

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
/Ткачев С.И./  
«15» 06 2018 г.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Дисциплина	<b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ</b>
Направление подготовки	<b>35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции</b>
Профиль подготовки	<b>Технологии пищевых производств в АПК</b>
Квалификация (степень) выпускника	<b>Бакалавр</b>
Нормативный срок обучения	<b>4 года</b>
Кафедра-разработчик	<b>Экономическая кибернетика</b>
Ведущий преподаватель	<b>Розанов А.В., доцент</b>

Разработчик: доцент, Розанов А.В.

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

**Методические указания по выполнению самостоятельной работы** по учебной дисциплине «Математическое моделирование технологических процессов» разработаны на основе федерального государственного образовательного стандарта для направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции / Сост. А.В. Розанов // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». - Саратов, 2017, - 37 с.

Методические указания по выполнению самостоятельной работы по учебной дисциплине «Математическое моделирование технологических процессов» составлены в соответствии с рабочей программой и предназначены для обучающихся направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Они содержат вопросы, примеры и задания для самостоятельной работы на контактных практических занятиях и вне аудитории. Позволяют обучающимся выработать навыки использования математического моделирования и передовых компьютерных технологий при решении научно-исследовательских и практических задач с использованием современной аппаратуры, пакетов специализированных прикладных программ и информационных ресурсов сети Интернет в перспективных направлениях технологии пищевых производств в АПК.

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Введение.....	4
1.1.	Виды самостоятельных работ .....	5
1.2.	Критерии оценки самостоятельной работы .....	6
2.	Темы, выносимые на самостоятельное изучение .....	9
2.1.	Тема 1.....	9
2.2.	Тема 2.....	12
2.3.	Тема 3.....	20
2.4.	Тема 4.....	24
2.5.	Тема 5.....	28
2.6.	Тема 6.....	32
3.	Литература.....	37

## 1. Введение

В связи с введением в образовательный процесс нового Федерального государственного образовательного стандарта все более актуальной становится задача организации самостоятельной работы. Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя, но по его заданиям и под его контролем.

Самостоятельная работа (СРС) является одной из основных форм работы при реализации учебных планов и программ. По дисциплине «Математическое моделирование технологических процессов» применяются следующие виды и формы самостоятельной работы:

- отработка изучаемого материала по печатным и электронным источникам;
- изучение лекционного материала по конспекту с использованием рекомендованной литературы;
- написание конспекта из первоисточника;
- выполнение лабораторно-практических работ и оформление отчётов;
- выполнение индивидуальных расчетов;
- подготовка информационных сообщений, докладов с компьютерной презентацией, рефератов.

Самостоятельная работа может проходить в учебной аудитории, в компьютерном классе свободного доступа, в библиотеке, дома.

Целью самостоятельной работы является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Обучающийся в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Обучающемуся предоставляется возможность работать во время учебы более самостоятельно, чем учащемуся в средней общеобразовательной школе. Обучающийся должен уметь планировать и выполнять свою работу.

Максимальное количество часов на дисциплину, предусмотренное учебным планом, составляет 108 часов, в том числе:

- обязательная контактная нагрузка обучающегося составляет 48 часов;
- самостоятельная работа обучающегося - 60 часов.

Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося и определяется учебным планом.

При определении содержания самостоятельной работы следует учитывать их уровень самостоятельности и требования к уровню самостоятельности для того, чтобы за период обучения искомый уровень был достигнут. Для организации самостоятельной работы необходимы следующие условия:

- готовность к самостоятельному труду;
- наличие и доступность необходимого учебно-методического и справочного материала;
- консультационная помощь.

Формы самостоятельной работы определяются при разработке рабочих программ учебных дисциплин содержанием учебной дисциплины, с учетом степени подготовленности обучающихся. В качестве форм и методов контроля самостоятельной работы используются семинарские и практические занятия, зачеты, тестирование, самоотчеты, контрольные работы и другие.

## 1.1. Виды самостоятельных работ

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- контактная;
- внеаудиторная.

Контактная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Содержание внеаудиторной самостоятельной работы определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно рабочей программе учебной дисциплины.

Основными видами самостоятельной работы без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- подготовка к лабораторно-практическим работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведение типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов.

Основными видами самостоятельной работы с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- коллоквиум как форма контроля освоения теоретического содержания дисциплин: (в часы консультаций, предусмотренных учебным планом);
- прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий);
- выполнение учебно-исследовательской работы (УИРС).

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Контроль результатов самостоятельной работы может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные контактные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме или в форме компьютерного тестирования

Перед выполнением самостоятельной работы преподаватель проводит инструктаж по выполнению задания, который включает цель задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает обучающихся о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания.

