

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Методические указания для выполнения практических работ

Направление подготовки
35.03.07 Технология производства и переработки
сельскохозяйственной продукции

Профиль подготовки
Технологии пищевых производств в АПК

Саратов 2017

Математическое моделирование технологических процессов: методические указания по выполнению практических работ для направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции / Сост.: А.В. Розанов // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ» им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2017. – 41 с.

Методические указания по выполнению практических работ составлены в соответствии с программой дисциплины и предназначены для обучающихся направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции и содержат краткое описание передовых методов математического моделирования и современных компьютерных технологий в сфере АПК. Направлены на формирование практических навыков применения методов математического моделирования и информационных технологий при решении научно-исследовательских и производственных задач с использованием современного аппаратного и программного обеспечения. Материал ориентирован на реализацию профессиональной компетенции будущих специалистов сельского хозяйства.

Введение

Задачей практикума является формирование у обучающихся практических навыков применения современных методов математического моделирования и компьютерных технологий при решении научно-исследовательских и производственных задач.

Пособие содержит практические примеры и задания для самостоятельной проработки по основным приемам, методам и областям применения математического моделирования на основе современных информационных технологий. По каждой теме предусмотрены краткие теоретические сведения, методические указания по выполнению работы на персональном компьютере, типовые примеры, виды и формы представления результатов, перечень необходимого оборудования и программного обеспечения, список литературы.

Тема 1. Программные средства моделирования. Анализ и визуализация данных

Производственный цикл любого продукта в сфере АПК – это последовательность этапов, через которые проходит продукт за весь период своего существования. Он включает в себя этапы маркетинговых исследований, концептуального проектирования и дизайна изделия, конструкторской и технологической подготовки производства, изготовления, обслуживания, утилизации и т. п. На каждом из этих этапов важную роль играют методы визуализации результатов анализа, моделирования и оптимизации.

Цель: сформировать навык применения современных средств визуализации данных и 3D-моделирования для анализа и моделирования сложных процессов.

Постановка задачи: Построить таблицу значений функции $Z(x, y)$

$$z = \begin{cases} 2 - (x^2 + y^2), & 2 \cdot x^2 + y^2 \leq 1 \\ 1 - x, & 2 \cdot x^2 + y^2 > 1 \end{cases}$$

и ее отображение в виде 3D-поверхности на области $(x, y) \in [-1..1; -1..1]$ с шагом 0,1 по каждому направлению.

Пример решения:

1. данные вводятся в ячейки рабочего листа табличного процессора MS Excel (исходные данные x и y выделены на Рис. 1.1 серым цветом);
2. в ячейку C5 заносится формула: `=ЕСЛИ(2*$B5^2+C$4^2<=1;2-($B5^2+C$4^2);1-$B5)`;
3. формула копируется в ячейки C5:W25.

Этапы построения диаграммы – поверхности:

1. выделить ячейки A3:B13. Вызвать **Мастер диаграмм**;
2. выбрать тип диаграмм – «поверхность»;
3. поставить подписи оси x и оси y ;
4. проградуйровать ось z так, чтобы поверхность разбивалась на 5-7 частей; все части окрасить в серый цвет; убрать цвета стенок и основания;
5. выделить оси и установить соответствующие форматы и выравнивания для подписи осей;
6. выбрать такую ориентацию поверхности, чтобы ее двумерное изображение было наиболее наглядным.

Оформление результатов

При оформлении решения рекомендуется придерживаться следующего образца (Рис. 1.1 и Рис. 1.2):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	РЕШЕНИЕ																						
2	Таблица значений																						
3			Ось x																				
4			-1.0	-0.9	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
5	Ось y	-1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6		-0.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
7		-0.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
8		-0.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.5	1.51	1.5	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
9		-0.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.39	1.48	1.55	1.6	1.63	1.64	1.63	1.6	1.55	1.48	1.39	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
10		-0.5	1.5	1.5	1.5	1.26	1.39	1.5	1.59	1.66	1.71	1.74	1.75	1.74	1.71	1.66	1.59	1.5	1.39	1.26	1.5	1.5	1.5
11		-0.4	1.4	1.4	1.2	1.35	1.48	1.59	1.68	1.75	1.8	1.83	1.84	1.83	1.8	1.75	1.68	1.59	1.48	1.35	1.2	1.4	1.4
12		-0.3	1.3	1.1	1.27	1.42	1.55	1.66	1.75	1.82	1.87	1.9	1.91	1.9	1.87	1.82	1.75	1.66	1.55	1.42	1.27	1.1	1.3
13		-0.2	1.2	1.15	1.32	1.47	1.6	1.71	1.8	1.87	1.92	1.95	1.96	1.95	1.92	1.87	1.8	1.71	1.6	1.47	1.32	1.15	1.2
14		-0.1	1.1	1.18	1.35	1.5	1.63	1.74	1.83	1.9	1.95	1.98	1.99	1.98	1.95	1.9	1.83	1.74	1.63	1.5	1.35	1.18	1.1
15		0	1	1.19	1.36	1.51	1.64	1.75	1.84	1.91	1.96	1.99	2	1.99	1.96	1.91	1.84	1.75	1.64	1.51	1.36	1.19	1
16		0.1	0.9	1.18	1.35	1.5	1.63	1.74	1.83	1.9	1.95	1.98	1.99	1.98	1.95	1.9	1.83	1.74	1.63	1.5	1.35	1.18	0.9
17		0.2	0.8	1.15	1.32	1.47	1.6	1.71	1.8	1.87	1.92	1.95	1.96	1.95	1.92	1.87	1.8	1.71	1.6	1.47	1.32	1.15	0.8
18		0.3	0.7	1.1	1.27	1.42	1.55	1.66	1.75	1.82	1.87	1.9	1.91	1.9	1.87	1.82	1.75	1.66	1.55	1.42	1.27	1.1	0.7
19		0.4	0.6	0.6	1.2	1.35	1.48	1.59	1.68	1.75	1.8	1.83	1.84	1.83	1.8	1.75	1.68	1.59	1.48	1.35	1.2	0.6	0.6
20		0.5	0.5	0.5	0.5	1.26	1.39	1.5	1.59	1.66	1.71	1.74	1.75	1.74	1.71	1.66	1.59	1.5	1.39	1.26	0.5	0.5	0.5
21		0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	1.39	1.48	1.55	1.6	1.63	1.64	1.63	1.6	1.55	1.48	1.39	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
22		0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1.5	1.51	1.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
23		0.8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
24		0.9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
25		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26																							

Рис. 1.1. Таблица значений $Z(x, y)$

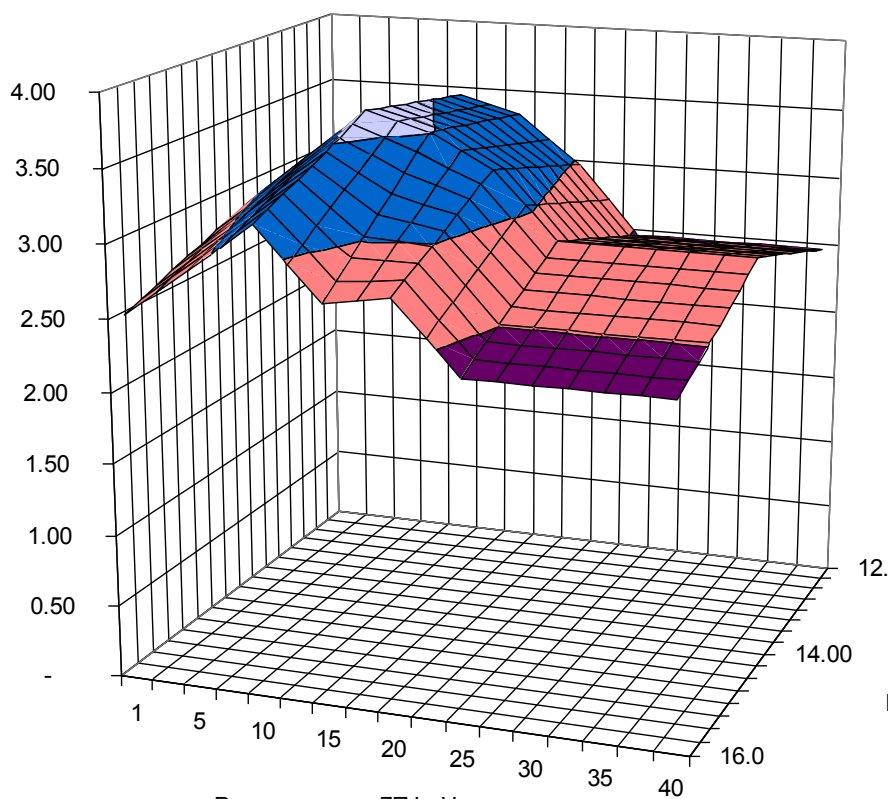


Рис. 1.2. 3D-поверхность

Оборудование

- Высокопроизводительный персональный компьютер с широкополосным доступом в сеть Интернет
- Стандартное программное обеспечение рабочего места
- Специализированные методо-ориентированные и проблемно-ориентированные программные пакеты (в том числе, оригинальные разработки Розанова А.В.)
- Комплект мультимедийного оборудования для визуализации результатов моделирования и расчетов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная (ЭСБ)

1. **Советов, Б.Я., Цехановский, В.В.** Информационные технологии: теоретические основы: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 448 с. ISBN 978-5-8114-1912-8. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71733>

2. **Белов, В.В.** Алгоритмы и структуры данных: Учебник / Белов В.В., Чистякова В.И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 240 с.: 60х90 1/16. - (Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-25-6 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=766771>

3. **Петров, А.В.** Моделирование процессов и систем: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2015. – 288 с. ISBN 978-5-8114-1886-2. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68472>

4. **Бурнаева, Э.Г., Леора, С.Н.** Обработка и представление данных в MS Excel: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 160 с. ISBN 978-5-8114-1923-4. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71706>

Дополнительная (ЭБС)

1. **Попов, А.М., Сотников, В.М., Нагаева, В.И.** Информатика и математика: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «ЮНИТИ-ДАНА», 2012. – 302 с. ISBN 978-5-238-01396-1. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7039.html>

2. **Радаева, Я.Г.** Word 2010: Способы и методы создания профессионально оформленных документов: Учебное пособие / Я.Г. Радаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.: 70х100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91134-736-9, 500. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=402060>

3. **Нестеров, А.С.** Основы информационной безопасности: учебное пособие. – 2-е изд., стер. – Изд-во «Лань», 2016. – 324 с. ISBN 978-5-8114-2290-6. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/75515>

4. **Васильев, А.Н.** Числовые расчеты в Excel: справочник. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2014. – 608 с. ISBN 978-5-8114-1580-9. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68464>

Тема 2. Программная реализация симплекс-метода.

