценку (экзамен):

90-100 баллов	«отлично»
76-89 баллов	«хорошо»
61-75 баллов	«удовлетворительно»
0-60 баллов	«не удовлетворительно»

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Компьютерное моделирование и пакеты прикладных программ».

а) литература:

*Боев, В. Д.* Концептуальное проектирование систем в AnyLogic и GPSS World [Электронный ресурс] / В. Д. Боев. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 542 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73656.html>

*Мезенцев, К. Н.* Мультиагентное моделирование в среде NetLogo : учебное пособие / К. Н. Мезенцев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1933-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168871> (дата обращения: 22.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Петлина, Е. М.* Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / Е. М. Петлина. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Профобразование, 2019. — 131 с. — 978-5-4488-0250-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/83270.html>

*Петрищев, И. О.* Компьютерное моделирование : учебно-методическое пособие / И. О. Петрищев, М. Г. Аббязова, А. Н. Алёнова. — Ульяновск : УлГПУ им. И.Н. Ульянова, 2017. — 49 с. — ISBN 978-5-86045-962-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112097> (дата обращения: 22.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Тупик, Н. В.* Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Тупик. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 230 с. — 978-5-4487-0392-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79639.html>

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Библиотека научной и студенческой информации.  
<http://www.bibliofond.ru/>
2. Методическая копилка учителя информатики.  
<http://www.metod-kopilka.ru/>
3. Видео уроки в сети интернет.  
<http://www.videouroki.net/>
4. Учебный Центр «Специалист» при МГТУ имени Н. Э. Баумана –  
[www.specialist.ru](http://www.specialist.ru)
5. Дистанционное обучение. Компьютерное моделирование.  
<http://do.rksi.ru/library/courses/km>

6. Боресков А.В. Шикин Е.В. Компьютерная графика. Динамика, реалистические изображения. Учебное пособие. <http://www.biblioclub.ru/book/54731>

7. Компьютерное моделирование. Лекции и задания для лабораторных занятий. <http://www.fizmat.vspu.ru/books/model-m5>

8. Математическое моделирование в естественных науках. Виртуальные лаборатории <http://mathmod.aspu.ru>

9. Мехмат МГУ - <http://mech.math.msu.su/russian/welcome.htm>

Лицензионное программное обеспечение:

Office Professional Plus 2007 (44107825)

Бесплатное программное обеспечение

Maxima: <http://maxima.sourceforge.net/ru/index.html>

Netlogo: <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

AnyLogic: <https://www.anylogic.ru/downloads/personal-learning-edition-download/>

Deductor: <https://basegroup.ru/deductor/download>

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Компьютерное моделирование и пакеты прикладных программ»**

Для проведения практических занятий требуются компьютерные классы с программным обеспечением (Microsoft Office, Maxima, NetLogo, AnyLogic), рассчитанные на обучение группы студентов из 10–15 человек, удовлетворяющие санитарно-гигиеническим требованиям, работающие под управлением операционной системы Windows с подключением к Internet.

Для проведения групповых лекционных занятий необходим проектор, подключенный к компьютеру, и экран. Требования к программному обеспечению:

- Операционная система Windows;
- Microsoft Office Power Point.
- Maxima
- NetLogo
- AnyLogic
- Deductor

Реализация практической подготовки в рамках учебных занятий запланирована на базе кафедры информационных систем и технологий в обучении.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом Примерной ООП ВО по направлению 44.03.01 – Педагогическое образование и профилю подготовки «Информатика».

Автор

к. п. н., доцент

\_\_\_\_\_ В.А. Векслер

Программа одобрена на заседании кафедры информационных систем и технологий в обучении от 31 августа 2021 года, протокол № 1.