## 1.2. Критерии оценки самостоятельной работы

Качество выполнения внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся оценивается посредством текущего контроля самостоятельной работы. Текущий контроль СРС – это форма планомерного контроля качества и объема приобретаемых обучаю-

щимися компетенций в процессе изучения дисциплины, проводится на практических и семинарских занятиях и во время консультаций преподавателя.

При выполнении самостоятельных работ обучающийся демонстрирует:

- **знания:** основных методов и моделей математического моделирования и оптимизации технологических процессов, технические и программные средства реализации информационных процессов, локальные и глобальные компьютерные сети;

- **умения:** применять компьютер как средство математического моделирования при проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности, использовать перспективные информационно-коммуникационные технологии;

- **владение навыками:** построения математических моделей, определяющих производственную, экономическую и социальную эффективность технологических процессов по производству и переработке сельскохозяйственной продукции на базе стандартных пакетов прикладных программ.

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: - знание основ системного анализа информационных систем, используемых для моделирования пищевых производств, тенденций и практики их применения, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; - умение обосновывать перспективные направления развития технологии пищевых производств, используя современные методы и показатели; - успешное и системное владение навыками применения современных компьютерных технологий при решении научно-исследовательских и производственных задач на базе стандартных пакетов прикладных программ
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует: - знание основ системного анализа информационных систем, используемых для моделирования пищевых производств, тенденций и практики их применения, - в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы; умение обосновывать перспективные направления развития пищевых производств, используя современные методы и показатели; - в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками применения современных компьютерных технологий при решении научно-исследовательских и производственных задач на базе стандартных пакетов прикладных программ

<b>удовлетворительно</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала;</li> <li>- в целом успешное, но не системное умение обосновывать перспективные направления развития пищевых производств, используя современные методы и показатели;</li> <li>- в целом успешное, но не системное владение навыками применения современных компьютерных технологий при решении научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры</li> </ul>
<b>неудовлетворительно</b>	<p>обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в основах системного анализа информационных систем, используемых для моделирования пищевых производств, тенденций и практики их применения, не знает практику применения, допускает существенные ошибки;</li> <li>- не умеет использовать методы и приемы обоснования перспективных направлений развития пищевых производств, используя современные методы и показатели; допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено;</li> <li>- обучающийся не владеет навыками применения современных компьютерных технологий при моделировании пищевых производств, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой дисциплины не выполнено</li> </ul>

В качестве теоретического аспекта выполнения самостоятельной работы обучающимся учебным планом по курсу предусмотрено выполнение доклада, который в полной мере раскрывает творческий подход обучающихся к самостоятельной проработке нового материала, позволяет оценить степень готовности учащихся к самостоятельному выбору актуальных проблем в сфере своей будущей профессиональной деятельности. Данный вид творческой работы позволяет обучающимся овладеть навыками систематизации материала, развивает умение конкретизировать и обобщать проблемы и перспективы развития технологии пищевых производств в АПК.

При подготовке доклада рекомендуется следовать следующим требованиям:

- обучающийся должен систематизировать и структурировать материал;
- делать обобщения и сопоставления различных точек зрения по рассматриваемому вопросу;
- делать и аргументировать основные выводы по рассматриваемой проблеме.

### **Критерии оценки доклада**

При подготовке устного доклада обучающийся демонстрирует:

- **знания:** основных понятий проблемы доклада;

- **умения:** систематизировать и структурировать материал; делать обобщения и сопоставления различных точек зрения по рассматриваемому вопросу, делать и аргументировать основные выводы

### Критерии оценки устного доклада

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: - знание материала (материал систематизирован и структурирован; сделаны обобщения и сопоставления различных точек зрения по рассматриваемому вопросу, сделаны и аргументированы основные выводы, отчетливо видна самостоятельность суждений, основные понятия проблемы изложены полно и глубоко) - грамотность и культура изложения; - дает правильные ответы на вопросы аудитории при презентации доклада
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует: - знание материала (материал систематизирован и структурирован; сделаны обобщения и сопоставления различных точек зрения по рассматриваемому вопросу, сделаны и аргументированы основные выводы) - дает неточные ответы на вопросы аудитории при презентации доклада
<b>удовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: - неполное знание материала (в материале представлена одна точка зрения, отсутствует самостоятельность суждений) - не отвечает на вопросы аудитории при презентации доклада
<b>неудовлетворительно</b>	обучающийся: - не выполнил доклад

## 2. Темы, выносимые на самостоятельное изучение

### 2.1. Тема 1

#### «Применение современных информационных технологий для анализа данных математического моделирования» (4 часа)

**Цель:** сформировать практические навыки применения средств передовых компьютерных технологий для анализа данных в процессе математического моделирования и обработки больших объемов данных.