Моделирование процессов управления компонентами производства

На большинстве этапов проектирования производственного цикла, начиная с определения предприятий-поставщиков исходных материалов и компонентов и кончая реализацией продукции, требуется применение систем типа SCM (англ. Supply Chain Management, управление цепочками поставок). Цепь поставок обычно определяют как совокупность стадий увеличения добавленной стоимости продукции при ее движении от компаний-поставщиков к компаниям-потребителям. Управление цепью поставок подразумевает продвижение материального потока с минимальными издержками.

Цель: сформировать навык планирования SCM-компонентов продукции производства средствами табличного процессора MS Excel

Постановка задачи: Комбинат использует четыре склада, на которых находится S1, S2, S3, S4 тонн сырья. Его требуется доставить на 7 перерабатывающих предприятий. Потребности предприятий в сырье равны P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 соответственно, причем $\sum S_i = \sum P_j$. Стоимость перевозки 1 тонны сырья с i-го склада на j-е предприятие равна A_j^i (матрица $\{A\}$ задана). Средствами надстройки **Поиск решения** табличного процессора MS Excel определить план перевозок, при котором организация понесет наименьшие издержки по перевозкам, и определить эти издержки.

Ограничения устанавливаются следующим образом:

- объемы перевозок должны быть неотрицательными;
- весь объем сырья должен быть вывезен со складов,
- все предприятия должны полностью удовлетворить свою потребность.

Пример решения

1. На рабочем листе табличного процессора MS Excel сформировать таблицу с исходными данными вида:

		S1	S2	S3	S4	Всего
		175	305	255	285	1020
		A_j^i	1	2	3	4
P1	115	1	78	65	75	67
P2	130	2	54	74	56	71
P3	105	3	91	49	81	47
P4	245	4	59	48	72	73
P5	195	5	63	89	51	85
P6	150	6	48	83	55	57
P7	80	7	83	70	57	67
Всего	1020					

Рис. 2.1. Исходные данные для расчета

2. Создать на листе MS Excel табличную модель (рис. 2.2), задав в ней произвольные начальные значения (например, нули). Изменяемые ячейки – план перевозок.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1				СКЛАДЫ								Всего		
2				S1		S2		S3		S4				
3				175		305		255		285			1020	
4				План	Цена 1 т.	План	Цена 1 т.	План	Цена 1 т.	План	Цена 1 т.			
5	предприятия	P1	115	0.0	78	0.0	65	0.0	75	0.0	67	Итого по предприятиям	Всего, тонн	0.0
6		P2	130	0.0	54	0.0	74	0.0	56	0.0	71		Всего, тонн	0.0
7		P3	105	0.0	91	0.0	49	0.0	81	0.0	47		Всего, тонн	0.0
8		P4	245	0.0	59	0.0	48	0.0	72	0.0	73		Всего, тонн	0.0
9		P5	195	0.0	63	0.0	89	0.0	51	0.0	85		Всего, тонн	0.0
10		P6	150	0.0	48	0.0	83	0.0	55	0.0	57		Всего, тонн	0.0
11		P7	80	0.0	83	0.0	70	0.0	57	0.0	67		Всего, тонн	0.0
12	Всего			Итого по складам										
13				Всего, тонн	Всего, стоимость	Всего, тонн	Всего, стоимость	Всего, тонн	Всего, стоимость	Всего, тонн	Всего, стоимость	Общая стоимость перевозок		
14				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
15														

Рис. 2.2. Табличная модель исходной задачи

3. Командами **Сервис, Поиск решения** запустить надстройку **Поиск решения** табличного процессора MS Excel и определить план перевозок (Рис. 2.3), заполнив соответствующие поля ввода в окне **Поиск решения** и окне **Добавить ограничения**.

Оформление результатов

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1				СКЛАДЫ								Всего 1020		
2				S1		S2		S3		S4				
3				175		305		255		285				
4				План	Цена 1 т.	План	Цена 1 т.	План	Цена 1 т.	План	Цена 1 т.			
5	предприятия	P1	115	0.0	78	41.9	65	0.0	75	73.1	67	Итого по предприятиям	Всего, тонн	115.0
6		P2	130	0.0	54	0.0	74	82.5	56	47.5	71		Всего, тонн	130.0
7		P3	105	0.0	91	65.7	49	0.0	81	39.3	47		Всего, тонн	105.0
8		P4	245	0.0	59	191.2	48	28.0	72	25.8	73		Всего, тонн	245.0
9		P5	195	107.4	63	0.0	89	59.6	51	28.0	85		Всего, тонн	195.0
10		P6	150	67.6	48	0.1	83	42.7	55	39.6	57		Всего, тонн	150.0
11		P7	80	0.0	83	6.1	70	42.1	57	31.8	67		Всего, тонн	80.0
12	Всего	1020	Итого по складам											
13				Всего, тонн	Всего стоимость	Всего, тонн	Всего стоимость	Всего, тонн	Всего стоимость	Всего, тонн	Всего стоимость	Общая стоимость перевозок		
14				175.0	10 010.8	305.0	15 555.6	255.0	14 429.6	285.0	18 762.4	58 758.4		
15														

Рис. 2.3. Программная реализация решения

Оборудование

- Высокопроизводительный персональный компьютер с широкополосным доступом в общемировую сеть Интернет
- Стандартное программное обеспечение рабочего места
- Специализированные методо-ориентированные и проблемно-ориентированные программные пакеты
- Комплект мультимедийного оборудования для визуализации результатов моделирования и расчетов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная (ЭСБ)

1. **Советов, Б.Я., Цехановский, В.В.** Информационные технологии: теоретические основы: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 448 с. ISBN 978-5-8114-1912-8. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71733>
2. **Белов, В.В.** Алгоритмы и структуры данных: Учебник / Белов В.В., Чистякова В.И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 240 с.: 60х90 1/16. - (Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-25-6 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=766771>
3. **Петров, А.В.** Моделирование процессов и систем: учебное пособие. – 1-е изд.– Изд-во «Лань», 2015. – 288 с. ISBN 978-5-8114-1886-2. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68472>
4. **Бурнаева, Э.Г., Леора, С.Н.** Обработка и представление данных в MS Excel: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 160 с. ISBN 978-5-8114-1923-4. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71706>

Дополнительная (ЭБС)

1. **Попов, А.М., Сотников, В.М., Нагаева, В.И.** Информатика и математика: учебное пособие. – 1-е изд.– Изд-во «ЮНИТИ-ДАНА», 2012. – 302 с. ISBN 978-5-238-01396-1. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7039.html>
2. **Радаева, Я.Г.** Word 2010: Способы и методы создания профессионально оформленных документов: Учебное пособие / Я.Г. Радаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.: 70х100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91134-736-9, 500. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=402060>
3. **Нестеров, А.С.** Основы информационной безопасности: учебное пособие. – 2-е изд.. стер. – Изд-во «Лань», 2016. – 324 с. ISBN 978-5-8114-2290-6. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/75515>
4. **Васильев, А.Н.** Числовые расчеты в Excel: справочник. – 1-е изд.– Изд-во «Лань», 2014. – 608 с. ISBN 978-5-8114-1580-9. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68464>

Тема 3. Классические и неклассические методы оптимизации. Информационная поддержка математического моделирования

В настоящее время управление сложными видами данных при моделировании процессов в едином информационном пространстве возлагается на системы PLM (англ. Product Lifecycle Management, управление жизненным циклом изделия). Современные PLM являются результатом мультидисциплинарного взаимодействия, включающего в себя базы данных, методы имитационного моделирования, искусственного интеллекта, и широко используются для информационной поддержки исследований и разработок в сфере науки и производства.

Цель: сформировать навык подготовки исходных данных для систем управления информацией типа PLM и Data Mining.

Постановка задачи: Заполнить последовательность первых 20 членов последовательности числовых данных, найти их сумму и произведение:

$$\text{Рекуррентная формула } a_n = \frac{2}{3} \left(a_{n-2} + \frac{1}{a_{n-1} \cdot a_{n-3}} \right)$$

Первый член прогрессии $a_1 = 0,7$;

Второй член прогрессии $a_2 = 1,6$;

Третий член прогрессии $a_3 = 2,5$.

Пример решения

Исходные данные вносятся в ячейки, выделенные черным цветом (Рис. 3.1). Все остальные элементы вычисляются по рекуррентной формуле, т.е. через известные предыдущие элементы прогрессии. В ячейке B6 записывается рекуррентная формула, и далее копируется в ячейки диапазона B7:B22.

Сумму и произведение элементов прогрессии можно также вычислять по следующим рекуррентным формулам:

$$\begin{aligned} S_1 &= a_1; & S_n &= a_n + a_{n-1} + \dots + a_1 = a_n + (a_{n-1} + \dots + a_1) = a_n + S_{n-1} \\ P_1 &= a_1; & P_n &= a_n a_{n-1} \dots a_1 = a_n \cdot (a_{n-1} a_{n-2} \dots a_1) = a_n \cdot P_{n-1} \end{aligned}$$

Оформление результатов

	A	B	C	D	
1	РЕШЕНИЕ				
2	n	an	Sn	Pn	
3	1	0,70	0,70	0,70	
4	2	1,60	2,30	1,12	
5	3	2,50	4,80	2,80	
6	4	1,45	6,25	4,05	
7	5	1,95	8,20	7,92	
8	6	1,10	9,30	8,73	
9	7	1,72	11,02	15,02	
10	8	0,93	11,96	14,01	
11	9	1,80	13,75	25,16	
12	10	0,84	14,59	21,07	
13	11	2,05	16,64	43,22	
14	12	0,74	17,38	31,94	
15	13	2,44	19,83	76,09	
16	14	0,63	20,45	48,86	
17	15	3,07	23,52	150,07	
18	16	0,51	24,03	75,92	
19	17	4,15	28,18	315,37	
20	18	0,39	28,57	122,84	
21	19	6,15	34,73	755,77	
22	20	0,29	35,01	215,97	
23					

Рис. 3.1. Программная реализация решения

Оборудование

- Высокопроизводительный персональный компьютер с широкополосным доступом в общемировую сеть Интернет
- Стандартное программное обеспечение рабочего места
- Специализированные методо-ориентированные и проблемно-ориентированные программные пакеты
- Комплект мультимедийного оборудования для визуализации результатов моделирования и расчетов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная (ЭСБ)

1. **Советов, Б.Я., Цехановский, В.В.** Информационные технологии: теоретические основы: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 448 с. ISBN 978-5-8114-1912-8. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71733>

2. **Белов, В.В.** Алгоритмы и структуры данных: Учебник / Белов В.В., Чистякова В.И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 240 с.: 60х90 1/16. - (Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-25-6 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=766771>

3. **Петров, А.В.** Моделирование процессов и систем: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2015. – 288 с. ISBN 978-5-8114-1886-2. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68472>

4. **Бурнаева, Э.Г., Леора, С.Н.** Обработка и представление данных в MS Excel: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 160 с. ISBN 978-5-8114-1923-4. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71706>

Дополнительная (ЭБС)

1. **Попов, А.М., Сотников, В.М., Нагаева, В.И.** Информатика и математика: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «ЮНИТИ-ДАНА», 2012. – 302 с. ISBN 978-5-238-01396-1. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7039.html>

2. **Радаева, Я.Г.** Word 2010: Способы и методы создания профессионально оформленных документов: Учебное пособие / Я.Г. Радаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.: 70х100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91134-736-9, 500. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=402060>

3. **Нестеров, А.С.** Основы информационной безопасности: учебное пособие. – 2-е изд., стер. – Изд-во «Лань», 2016. – 324 с. ISBN 978-5-8114-2290-6. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/75515>

4. **Васильев, А.Н.** Числовые расчеты в Excel: справочник. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2014. – 608 с. ISBN 978-5-8114-1580-9. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68464>

Тема 4. Прогнозирование на основе регрессионных моделей

Реализация современных CALS технологий (англ. CALS, Continuous Acquisition And Life-Cycle Support - информационная поддержка изделия на всех этапах жизненного цикла) в практическом плане предполагает организацию единого информационного пространства (интегрированной информационной среды), объединяющего автоматизированные системы, предназначенные как для эффективного решения инженерных задач в сфере технологии продуктов питания, так и для планирования и управления производством и ресурсами предприятий, производящих продукцию соответствующего назначения. В настоящее время существует широкий выбор специализированных программ для эффективной автоматизации решения задач указанного круга проблем.

Цель: сформировать навык практического использования проблемно-ориентированных пакетов прикладных программ, в частности, линейного математического программирования, для планирования и управления производством и ресурсами.

Постановка задачи: Фирма занимается производством и реализацией продукта определенного типа. Стоимость производства единицы продукта равна S . Специалисты фирмы провели исследование зависимости спроса на продукт от цены его реализации. В процессе исследования регистрировалось количество продаж единиц продукта за неделю при разных отпускных ценах.

Требуется:

1. Построить зависимость объема продаж от цены реализации и аппроксимировать ее полиномом (Тренд 1).
2. Построить зависимость прибыли фирмы от цены реализации единицы продукта и аппроксимировать эту зависимость полиномом (Тренд 2).
3. Определить цену реализации, при которой фирма получит максимальную прибыль.
4. Определить прогнозируемый объем продаж (в штуках) и ориентировочную (усредненную) прибыль фирмы при найденной оптимальной цене реализации.

Пояснение: рекомендуется в качестве линий тренда пользоваться полиномами 3 – 4 степеней, коэффициенты уравнений линий тренда определять в экспоненциальном формате с точностью не менее 6 знаков.

Пример решения

Результаты маркетингового исследования представлены в Таблице 4.1

Таблица 4.1

№	Наименование товара	Себестоимость, руб./шт.	Отклик спроса на изменение отпускной цены						
			Цена, руб.	3500	5000	6000	7000	7500	8000
1	Продукт АБ	3 000	Продажи, шт./нед.	115	95	73	47	36	21

1. По полученным статистическим данным **Мастером диаграмм** необходимо построить зависимость объема продаж от цены реализации и при помощи линий тренда аппроксимировать ее полиномом.

2. Построить зависимость прибыли фирмы от цены реализации единицы продукта и аппроксимировать эту зависимость полиномом.

3. Средствами надстройки **Поиск решения** определить цену реализации, при которой фирма получит максимальную прибыль, используя зависимость, полученную в пункте 1, и зависимость, полученную в пункте 2.

4. Определить оптимальную цену реализации, округленную до десятков рублей, как среднее из значений, полученных в пункте 3.

5. Определить объем продаж (в штуках) и усредненную прибыль фирмы при найденной оптимальной цене реализации.

Оформление результатов

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Отклик спроса на изменение отпускной цены							Решение (тренд 1)	Решение (тренд 2)	Решение (финал)
2	Цена, тыс. руб.	3,5	5,0	6,0	7,0	7,5	8,0	6,2	6,2	6,2
3	Продажи, шт./нед.	100,0	85,0	68,0	42,0	34,0	16,0			
4	Прибыль, тыс. руб.	50,0	160,0	204,0	168,0	153,0	80,0			
5	Продажи, шт./нед.(тренд1)	100,0	80,5	66,6	44,9	31,3	167,6	62,5		63,0
6	Прибыль, тыс. руб. (тренд1)	50,0	160,9	199,9	179,7	140,8	83,8	201,5		201,5
7	Прибыль, тыс. руб. (тренд2)	49,8	171,8	198,6	170,5	142,3	93,0		200,0	200,0
8										

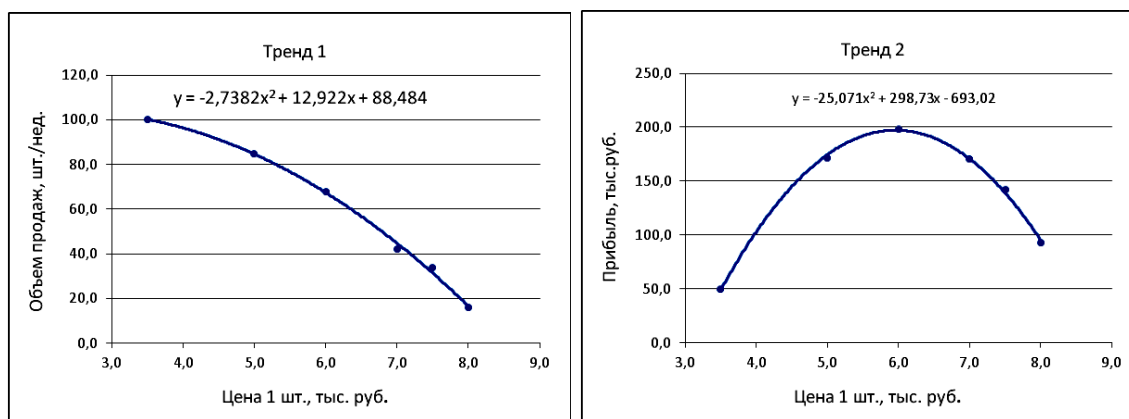


Рис. 4.1. Результаты прогнозирования

Оборудование

- Высокопроизводительный персональный компьютер с широкополосным доступом в общемировую сеть Интернет
- Стандартное программное обеспечение рабочего места
- Специализированные методо-ориентированные и проблемно-ориентированные программные пакеты
- Комплект мультимедийного оборудования для визуализации результатов моделирования и расчетов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная (ЭСБ)

1. **Советов, Б.Я., Цехановский, В.В.** Информационные технологии: теоретические основы: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 448 с. ISBN 978-5-8114-1912-8. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71733>
2. **Белов, В.В.** Алгоритмы и структуры данных: Учебник / Белов В.В., Чистякова В.И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 240 с.: 60х90 1/16. - (Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-25-6 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=766771>
3. **Петров, А.В.** Моделирование процессов и систем: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2015. – 288 с. ISBN 978-5-8114-1886-2. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68472>
4. **Бурнаева, Э.Г., Леора, С.Н.** Обработка и представление данных в MS Excel: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 160 с. ISBN 978-5-8114-1923-4. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71706>

Дополнительная (ЭБС)