#### Вопросы для самостоятельного изучения

1. Информационные технологии анализа больших и сверхбольших объемов данных
2. Компьютерные системы поддержки принятия эффективных управленческих решений
3. Системы обработки слабоструктурированных и неструктурированных данных

#### Методические рекомендации

Для эффективного прогнозирования и планирования научных исследований и процессов в сфере производства продуктов питания из растительного сырья в настоящее время применяют OLAP-системы, 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).

При подготовке ответа на первый вопрос следует обратить внимание на то, что анализ больших и сверхбольших объемов данных опирается на технологию FASMI.

При подготовке ответа на второй вопрос следует обратить внимание на то, что передовые системы поддержки принятия эффективных управленческих решений базируются на интерактивных автоматизированных системах, помогающих лицу, принимающему решения, использовать данные и математические модели для решения слабоструктурированных проблем.

При подготовке ответа на третий вопрос следует обратить внимание на то, что для обработки слабоструктурированных и неструктурированных данных в настоящее время применяют методы искусственного интеллекта, имитационного моделирования и многомерное концептуальное представление данных в виде кубов с иерархическими измерениями.

#### Решение типового примера

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

1. построить график  $f(x)$  на заданном отрезке локализации  $[-4; 5]$  в виде точечной диаграммы;
2. используя средство **Подбор параметра**, найти на этом отрезке все корни уравнения  $f(x) = 0$  с заданной точностью 0,00001.

### Решение:

1. построить график функции  $f(x)$  на отрезке локализации;
2. проградуировать ось значений таким образом, чтобы на графике отображались только те его части, где график пересекает ось  $x$ ;
3. по графику найти приближенные значения к корням уравнения;
4. при помощи средства **Подбор параметра** уточнить найденные приближенные значения корней.

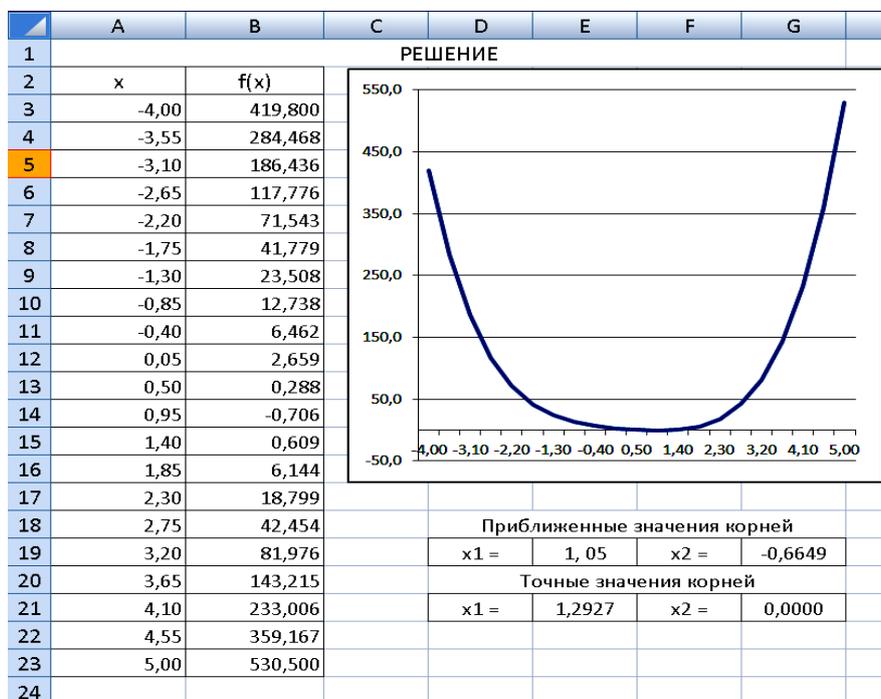


Рис. 1.