1. **Попов, А.М., Сотников, В.М., Нагаева, В.И.** Информатика и математика: учебное пособие. – 1-е изд.– Изд-во «ЮНИТИ-ДАНА», 2012. – 302 с. ISBN 978-5-238-01396-1. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7039.html>

2. **Радаева, Я.Г.** Word 2010: Способы и методы создания профессионально оформленных документов: Учебное пособие / Я.Г. Радаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.: 70x100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91134-736-9, 500. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=402060>

3. **Нестеров, А.С.** Основы информационной безопасности: учебное пособие. – 2-е изд.. стер. – Изд-во «Лань», 2016. – 324 с. ISBN 978-5-8114-2290-6. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/75515>

4. **Васильев, А.Н.** Числовые расчеты в Excel: справочник. – 1-е изд.– Изд-во «Лань», 2014. – 608 с. ISBN 978-5-8114-1580-9. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68464>

Тема 5. Современные методы оптимального планирования и распределения ресурсов в сфере производства продуктов

Для моделирования и управления данными об изделиях, процессах и ресурсах на различных этапах производственного цикла от концептуального проектирования до эксплуатационного обслуживания применяются автоматизированные PDM-системы (англ. Product Data Management, система управления проектными данными). Управление проектами и изменениями данных, их распределение, интерфейс с системами ERP (англ. Enterprise Resource Planning, система планирования и управления ресурсами предприятия) – это далеко не полный перечень возможностей PDM-систем. Одной из эффективных и практически полезных функций PDM-систем является оптимизация проектных параметров.

Цель: сформировать навыки подготовки, форматирования и визуализации исходных данных для реализации оптимизационных возможностей PDM-системы средствами табличного процессора MS Excel.

Постановка задачи: Определить экстремальные (т.е. минимальные и/или максимальные) значения функции $y(x) = -\cos^2 \pi x + \sqrt{\frac{x^2 - 1}{x^2 + 1}}$ в точках $x_1 = -0.436$ и $x_2 = 1.093$. Построить график этой функции на интервале $[x_1, x_2]$ с шагом 0,1; l – длина отрезка $[x_1, x_2]$.

Пояснение:

1. первоначально следует записать формулу $=(A13-A3)*0.1$, определяющую шаг;
2. ввести исходные данные в ячейки программы MS Excel (исходные данные (x_1 и x_2), выделены на Рис. 5.1 черным цветом);
3. ввести формулу $=A3+B15$. Формула копируется в ячейки A5:A12;
4. ввести формулу:
 $=-\text{COS}(\text{ПИ}()*A3)*\text{COS}(\text{ПИ}()*A3)+\text{КОРЕНЬ}(\text{ABS}(A3*A3-1)/(A3*A3-1))$
5. формула копируется в ячейки диапазона B4:B13.

Для построения диаграммы – графика:

1. выделить ячейки A3:B13. Вызвать **Мастер диаграмм**;
2. выбрать тип диаграмм – «точечная»;
3. указать подписи оси x; установить для них числовой формат с точностью 1 знак после запятой, выравнивание «снизу-вверх»;
4. проградировать ось y;
5. пометить маркерами точки, по которым строится график;
6. указать названия осей, название диаграммы и разместить их на нужные места, удалить легенду;
7. выделить линии сетки пунктиром.

Пример решения:

1. в ячейку B15 записывается формула $= (A13 - A3) * 0.1$, определяющая шаг;
2. вводятся исходные данные в ячейки табличного процессора MS Excel;
3. в ячейку A4 заносится формула $= A3 + B15$.
4. формула копируется в ячейки A5:A12;
5. в ячейку B3 заносится формула $= -\cos(\pi * A3) * \cos(\pi * A3) + \sqrt{\text{ABS}(A3 * A3 - 1) / (A3 * A3 - 1)}$
6. формула копируется в ячейки диапазона B4:B13;

Этапы построения диаграммы – графика:

1. выделить ячейки A3:B13.
2. запустить **Мастер диаграмм**;
3. выбрать тип диаграмм – «точечная»;
4. указать подписи оси x; установить для них числовой формат с точностью 1 знак,
5. установить выравнивание «снизу-вверх»;
6. проградировать ось y;
7. пометить маркерами точки, по которым строится график;
8. указать названия осей, название диаграммы и разместить их на нужные места, убрать легенду;
9. выделить линии сетки пунктиром;
10. определить экстремальные, т.е. как минимальные, так и максимальные, значения функции и соответствующие им значения аргумента.
11. средствами надстройки **Подбор параметра** уточнить численные значения аргумента, соответствующие экстремальным значениям функции

Оформление результатов

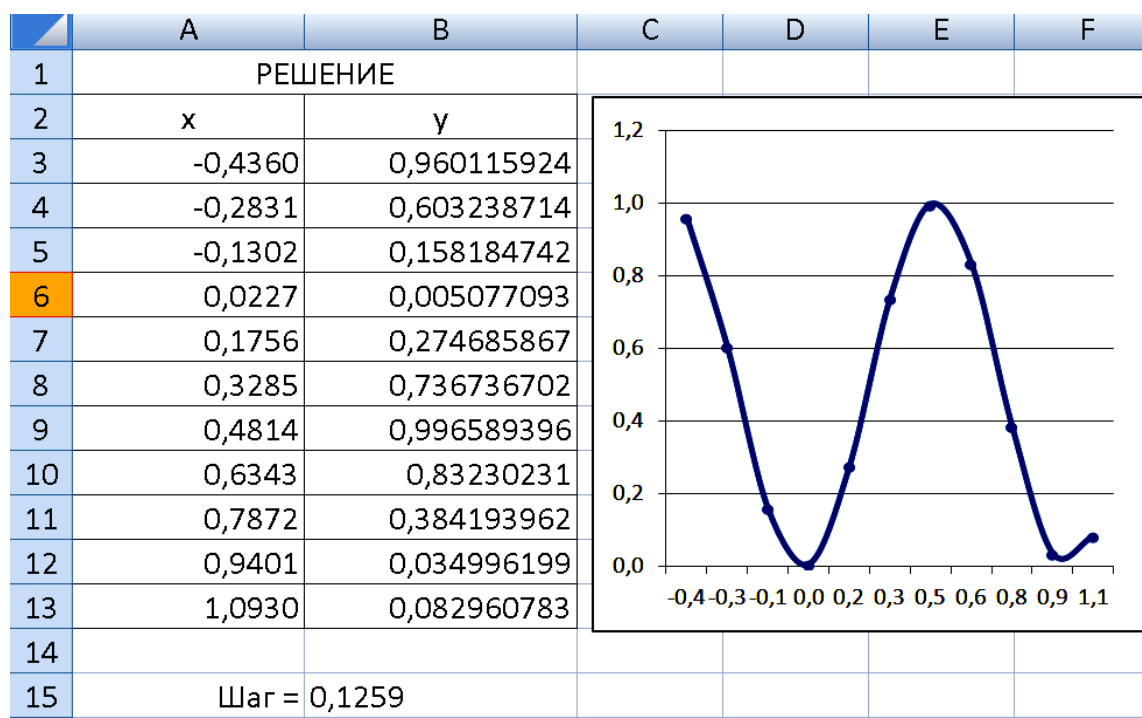


Рис. 5.1. Результаты решения

Оборудование

- Высокопроизводительный персональный компьютер с широкополосным доступом в общемировую сеть Интернет
- Стандартное программное обеспечение рабочего места
- Специализированные методо-ориентированные и проблемно-ориентированные программные пакеты
- Комплект мультимедийного оборудования для визуализации результатов моделирования и расчетов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная (ЭСБ)

1. **Советов, Б.Я., Цехановский, В.В.** Информационные технологии: теоретические основы: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 448 с. ISBN 978-5-8114-1912-8. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71733>

2. **Белов, В.В.** Алгоритмы и структуры данных: Учебник / Белов В.В., Чистякова В.И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 240 с.: 60x90 1/16. - (Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-25-6 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=766771>

3. **Петров, А.В.** Моделирование процессов и систем: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2015. – 288 с. ISBN 978-5-8114-1886-2. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68472>

4. **Бурнаева, Э.Г., Леора, С.Н.** Обработка и представление данных в MS Excel: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 160 с. ISBN 978-5-8114-1923-4. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71706>

Дополнительная (ЭБС)

1. **Попов, А.М., Сотников, В.М., Нагаева, В.И.** Информатика и математика: учебное пособие. – 1-е изд.– Изд-во «ЮНИТИ-ДАНА», 2012. – 302 с. ISBN 978-5-238-01396-1. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7039.html>

2. **Радаева, Я.Г.** Word 2010: Способы и методы создания профессионально оформленных документов: Учебное пособие / Я.Г. Радаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.: 70х100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91134-736-9, 500. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=402060>

3. **Нестеров, А.С.** Основы информационной безопасности: учебное пособие. – 2-е изд., стер. – Изд-во «Лань», 2016. – 324 с. ISBN 978-5-8114-2290-6. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/75515>

4. **Васильев, А.Н.** Числовые расчеты в Excel: справочник. – 1-е изд.– Изд-во «Лань», 2014. – 608 с. ISBN 978-5-8114-1580-9. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68464>

Тема 6. Нелинейное математическое программирование. OLAP-технологии сложного анализа данных

Для эффективного прогнозирования и планирования производственных процессов в сфере АПК в настоящее время применяют OLAP-системы (англ. OnLine Analytical Processing, аналитическая обработка в реальном времени), позволяющие осуществлять сложный анализ данных, в том числе моделирование, поиск и обработку данных на основе различных методов манипуляции с математическими моделями (статистическими, финансовыми, оптимизационными, имитационными).

Цель: сформировать практические навыки применения средств компьютерных технологий для анализа сложных процессов.