### Задания для самостоятельного выполнения

Варианты	$x_1$	$x_2$	Значения функций
1	2	3	4
0	-5	5	$f(x) = 1,09x^4 + 1,2x^3 - 3,5x^2 - 7x + 3$
1	-3	6	$f(x) = 0,9x^4 - 14x^3 + 18x^2 - 74x + 95$
2	-3	7	$f(x) = -17,3x^3 + 53x^2 - 4x + 87$
3	-2	8	$f(x) = -9,3x^4 + 75x^3 - 91x^2 + 48x + 55$
4	-4	4	$f(x) = -7,3x^4 + 13x^3 - 54x^2 + 13x + 1$
5	-5	5	$f(x) = -1,53x^3 + 53x^2 - 4x - 870$
6	-9	2	$f(x) = 0,3x^5 - 0,7x^4 - 25x^3 + 21x^2 - 47x + 105$
7	-4	7	$f(x) = -0,3x^4 - 27x^3 + 78x^2 + 713x + 109$
8	-7	2	$f(x) = 0,8x^5 - 5,3x^4 - 51x^3 + 63x^2 - 95x + 17$
9	-3	3	$f(x) = -4,52x^4 + 7,25x^3 - 16,5x^2 + 14x + 2$

Варианты задания определяются по последней цифре учебного шифра.

### Основные понятия и термины

OLAP (англ. OnLine Analytical Processing),  
FASMI (англ. Fast Analysis of Shared Multidimensional Information).

### Контрольные вопросы

1. Как расшифровывается термин OLAP-технология?
2. Для решения каких задач применяют автоматизированные системы поддержки принятия решений?
3. Что такое Data Management?

### 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.: 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>

## 2.2. Тема 2

### «Моделирование движения материальных потоков на основе современных информационных технологий» (4 часа)

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

#### Вопросы для самостоятельного изучения

1. Какие разделы математического программирования применяются для оптимизации продвижения материальных потоков с минимальными издержками?
2. Метод потенциалов и его практическое применение.
3. В чём заключается специфика метода динамического программирования?

#### Методические рекомендации

На большинстве этапов проектирования жизненного цикла продукта, начиная с определения предприятий-поставщиков исходных материалов и компонентов и кончая реализацией продукции, требуется применение систем типа SCM. 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.

При подготовке ответа на первый вопрос следует обратить внимание на то, что на практике для анализа и решения указанного круга вопросов применяют различные варианты, так называемой, транспортной задачи.

При подготовке ответа на второй вопрос следует обратить внимание на то, что методом потенциалов называют метод решения транспортной задачи, разработанный советским математиком Л. В. Канторовичем.

При подготовке ответа на третий вопрос следует обратить внимание на то, что метод динамического программирования предполагает возможность замены процесса отыскания точек экстремума функции многих переменных многократным поиском точек экстремума функции одной или небольшого числа переменных.

#### Решение типового примера

Предприятие использует четыре склада, на которых находится S1, S2, S3, S4 тонн сырья. Его требуется доставить на 7 предприятий организации. 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 фирма понесет наименьшие издержки по перевозкам, и определить эти издержки.

Этапы решения задачи:

1. Создать на листе в MS Excel математическую модель (рис. 1), задав в ней произвольные начальные значения (например, нули).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1				<b>СКЛАДЫ</b>										
2				<b>S1</b>		<b>S2</b>		<b>S3</b>		<b>S4</b>		Всего		
3				175		305		255		285			1020	
4				План	Цена 1 т.	План	Цена 1 т.	План	Цена 1 т.	План	Цена 1 т.			
5	<b>ПРЕДПРИЯТИЯ</b>	P1	115	0.0	78	0.0	65	0.0	75	0.0	67	<b>Итого по предприятиям</b>	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		1020	<b>Итого по складам</b>										
13				Всего, тонн	Всего, стоимость	Всего, тонн	Всего, стоимость	Всего, тонн	Всего, стоимость	Всего, тонн	Всего, стоимость	Всего, тонн	Всего, стоимость	<b>Общая стоимость перевозок</b>
14				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15														

Рис. 1. Математическая модель задачи

2. Вызвать средство **Поиск решения** (меню Сервис) и установить исходные параметры (рис. 2) и требуемые ограничения (рис. 3).

Рис. 2. Параметры поиска решения

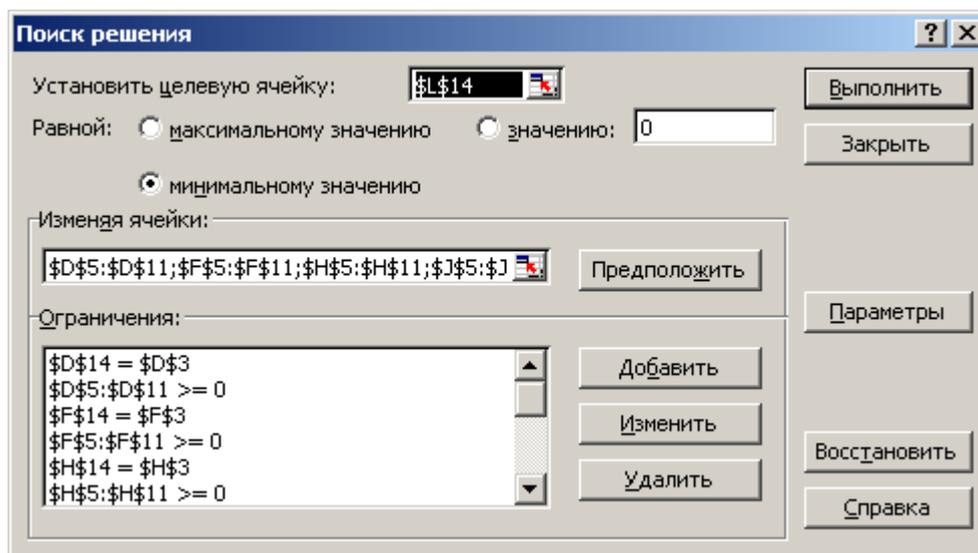


Рис. 3. Ограничения поиска решения

Изменяемые ячейки – план перевозок. Ограничения устанавливаются по смыслу задачи:

- планируемые перевозки должны быть неотрицательны;
- весь товар должен быть вывезен со складов, и все предприятия должны полностью удовлетворить свои потребности.

Найденное решение (рис. 4) следует округлить до 1 знака после запятой средствами форматирования ячеек.

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

### Задания для самостоятельного выполнения

Вариант 0		S1	S2	S3	S4	Всего	
		233	607	478	102	1420	
		A <sub>i</sub> <sup>1</sup>	1	2	3	4	
P1	230	1	32	68	96	18	
P2	145	2	57	91	31	48	
P3	95	3	61	27	55	49	
P4	265	4	37	60	39	45	
P5	270	5	70	73	61	16	
P6	365	6	42	67	33	84	
P7	50	7	17	34	64	90	
Всего	1420						

Вариант 1		S1	S2	S3	S4	Всего	
		313	154	589	327	1383	
		A <sub>i</sub> <sup>1</sup>	1	2	3	4	
P1	214	1	17	18	68	16	
P2	137	2	19	48	91	84	
P3	111	3	39	31	27	64	
P4	199	4	77	45	60	37	
P5	256	5	34	90	73	70	
P6	278	6	49	99	67	42	
P7	188	7	17	22	34	44	
Всего	1383						

Вариант 2		S1	S2	S3	S4	Всего	
		256	324	128	423	1131	
		A <sub>i</sub> <sup>1</sup>	1	2	3	4	
P1	198	1	73	70	68	16	
P2	99	2	67	42	91	84	
P3	127	3	22	17	27	64	
P4	113	4	99	61	60	37	
P5	178	5	34	90	39	31	
P6	278	6	49	64	77	45	
P7	138	7	38	91	34	44	
Всего	1131						

Вариант 3		S1	S2	S3	S4	Всего	
		352	299	341	385	1377	
		A <sub>i</sub> <sup>1</sup>	1	2	3	4	
P1	156	1	16	77	25	34	
P2	165	2	84	34	35	49	
P3	78	3	64	64	12	94	
P4	201	4	38	91	91	73	
P5	234	5	70	68	39	67	
P6	284	6	42	27	90	22	
P7	259	7	17	60	61	99	
Всего	1377						

Вариант 4		S1	S2	S3	S4	Всего	
		213	311	245	268	1037	
		A <sub>i</sub> <sup>1</sup>	1	2	3	4	
P1	178	1	49	90	99	55	
P2	132	2	24	61	12	94	
P3	115	3	61	64	25	34	
P4	101	4	64	91	22	73	
P5	123	5	91	68	35	67	
P6	192	6	39	27	16	64	
P7	196	7	17	60	84	38	
Всего	1037						

Вариант 5		S1	S2	S3	S4	Всего	
		311	241	128	342	1022	
		A <sub>i</sub> <sup>1</sup>	1	2	3	4	
P1	183	1	68	77	35	67	
P2	158	2	90	94	99	55	
P3	115	3	64	23	25	34	
P4	161	4	27	74	16	64	
P5	123	5	34	28	55	19	
P6	106	6	61	44	12	58	
P7	176	7	91	57	22	73	
Всего	1022						

Вариант 6		S1	S2	S3	S4	Всего	
		215	273	354	317	1159	
		A <sub>i</sub> <sup>1</sup>	1	2	3	4	
P1	173	1	44	55	91	34	
P2	199	2	54	12	99	55	
P3	184	3	64	25	61	34	
P4	173	4	27	22	16	77	
P5	118	5	32	28	68	94	
P6	136	6	90	35	24	23	
P7	176	7	19	57	67	74	
Всего	1159						