Постановка задачи: Задана нелинейная функция $f(x) = x^4 - 1,2x^3 + 3,5x^2 - 7x + 3$.

Требуется:

1. построить график функции $f(x)$ на заданном отрезке;
2. найти приближенные значения корней уравнения $f(x) = 0$;
3. определить с заданной точностью найденные значения корней.

Пример решения:

1. построить график $f(x)$ на отрезке локализации $[-4; 5]$ в виде точечной диаграммы (Рис. 6.1);
2. проградуировать ось значений таким образом, чтобы на графике отображались только те его части, где график пересекает ось x ;
3. используя средство **Подбор параметра**, найти на этом отрезке все корни уравнения $f(x) = 0$ с заданной точностью 0,00001.

Оформление результатов

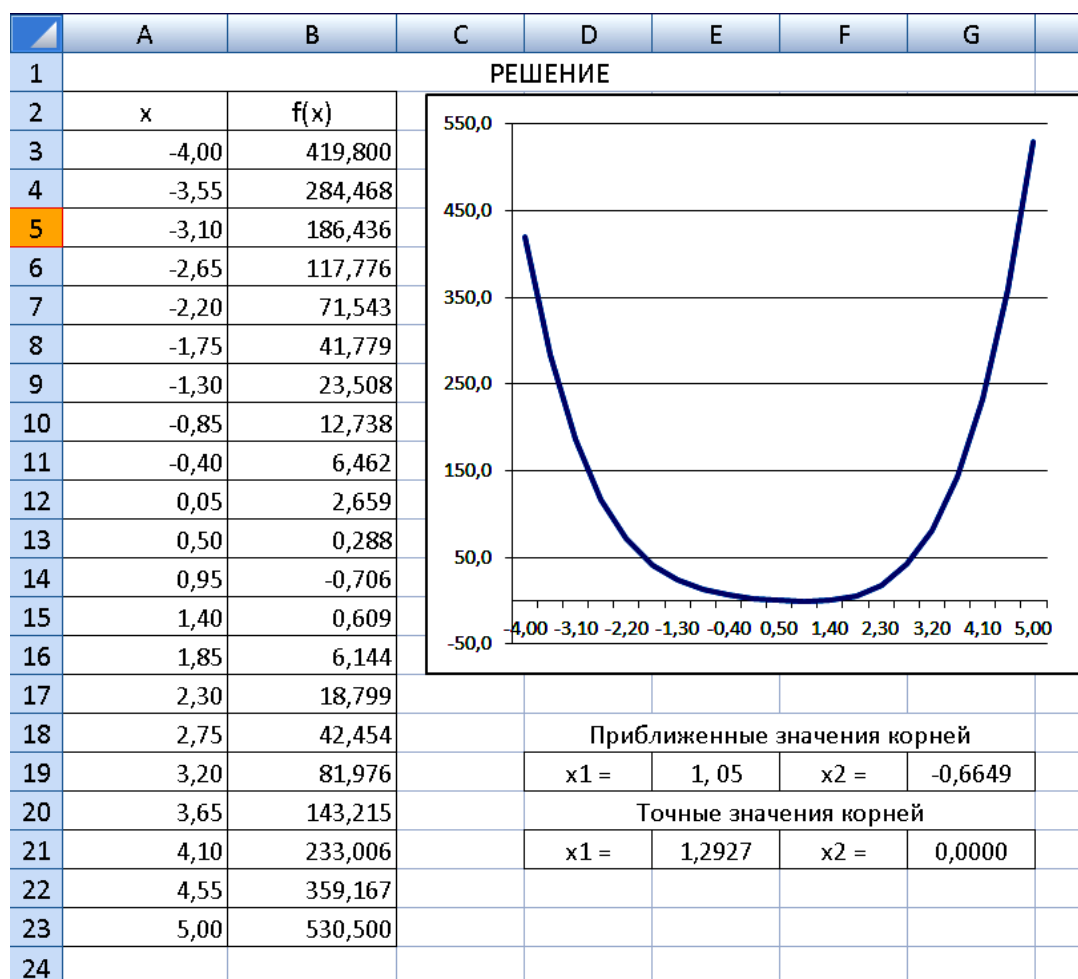


Рис. 6.1. Результаты решения

Оборудование

- Высокопроизводительный персональный компьютер с широкополосным доступом в общемировую сеть Интернет
- Стандартное программное обеспечение рабочего места
- Специализированные методо-ориентированные и проблемно-ориентированные программные пакеты
- Комплект мультимедийного оборудования для визуализации результатов моделирования и расчетов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная (ЭСБ)

1. **Советов, Б.Я., Цехановский, В.В.** Информационные технологии: теоретические основы: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 448 с. ISBN 978-5-8114-1912-8. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71733>

2. **Белов, В.В.** Алгоритмы и структуры данных: Учебник / Белов В.В., Чистякова В.И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 240 с.: 60х90 1/16. - (Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-25-6 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=766771>

3. **Петров, А.В.** Моделирование процессов и систем: учебное пособие. – 1-е изд.– Изд-во «Лань», 2015. – 288 с. ISBN 978-5-8114-1886-2. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68472>

4. **Бурнаева, Э.Г., Леора, С.Н.** Обработка и представление данных в MS Excel: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 160 с. ISBN 978-5-8114-1923-4. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71706>

Дополнительная (ЭБС)

1. **Попов, А.М., Сотников, В.М., Нагаева, В.И.** Информатика и математика: учебное пособие. – 1-е изд.– Изд-во «ЮНИТИ-ДАНА», 2012. – 302 с. ISBN 978-5-238-01396-1. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7039.html>

2. **Радаева, Я.Г.** Word 2010: Способы и методы создания профессионально оформленных документов: Учебное пособие / Я.Г. Радаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.: 70х100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91134-736-9, 500. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=402060>

3. **Нестеров, А.С.** Основы информационной безопасности: учебное пособие. – 2-е изд.. стер. – Изд-во «Лань», 2016. – 324 с. ISBN 978-5-8114-2290-6. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/75515>

4. **Васильев, А.Н.** Числовые расчеты в Excel: справочник. – 1-е изд.– Изд-во «Лань», 2014. – 608 с. ISBN 978-5-8114-1580-9. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68464>

Тема 7: Современные методы математического программирования и их приложения

Цель: сформировать практические навыки применения математического программирования для моделирования процессов в сфере АПК.

Постановка задачи: На ферме употребляются два вида кормов - Корм1 и Корм2. В единице массы Корма1 содержатся одна единица кормовой добавки А, единица добавки В и единица добавки С. В единице массы Корма2 содержатся четыре единицы А, две единицы В и не содержится С. В дневной рацион каждой птицы надо включить не менее единицы А, не менее четырех единиц В и не менее единицы С. Цена единицы массы корма 1 составляет 3 у.е., корма 2 - 2 у.е. (Таблица 1).

Требуется: составить ежедневный рацион кормления так, чтобы обеспечить его минимальную стоимость.

Таблица 1

Добавки	Содержание веществ в единице массы корма, ед.		Требуемое количество в смеси, ед.
	Корм 1	Корм 2	
А	1	4	1
В	1	2	4
С	1	-	1
Цена единицы массы корма, у.е	2	4	

Пример решения:

Решение поставленной задачи выполняется средствами надстройки «**Поиск решения**» табличного процессора MS Excel. Для этого следует ввести исходные данные и ограничения задачи в электронную таблицу:

	А	В	С
1		x1	x2
2	решение		
3	Питательные вещества	ограничения	ресурсы
4	А	=1*B2+4*C2	1
5	В	=1*B2+2*C2	4
6	С	=B2	1
7			
8	Целевая функция		
9	=3*B2+2*C2		

Рис. 7.1. Оформление исходных данных задачи на листе MS Excel

Затем необходимо выполнить команды **Данные, Поиск решения** и заполнить соответствующие поля диалогового окна «**Параметры поиска решения**»:

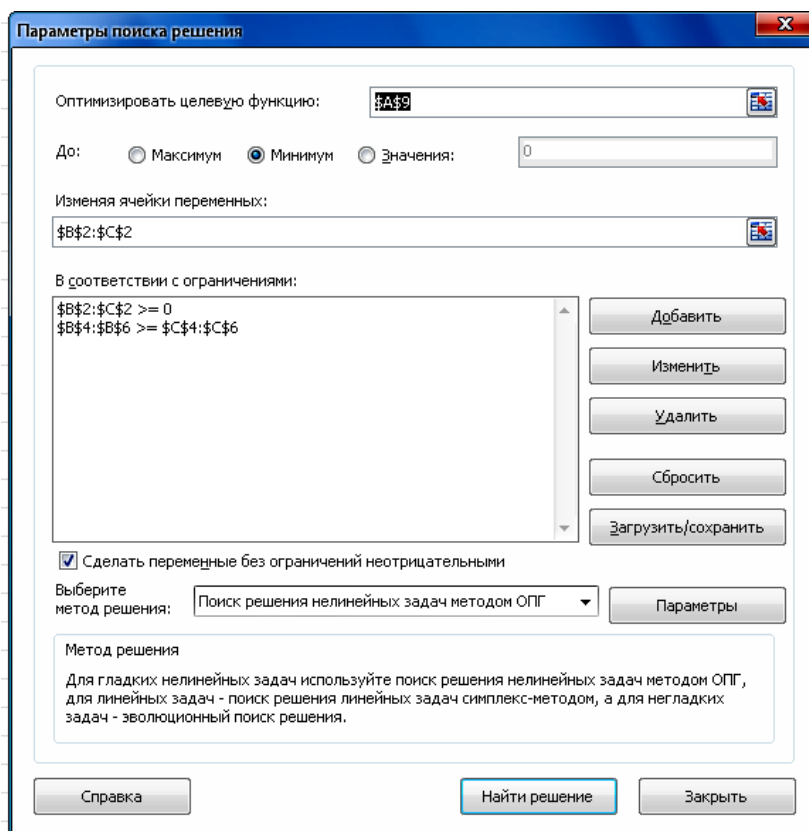


Рис. 7.2. Диалоговое окно «Параметры поиска решения»

Оформление результатов

	А	В	С
1		x1	x2
2	решение	1	1,5
3	Питательные вещества	ограничения	ресурсы
4	А	7	1
5	В	4	4
6	С	1	1
7			
8	Целевая функция		
9	6		

Рис. 7.3 Результаты решения задачи об оптимальном рационе

Оборудование

- Высокопроизводительный персональный компьютер с широкополосным доступом в общемировую сеть Интернет

- Стандартное программное обеспечение рабочего места
- Специализированные методо-ориентированные и проблемно-ориентированные программные пакеты
- Комплект мультимедийного оборудования для визуализации результатов моделирования и расчетов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная (ЭСБ)

1. **Советов, Б.Я., Цехановский, В.В.** Информационные технологии: теоретические основы: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 448 с. ISBN 978-5-8114-1912-8. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71733>

2. **Белов, В.В.** Алгоритмы и структуры данных: Учебник / Белов В.В., Чистякова В.И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 240 с.: 60х90 1/16. - (Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-25-6 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=766771>

3. **Петров, А.В.** Моделирование процессов и систем: учебное пособие. – 1-е изд.– Изд-во «Лань», 2015. – 288 с. ISBN 978-5-8114-1886-2. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68472>

4. **Бурнаева, Э.Г., Леора, С.Н.** Обработка и представление данных в MS Excel: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 160 с. ISBN 978-5-8114-1923-4. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71706>

Дополнительная (ЭБС)

1. **Попов, А.М., Сотников, В.М., Нагаева, В.И.** Информатика и математика: учебное пособие. – 1-е изд.– Изд-во «ЮНИТИ-ДАНА», 2012. – 302 с. ISBN 978-5-238-01396-1. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7039.html>

2. **Радаева, Я.Г.** Word 2010: Способы и методы создания профессионально оформленных документов: Учебное пособие / Я.Г. Радаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.: 70х100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91134-736-9, 500. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=402060>

3. **Нестеров, А.С.** Основы информационной безопасности: учебное пособие. – 2-е изд.. стер. – Изд-во «Лань», 2016. – 324 с. ISBN 978-5-8114-2290-6. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/75515>

4. **Васильев, А.Н.** Числовые расчеты в Excel: справочник. – 1-е изд.– Изд-во «Лань», 2014. – 608 с. ISBN 978-5-8114-1580-9. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68464>

Тема 8: Дисперсионный анализ

Цель: сформировать практические навыки применения дисперсионного анализа данных для моделирования процессов в сфере АПК.

Постановка задачи: Выяснить, существенно ли зависит динамика биомассы зообентоса от температуры на основании следующих данных (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Температурные зоны	Биомасса г/м ²			
Тепловодный канал	0,702	1,782	2,1	1,834
Холодноводный канал	23,519	16,808	22,757	
Неподогреваемые водоемы	18,838	10,050		

Требуется: средствами надстройки «Анализ данных» табличного процессора MS Excel проверить гипотезу о равенстве математических ожиданий, т.е. гипотезу о том, что на уровне значимости $\alpha = 0,05$ (с надежностью 0,95) различие в температуре не оказывает существенного влияния на биомассу зообентоса.

Пример решения

Решение поставленной задачи выполняется средствами надстройки «Анализ данных» табличного процессора MS Excel. Для этого следует ввести исходные данные в электронную таблицу (рис. 8.1) и установить необходимые параметры в диалоговом окне **Однофакторный дисперсионный анализ** (рис. 8.2)

	A	B	C	D	E
1		1	2	3	4
2	A1	0,702	1,782	2,1	1,834
3	A2	23,519	16,808	22,757	
4	A3	18,838	10,05		

Рис. 8.1. Исходные данные

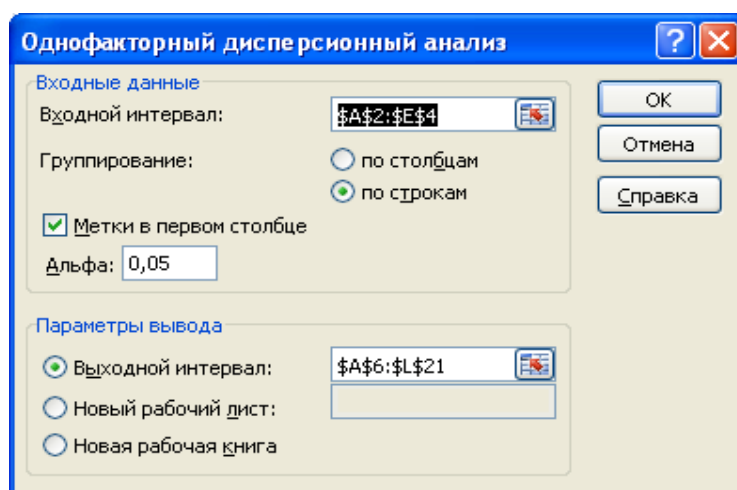


Рис. 8.2. Диалоговое окно **Однофакторный дисперсионный анализ**

Оформление результатов

Применение средства **Однофакторный дисперсионный анализ** дало следующие результаты (рис. 8.3)

	A	B	C	D	E	F	G
6	Однофакторный дисперсионный анализ						
7							
8	ИТОГИ						
9	Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия		
10	A1	4	6,418	1,6045	0,381401		
11	A2	3	63,084	21,028	13,501461		
12	A3	2	28,888	14,444	38,614472		
13							
14							
15	Дисперсионный анализ						
16	Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
17	Между группами	678,4649606	2	339,23248	30,48751038	0,000718977	5,14325285
18	Внутри групп	66,761597	6	11,1269328			
19							
20	Итого	745,2265576	8				

Рис. 8.3. Результаты работы средства **Однофакторный дисперсионный анализ**

В столбце $F_{\text{критическое}}$ расположено критическое значение F , рассчитываемое по числу степеней свободы и величине уровня значимости $\alpha = 0,05$.

Значения F и $F_{\text{критическое}}$ рассчитываются на основе критерий Фишера – Снедекора. Если значение F больше $F_{\text{критическое}}$, то можно утверждать, что различия между группами данных носят неслучайный характер, с надежностью 0,95 нулевая гипотеза должна быть отвергнута и принимается альтернатива: различие между температурными зонами оказывает существенное влияние на биомассу.

Оборудование

- Высокопроизводительный персональный компьютер с широкополосным доступом в общемировую сеть Интернет
- Стандартное программное обеспечение рабочего места
- Специализированные методо-ориентированные и проблемно-ориентированные программные пакеты
- Комплект мультимедийного оборудования для визуализации результатов моделирования и расчетов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная (ЭСБ)

1. **Советов, Б.Я., Цехановский, В.В.** Информационные технологии: теоретические основы: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 448 с. ISBN 978-5-8114-1912-8. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71733>

2. **Белов, В.В.** Алгоритмы и структуры данных: Учебник / Белов В.В., Чистякова В.И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 240 с.: 60х90 1/16. - (Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-25-6 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=766771>

3. **Петров, А.В.** Моделирование процессов и систем: учебное пособие. – 1-е изд.– Изд-во «Лань», 2015. – 288 с. ISBN 978-5-8114-1886-2. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68472>

4. **Бурнаева, Э.Г., Леора, С.Н.** Обработка и представление данных в MS Excel: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 160 с. ISBN 978-5-8114-1923-4. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71706>

Дополнительная (ЭБС)

1. **Попов, А.М., Сотников, В.М., Нагаева, В.И.** Информатика и математика: учебное пособие. – 1-е изд.– Изд-во «ЮНИТИ-ДАНА», 2012. – 302 с. ISBN 978-5-238-01396-1. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7039.html>

2. **Радаева, Я.Г.** Word 2010: Способы и методы создания профессионально оформленных документов: Учебное пособие / Я.Г. Радаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.: 70х100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91134-736-9, 500. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=402060>

3. **Нестеров, А.С.** Основы информационной безопасности: учебное пособие. – 2-е изд.. стер. – Изд-во «Лань», 2016. – 324 с. ISBN 978-5-8114-2290-6. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/75515>

4. **Васильев, А.Н.** Числовые расчеты в Excel: справочник. – 1-е изд.– Изд-во «Лань», 2014. – 608 с. ISBN 978-5-8114-1580-9. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68464>

Тема 9. Автоматизация обработки данных в электронных таблицах

Цель: Сформировать навыки автоматизации анализа и обработки числовой или текстовой информации при подготовке данных для систем математического моделирования.

Постановка задачи: используя встроенные функции табличного процессора MS Excel автоматизировать ввод в блоки ячеек длинных последовательностей или прогрессий числовых или символьных данных и поиск элементов массивов данных, удовлетворяющих заданному условию.

Требуется: определить местоположение максимального или минимального элемента большого двумерного массива числовых данных.