Вариант 7		S1	S2	S3	S4	Всего	
		179	381	216	341	1117	
		A <sub>i</sub> <sup>1</sup>	1	2	3	4	
P1	156	1	94	36	24	81	
P2	131	2	23	77	67	14	
P3	193	3	64	35	61	73	
P4	179	4	27	54	16	44	
P5	153	5	32	55	68	90	
P6	136	6	34	34	72	19	
P7	169	7	55	57	15	74	
Всего	1117						

Вариант 8		S1	S2	S3	S4	Всего	
		256	314	316	298	1184	
		A <sub>i</sub> <sup>1</sup>	1	2	3	4	
P1	145	1	44	36	64	81	
P2	170	2	14	24	55	77	
P3	199	3	73	67	61	35	
P4	117	4	27	54	94	32	
P5	194	5	74	23	34	34	
P6	157	6	90	56	57	55	
P7	202	7	19	37	15	41	
Всего	1184						

Вариант 9		<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>Всего</b>
		265	278	291	211	1045
		$A_i^j$	1	2	3	4
<b>P1</b>	114	1	56	19	64	55
<b>P2</b>	134	2	37	24	41	77
<b>P3</b>	183	3	23	90	57	55
<b>P4</b>	175	4	67	54	94	32
<b>P5</b>	132	5	74	34	81	34
<b>P6</b>	148	6	36	73	31	64
<b>P7</b>	159	7	61	35	15	27
<b>Всего</b>	1045					

Варианты задания определяются по последней цифре учебного шифра

### Основные понятия и термины

SCM (англ. Supply Chain Management)

FASMI (англ. Fast Analysis of Shared Multidimensional Information)

### Контрольные вопросы

1. Кем и когда были разработаны методы математического программирования?
2. Что означает неотрицательность значений объемов планируемых перевозок?
3. Целесообразно ли для решения транспортной задачи применять симплекс-метод?

### 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.: 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>

## 2.3. Тема 3

### «Прогнозирование производства и реализации пищевых продуктов» (4 часа)

**Цель:** сформировать навыки практического использования проблемно–ориентированных пакетов прикладных программ для планирования и управления.

#### Вопросы для самостоятельного изучения

1. Математические программы общего назначения.
2. Специализированные пакеты прикладных программ.
3. Программные продукты для автоматизации статистических расчетов.

#### Методические рекомендации

Реализация современных CALS технологий в практическом плане предполагает организацию единого информационного пространства (интегрированной информационной среды), объединяющего автоматизированные системы, предназначенные как для эффективного решения практических задач, так и для планирования и управления производством и ресурсами предприятий, производящих продукцию. В настоящее время существует широкий выбор специализированных программ для эффективной автоматизации решения задач указанного круга проблем.

При подготовке ответа на первый вопрос следует обратить внимание на то, что для проведения неспециализированных математических расчетов целесообразно использовать математические программы общего назначения *Mathematika*, *MathCAD*, *Derive*.

При подготовке ответа на второй вопрос следует обратить внимание на то, что пакеты прикладных программ *MatLAB*, *Maple*, *SciLab* обычно применяют для решения специализированных задач, например, для обработки матриц, решения дифференциальных уравнений, целочисленного анализа.

При подготовке ответа на третий вопрос следует обратить внимание на то, что для статистических расчетов удобно использовать специализированные пакеты прикладных программ *Statistika*, *SPSS Statistics*, *StatGraphics*.

Следует иметь в виду, что в практике для проведения различных видов экспресс-анализа целесообразно использовать приложения и надстройки **Поиск решения**, **Подбор параметра** и **Анализ данных**, входящие в стандартную поставку профессионального пакета *Microsoft Office*.

#### Решение типового примера

Фирма занимается производством и реализацией продуктов питания из растительного сырья определенного типа. Стоимость производства одной единицы равна  $S$ . Специалисты фирмы провели исследование зависимости спроса на товар от его цены реализации. Исследование заключалось в том, что регистрировалось количество продаж единиц товара за неделю при разных отпускных ценах. Результаты исследования представлены в таблице.

№	Наименование	Себестои-	Отклик спроса на изменение отпускной цены
---	--------------	-----------	---

	товара	мость, руб./шт.							
1	Продукт АБ	3 000	Цена, руб.	3500	5000	6000	7000	7500	8000
			Продажи, шт./нед.	115	95	73	47	36	21

Требуется:

1. По полученным статистическим данным построить зависимость объема продаж от цены реализации и при помощи линий тренда аппроксимировать ее полиномом (тренд 1).
2. Построить зависимость прибыли фирмы от цены реализации единицы товара и аппроксимировать эту зависимость полиномом (тренд 2). Необходимо, чтобы график аппроксимирующего полинома имел естественный с точки здравого смысла вид.
3. Средствами **Поиск решения** определить цену реализации, при которой фирма получит максимальную прибыль, используя аппроксимированную зависимость п. 1 и аппроксимированную зависимость п. 2. Сравнить полученные результаты.
4. Определить оптимальную цену реализации, округленную до десятков рублей, как среднее из полученных в п.3 значений.
5. Определить ориентировочный объем продаж (в штуках) и ориентировочную округленную прибыль фирмы при найденной оптимальной цене реализации.

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

При оформлении решения в электронной таблице рекомендуется придерживаться образца, приведенного на рис. 1.

Отклик спроса на изменение отпускной цены							Решение (тренд 1)	Решение (тренд 2)	Решение (финал)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Цена, руб.	3500	5000,0	6000,00	7000,0	7500,0	8000,0	6224,53	6214,1	6220
Продажи, шт./нед.	100	80,0	68,00	42,0	34,0	16,0			
Прибыль, руб.	50000	160000	204000	168000	153000	80000			
Продажи (тренд1), руб./нед.	99,96	80,45	66,64	44,92	31,28	167585	62,51	62,71	63
Прибыль, руб. (тренд1)	49978,7	160909	199925	179668	140770	8379235	201558,8		200000

Отклик спроса на изменение отпускной цены							Решение (тренд 1)	Решение (тренд 2)	Решение (финал)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Прибыль, руб. (тренд2)	49828,9	161791	198625	179515	42251	82984,9		199978,9	200000

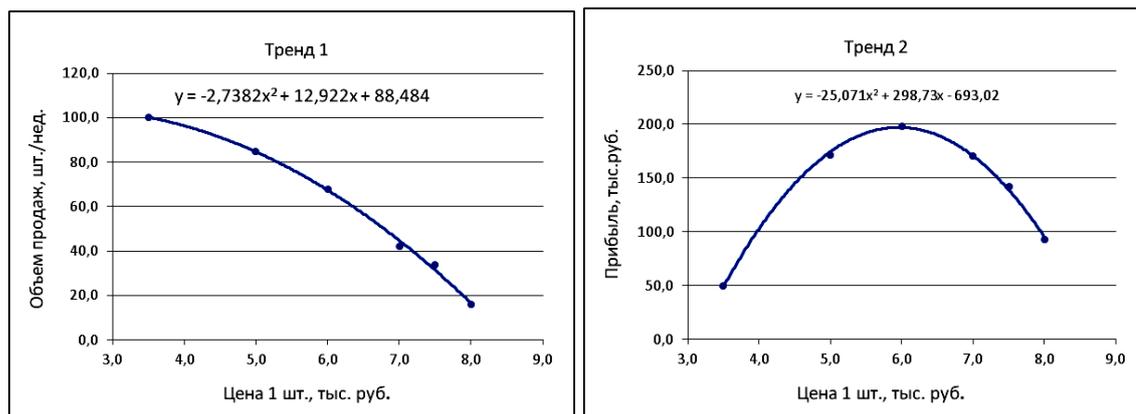


Рис. 1. Графики решений

### Задания для самостоятельного выполнения

№	Наименование товара	Себестоимость, руб./шт.	Отклик спроса на изменение отпускной цены						
			4	5	6	7	8	9	10
0	Продукт А	4500	Цена, руб.	5250	7500	9000	10500	11250	12000
			Продажи, шт./нед.	173	143	110	71	54	32
1	Продукт Б	3750	Цена, руб.	4375	6250	7500	8750	9375	10000
			Продажи, шт./нед.	144	119	91	59	45	26
2	Продукт В	5250	Цена, руб.	6125	8750	10500	12250	13125	14000
			Продажи, шт./нед.	201	166	128	82	63	37
3	Продукт Г	2250	Цена, руб.	2625	3750	4500	5250	5625	6000
			Продажи, шт./нед.	86	71	55	35	27	16
4	Продукт Д	1800	Цена, руб.	2100	3000	3600	4200	4500	4800
			Продажи, шт./нед.	69	57	44	28	22	13
5	Продукт Е	2400	Цена, руб.	2800	4000	4800	5600	6000	6400
			Продажи, шт./нед.	92	76	58	38	29	17
6	Продукт Ж	4200	Цена, руб.	4900	7000	8400	9800	10500	11200
			Продажи, шт./нед.	161	133	102	66	50	29
7	Продукт З	1500	Цена, руб.	1750	2500	3000	3500	3750	4000
			Продажи, шт./нед.	58	48	37	24	18	11
8	Продукт И	4800	Цена, руб.	5600	8000	9600	11200	12000	12800
			Продажи, шт./нед.	184	152	117	75	58	34
9	Продукт К	5400	Цена, руб.	6300	9000	10800	12600	13500	14400
			Продажи, шт./нед.	207	171	131	85	65	38

Варианты задания определяются по последней цифре учебного шифра.