Пример решения:

Таблица 9.1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	1	23	22	1	32	26	76	96	15	64	53
3	2	85	97	67	58	70	49	25	77	31	94
4	3	77	84	10	97	33	73	10	40	15	15
5	4	8	52	42	6	52	52	97	41	34	52
6	5	51	87	96	58	72	50	33	50	20	1
7	6	28	19	42	86	90	72	11	6	25	24
8	7	62	79	15	26	53	90	59	65	95	11
9	8	89	77	72	83	59	80	10	60	84	33
10	9	32	46	6	83	31	20	28	24	45	42
11	10	40	50	25	18	95	38	23	68	50	39
12											

Рис. 9.1. Таблица исходных данных

В частичном столбце A2:A11 средством **Автозаполнение числами** записать натуральный ряд чисел от 1 до 10. В частичной строке B1:K1 выполнить такую же операцию. В ячейку B2 записать формулу **ОТБР(СЛЧИС()*100)**. Формулу в ячейке B2 распространить на диапазон B2:K11 (10*10). В ячейке B13 с использованием функции **МАКС** найти максимальное значение в частичном столбце B2:B11. В ячейке B14 с помощью функции **ПОИСКПОЗ** определить номер строки в матрице с максимальным значением в столбце B. Выполнить аналогичные действия для ячеек C13 и C14 и т.д. до столбца K. В ячейке L13 найти максимальное значение в частичной строке B13:K13. В ячейке L14 найти положение максимума в строке 14 (т.е. в диапазоне B13:K13). В ячейке G15 записать формулу = L14. В ячейке G16 записать формулу = **ГПР**(L13; B13:K14; 2; ЛОЖЬ).

Поиск минимального элемента выполняется аналогичным образом с заменой встроенной функции **МАКС** в ячейке B13 на функцию **МИН**.

Оформление результатов

Таблица 9.1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2	1	23	22	1	32	26	76	96	15	64	53	
3	2	85	97	67	58	70	49	25	77	31	94	
4	3	77	84	10	97	33	73	10	40	15	15	
5	4	8	52	42	6	52	52	97	41	34	52	
6	5	51	87	96	58	72	50	33	50	20	1	
7	6	28	19	42	86	90	72	11	6	25	24	
8	7	62	79	15	26	53	90	59	65	95	11	
9	8	89	77	72	83	59	80	10	60	84	33	
10	9	32	46	6	83	31	20	28	24	45	42	
11	10	40	50	25	18	95	38	23	68	50	39	
12												
13		89	97	96	97	95	90	97	77	95	94	97
14		8	2	5	3	10	7	4	2	7	2	2
15		Максимум находится				в столбце №	2					
16						в строке №	2					
17												

Рис. 9.2. Определение местоположения максимального элемента таблицы

Оборудование

- Высокопроизводительный персональный компьютер с широкополосным доступом в общемировую сеть Интернет
- Стандартное программное обеспечение рабочего места
- Специализированные методо-ориентированные и проблемно-ориентированные программные пакеты
- Комплект мультимедийного оборудования для визуализации результатов моделирования и расчетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная (ЭСБ)

1. **Советов, Б.Я., Цехановский, В.В.** Информационные технологии: теоретические основы: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 448 с. ISBN 978-5-8114-1912-8. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71733>

2. **Белов, В.В.** Алгоритмы и структуры данных: Учебник / Белов В.В., Чистякова В.И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 240 с.: 60х90 1/16. - (Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-25-6 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=766771>

3. **Петров, А.В.** Моделирование процессов и систем: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2015. – 288 с. ISBN 978-5-8114-1886-2. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68472>

4. **Бурнаева, Э.Г., Леора, С.Н.** Обработка и представление данных в MS Excel: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 160 с. ISBN 978-5-8114-1923-4. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71706>

Дополнительная (ЭБС)

1. **Попов, А.М., Сотников, В.М., Нагаева, В.И.** Информатика и математика: учебное пособие. – 1-е изд.– Изд-во «ЮНИТИ-ДАНА», 2012. – 302 с. ISBN 978-5-238-01396-1. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7039.html>

2. **Радаева, Я.Г.** Word 2010: Способы и методы создания профессионально оформленных документов: Учебное пособие / Я.Г. Радаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.: 70x100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91134-736-9, 500. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=402060>

3. **Нестеров, А.С.** Основы информационной безопасности: учебное пособие. – 2-е изд.. стер. – Изд-во «Лань», 2016. – 324 с. ISBN 978-5-8114-2290-6. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/75515>

4. **Васильев, А.Н.** Числовые расчеты в Excel: справочник. – 1-е изд.– Изд-во «Лань», 2014. – 608 с. ISBN 978-5-8114-1580-9. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68464>

Тема 10. Управление данными. Формирование отчетов

Цель: Сформировать навыки быстрого и точного формирования отчетов по большим наборам данных, получаемым в результате анализа и моделирования.

Постановка задачи: используя средства табличного процессора MS Excel и встроенные функции автоматизировать процессы поиска, сортировки, фильтрации и формирования отчетов результатов анализа и моделирования.

Требуется: провести фильтрацию табличных данных по заданным критериям и автоматическое формирование отчета по ним.

Пример решения:

Таблица 10.1

	А	В	С	Д	Е
1	Нормированный объем продаж			15 000,00р.	
2	Обычная ставка			5,25%	
3	Премияльная ставка			6,25%	
4	Менеджер	Год	Объем продаж	Комиссионные	
5	Иванов М.П.	1999	13 580,0р.	712,95р.	
6	Иванов М.П.	2000	17 560,0р.	1 097,50р.	
7	Петров С.Д.	1999	19 500,0р.	1 218,75р.	
8	Петров С.Д.	2000	14 555,0р.	764,14р.	
9	Сидоров А.Г.	1999	23 800,0р.	1 487,50р.	
10	Сидоров А.Г.	2000	25 000,0р.	1 562,50р.	
11	Федотов А.Н.	1999	10 100,0р.	530,25р.	
12	Федотов А.Н.	2000	13 200,0р.	693,00р.	
13					

Рис. 10.1. Исходные данные

1. Прежде всего необходимо выделить диапазон ячеек A4:D12 и выполнить команду **Данные – Итоги**. Открыть диалоговое окно **Промежуточные итоги**.

2. Щелкнуть по стрелке текстового поля **При каждом изменении в** и в появившемся списке выделить строку **Менеджер**. Этим будет подводиться итог по каждому менеджеру.

3. В поле Операция установить значение **Сумма**.

4. Убедиться, что в поле **Добавить итоги по** флажок установлен только в чек-боксе напротив строки **Комиссионные**. Для этого, возможно, потребуется прокрутить весь список.

5. Проследить, чтобы были установлены флажки в чек-боксах **Заменить текущие итоги** и **Итоги под данными**, и щелкнуть кнопку ОК.

Замечание: Перед использованием команды **Итоги** следует провести сортировку данных, чтобы быть уверенными, что сведения о промежуточных итогах появятся в соответствующих местах рабочего листа.

В результате получаем таблицу итоговых значений комиссионных каждого менеджера

Оформление результатов

Таблица 10.2

	А	В	С	Д	Е
1	Нормированный объем продаж			15 000,00р.	
2	Обычная ставка			5,25%	
3	Премияльная ставка			6,25%	
4	Менеджер	Год	Объем продаж	Комиссионные	
5	Иванов М.П.	1999	13 580,0р.	712,95р.	
6	Иванов М.П.	2000	17 560,0р.	1 097,50р.	
7	Иванов М.П. Итог			1 810,45р.	
8	Петров С.Д.	1999	19 500,0р.	1 218,75р.	
9	Петров С.Д.	2000	14 555,0р.	764,14р.	
10	Петров С.Д. Итог			1 982,89р.	
11	Сидоров А.Г.	1999	23 800,0р.	1 487,50р.	
12	Сидоров А.Г.	2000	25 000,0р.	1 562,50р.	
13	Сидоров А.Г. Итог			3 050,00р.	
14	Федотов А.Н.	1999	10 100,0р.	530,25р.	
15	Федотов А.Н.	2000	13 200,0р.	693,00р.	
16	Федотов А.Н. Итог			1 223,25р.	
17	Общий итог			8 066,59р.	
18					

Рис. 10.2. Результат применения команды **Итоги**

Оборудование

- Высокопроизводительный персональный компьютер с широкополосным доступом в общемировую сеть Интернет
- Стандартное программное обеспечение рабочего места
- Специализированные методо-ориентированные и проблемно-ориентированные программные пакеты
- Комплект мультимедийного оборудования для визуализации результатов моделирования и расчетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная (ЭСБ)

1. **Советов, Б.Я., Цехановский, В.В.** Информационные технологии: теоретические основы: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 448 с. ISBN 978-5-8114-1912-8. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71733>
2. **Белов, В.В.** Алгоритмы и структуры данных: Учебник / Белов В.В., Чистякова В.И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 240 с.: 60х90 1/16. - (Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-25-6 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=766771>
3. **Петров, А.В.** Моделирование процессов и систем: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2015. – 288 с. ISBN 978-5-8114-1886-2. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68472>
4. **Бурнаева, Э.Г., Леора, С.Н.** Обработка и представление данных в MS Excel: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 160 с. ISBN 978-5-8114-1923-4. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71706>

Дополнительная (ЭБС)

1. **Попов, А.М., Сотников, В.М., Нагаева, В.И.** Информатика и математика: учебное пособие. – 1-е изд.– Изд-во «ЮНИТИ-ДАНА», 2012. – 302 с. ISBN 978-5-238-01396-1. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7039.html>

2. **Радаева, Я.Г.** Word 2010: Способы и методы создания профессионально оформленных документов: Учебное пособие / Я.Г. Радаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.: 70х100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91134-736-9, 500. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=402060>

3. **Нестеров, А.С.** Основы информационной безопасности: учебное пособие. – 2-е изд.. стер. – Изд-во «Лань», 2016. – 324 с. ISBN 978-5-8114-2290-6. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/75515>

4. **Васильев, А.Н.** Числовые расчеты в Excel: справочник. – 1-е изд.– Изд-во «Лань», 2014. – 608 с. ISBN 978-5-8114-1580-9. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68464>

Тема 11. Структурирование данных на рабочих листах

Цель: Расширить навыки работы с функциями управления списками (базами данных) в табличном процессоре MS Excel.

Постановка задачи: с помощью встроенных функций MS Excel по управлению базами данных выполнить структурирование рабочего листа и обеспечить отображение информации с различным уровнем детализации.

Требуется: автоматически структурировать рабочий лист с данными из Таблицы 10.1 Темы 10 с возможностью группировки взаимосвязанных данных и создания вложенных промежуточных итогов.

Пример решения:

Для создания структуры необходимо выполнить следующие операции:

1. В таблице 10.2 из Темы 10 выделить диапазон данных A4:D17.
2. Выполнить команды **Данные – Группа и Структура – Создание структуры**. Создастся структура листа (Рис. 11.1).
3. Выделить столбцы B:C. Выполнить команду **Данные — Группа и Структура – Группировать**. Создастся двухуровневая горизонтальная структура, которая позволит скрывать (отображать) данные столбцов B:C.

Замечание. Для автоматического создания структуры листа необходимо, чтобы формулы подведения итогов находились справа или снизу от данных. Эти формулы будут определять количество уровней и ориентацию структуры листа

Таблица 11.1

1	2	3	А	В	С	Д
	1		Нормированный объем продаж			15 000,00р.
	2		Обычная ставка			5,25%
	3		Премияльная ставка			6,25%
	4		Менеджер	Год	Объем продаж	Комиссионные
	5	•	Иванов М.П. Итог			1 810,45р.
	6	•	Петров С.Д. Итог			1 982,89р.
	7	–	Сидоров А.Г. Итог			3 050,00р.
	8	•	Федотов А.Н. Итог			1 223,25р.
	9	•	Общий итог			8 066,59р.
	10	–				

Рис. 11.1. Данные второго структурного уровня рабочего листа

Детали структурированных листов можно скрывать и отображать, щелкая по пронумерованным кнопкам уровней структуры. Так, чтобы отобразить первый уровень, нужно щелкнуть по кнопке с номером 1, второй уровень — по кнопке с номером 2 и т.д.

Однако скрывать и показывать можно только целые уровни. Чтобы обрабатывать отдельные части уровней нужно использовать кнопки Показа (кнопки со знаком плюс, например, напротив строки **Иванов Ф.В. Итого**) и кнопки Скрытия (кнопки со знаком минус, например, напротив строки **Общий итог**). Например, если щелкнуть по кнопке

Показа напротив строки **Иванов Ф.В. Итого**, то рабочий лист примет вид (см. рис. 11.2):

Оформление результатов

Таблица 11.2

1	2	3		А	В	С	Д
			1	Нормированный объем продаж			15 000,00р.
			2	Обычная ставка			5,25%
			3	Премияльная ставка			6,25%
			4	Менеджер	Год	Объем продаж	Комиссионные
			5	Иванов М.П.	1999	13 580,0р.	712,95р.
			6	Иванов М.П.	2000	17 560,0р.	1 097,50р.
			7	Иванов М.П. Итого			1 810,45р.
			10	Петров С.Д. Итого			1 982,89р.
			13	Сидоров А.Г. Итого			3 050,00р.
			16	Федотов А.Н. Итого			1 223,25р.
			17	Общий итог			8 066,59р.

Рис. 11.2. Использование кнопок показа/скрытия структуры

Оборудование

- Высокопроизводительный персональный компьютер с широкополосным доступом в общемировую сеть Интернет
- Стандартное программное обеспечение рабочего места
- Специализированные методо-ориентированные и проблемно-ориентированные программные пакеты
- Комплект мультимедийного оборудования для визуализации результатов моделирования и расчетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная (ЭСБ)

1. **Советов, Б.Я., Цехановский, В.В.** Информационные технологии: теоретические основы: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 448 с. ISBN 978-5-8114-1912-8. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71733>

2. **Белов, В.В.** Алгоритмы и структуры данных: Учебник / Белов В.В., Чистякова В.И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 240 с.: 60х90 1/16. - (Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-25-6 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=766771>

3. **Петров, А.В.** Моделирование процессов и систем: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2015. – 288 с. ISBN 978-5-8114-1886-2. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68472>

4. **Бурнаева, Э.Г., Леора, С.Н.** Обработка и представление данных в MS Excel: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 160 с. ISBN 978-5-8114-1923-4. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71706>

Дополнительная (ЭБС)

1. **Попов, А.М., Сотников, В.М., Нагаева, В.И.** Информатика и математика: учебное пособие. – 1-е изд.– Изд-во «ЮНИТИ-ДАНА», 2012. – 302 с. ISBN 978-5-238-01396-1. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7039.html>

2. **Радаева, Я.Г.** Word 2010: Способы и методы создания профессионально оформленных документов: Учебное пособие / Я.Г. Радаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.: 70x100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91134-736-9, 500. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=402060>

3. **Нестеров, А.С.** Основы информационной безопасности: учебное пособие. – 2-е изд.. стер. – Изд-во «Лань», 2016. – 324 с. ISBN 978-5-8114-2290-6. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/75515>

4. **Васильев, А.Н.** Числовые расчеты в Excel: справочник. – 1-е изд.– Изд-во «Лань», 2014. – 608 с. ISBN 978-5-8114-1580-9. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68464>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Советов, Б.Я., Цехановский, В.В.** Информационные технологии: теоретические основы: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 448 с. ISBN 978-5-8114-1912-8. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71733>
2. **Белов, В.В.** Алгоритмы и структуры данных: Учебник / Белов В.В., Чистякова В.И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 240 с.: 60х90 1/16. - (Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-25-6 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=766771>
3. **Петров, А.В.** Моделирование процессов и систем: учебное пособие. – 1-е изд.– Изд-во «Лань», 2015. – 288 с. ISBN 978-5-8114-1886-2. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68472>
4. **Бурнаева, Э.Г., Леора, С.Н.** Обработка и представление данных в MS Excel: учебное пособие. – 1-е изд. – Изд-во «Лань», 2016. – 160 с. ISBN 978-5-8114-1923-4. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/71706>
5. **Попов, А.М., Сотников, В.М., Нагаева, В.И.** Информатика и математика: учебное пособие. – 1-е изд.– Изд-во «ЮНИТИ-ДАНА», 2012. – 302 с. ISBN 978-5-238-01396-1. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7039.html>
6. **Радаева, Я.Г.** Word 2010: Способы и методы создания профессионально оформленных документов: Учебное пособие / Я.Г. Радаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.: 70х100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91134-736-9, 500. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=402060>
7. **Нестеров, А.С.** Основы информационной безопасности: учебное пособие. – 2-е изд.. стер. – Изд-во «Лань», 2016. – 324 с. ISBN 978-5-8114-2290-6. Режим доступа: <http://elanbook.com/book/75515>
8. **Васильев, А.Н.** Числовые расчеты в Excel: справочник. – 1-е изд.– Изд-во «Лань», 2014. – 608 с. ISBN 978-5-8114-1580-9. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68464>

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Тема 1. Программные средства моделирования. Анализ и визуализация данных	4
1.1. Цель работы	4
1.2. Постановка задачи	4
1.3. Пример решения	4
1.4. Оформление результатов	4
Оборудование	6
Список литературы	6
Тема 2. Программная реализация симплекс-метода. Моделирование процессов управления компонентами производства	7
2.1. Цель работы	7
2.2. Постановка задачи	7
2.3. Пример решения	7
2.4. Оформление результатов	8
Оборудование	9
Список литературы	9
Тема 3. Классические и неклассические методы оптимизации. Информационная поддержка математического моделирования	10
3.1. Цель работы	10
3.2. Постановка задачи	10
3.3. Пример решения	10
3.4. Оформление результатов	11
Оборудование	11
Список литературы	12
Тема 4. Прогнозирование на основе регрессионных моделей	13
4.1. Цель работы	13
4.2. Постановка задачи	13
4.3. Пример решения	13
4.4. Оформление результатов	14
Оборудование	15
Список литературы	15
Тема 5. Современные методы оптимального планирования и распределения ресурсов в сфере производства продуктов	16
5.1. Цель работы	16
5.2. Постановка задачи	16
5.3. Пример решения	17
5.4. Оформление результатов	18
Оборудование	18
Список литературы	18
Тема 6. Нелинейное математическое программирование. OLAP-технологии сложного анализа данных	19
6.1. Цель работы	19
6.2. Постановка задачи	19

6.3. Пример решения	19
6.4. Оформление результатов	20
Оборудование	20
Список литературы	21
Тема 7. Современные методы математического программирования и их приложения	22
7.1. Цель работы	22
7.2. Постановка задачи	22
7.3. Пример решения	22
7.4. Оформление результатов	23
Оборудование	24
Список литературы	24
Тема 8. Дисперсионный анализ	25
8.1. Цель работы	25
8.2. Постановка задачи	25
8.3. Пример решения	25
8.4. Оформление результатов	26
Оборудование	26
Список литературы	27
Тема 9. Автоматизация обработки данных в электронных таблицах	28
9.1. Цель работы	28
9.2. Постановка задачи	28
9.3. Пример решения	28
9.4. Оформление результатов	29
Оборудование	29
Список литературы	29
Тема 10. Управление данными. Формирование отчетов	30
10.1. Цель работы	30
10.2. Постановка задачи	30
10.3. Пример решения	30
10.4. Оформление результатов	31
Оборудование	31
Список литературы	31
Тема 11. Структурирование данных на рабочих листах	32
11.1. Цель работы	32
11.2. Постановка задачи	32
11.3. Пример решения	32
11.4. Оформление результатов	33
Оборудование	33
Список литературы	33
Библиографический список	34
Содержание	35