### Основные понятия и термины

CALS (англ. Continuous Acquisition And Life-Cycle Support).

SPSS Statistics (англ. Statistical Package for the Social Sciences ).

### Контрольные вопросы

1. Каким образом следует активизировать надстройку **Поиск решения** в табличном процессоре MS Excel?
2. Как вывести на экран уравнение линии тренда?
3. Вывод на экран значения коэффициента детерминации?

### 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.: 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>

## 2.4.Тема 4

### «Подготовка данных для систем компьютерного моделирования» (4 часа)

**Цель:** сформировать навыки подготовки исходных данных для систем компьютерного моделирования, обработки и управления информацией типа PLM и Data Mining

#### Вопросы для самостоятельного изучения

1. Виды компьютерного обеспечения обработки данных и математического моделирования.
2. Системы управления информационными ресурсами.
3. Программно-аппаратные средства, применяемые для первичной обработки данных.

#### Методические рекомендации

В настоящее время управление данными в едином информационном пространстве возлагается на системы PLM. Современные PLM-системы являются результатом мультидисциплинарного взаимодействия, включающего в себя базы данных, методы имитационного моделирования, искусственного интеллекта, и широко используются для информационной поддержки исследований и разработок.

При подготовке ответа на первый вопрос следует обратить внимание на то, что для компьютерной поддержки процессов обработки и управления информацией и математического моделирования применяют современные системы электронного делопроизводства и документооборота, опирающиеся на локальные и глобальные компьютерные сети передачи данных.

При подготовке ответа на второй вопрос следует обратить внимание на то, что управление информационными ресурсами осуществляется компьютерными информационными системами, предназначенными для управления информацией и имеющими средства интеграции с другими программными системами.

При подготовке ответа на третий вопрос следует обратить внимание на то, что в связи с широким распространением персональных компьютеров для первичной обработки данных чаще всего применяют промышленные программные продукты фирмы Microsoft, например, табличный процессор MS Excel из пакета MS Office.

#### Решение типового примера

Заполнить таблицу значений первых 20 членов последовательности, 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  $a_3 = 2,5$ ;

Решение в MS Excel оформляется по приведенному образцу (рис. 1).

	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. 1

**Пояснения.** Исходные данные вносятся в ячейки, выделенные черным цветом. Все остальные элементы вычисляются по рекуррентной формуле, т.е. через известные предыдущие элементы прогрессии. В ячейке B6 записывается рекуррентная формула  $=2/3*(B4+1/(B5*B3))$ , и далее копируется в ячейки B7 ... B22.

Сумму и произведение элементов прогрессии можно также вычислить по рекуррентной формуле:

$$S_1 = a_1; \quad S_n = a_n + a_{n-1} + \dots + a_1 = a_n + (a_{n-1} + \dots + a_1) = a_n + S_{n-1}$$

$$P_1 = a_1; \quad P_n = a_n a_{n-1} \dots a_1 = a_n \cdot (a_{n-1} a_{n-2} \dots a_1) = a_n \cdot P_{n-1}$$

**Задания для самостоятельного выполнения**

Варианты	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	Формула
1	2	3	4	5
0	0.8	1.5	2.3	$a_n = \frac{1}{3} \left( a_{n-1} + \frac{1}{a_{n-2} \cdot a_{n-3}} \right)$
1	0.1	0.5	0.8	$a_n = \frac{1}{3} \left( a_{n-1} + a_{n-2} \cdot \frac{1}{2 \cdot a_{n-3}} \right)$
2	0.5	1.5	1.8	$a_n = a_{n-3} + \frac{a_{n-1}}{a_{n-2}}$
3	0.7	1.9	2.8	$a_n = \frac{1}{2} \left( a_{n-3} + \frac{a_{n-2}}{a_{n-1}} \right)$
4	0.3	1.1	1.8	$a_n = \frac{1}{5} \left( a_{n-3} + 5 \cdot \frac{a_{n-2}}{a_{n-1}} \right)$
5	0.4	1.7	2.1	$a_n = \frac{3}{4} \left( \frac{a_{n-3}}{a_{n-2}} + \frac{a_{n-2}}{a_{n-1}} \right)$
6	0.1	1.9	2.5	$a_n = \frac{3}{5} \left( \frac{a_{n-3}}{a_{n-2}} + 2 \cdot \frac{a_{n-2} - a_{n-1}}{a_{n-1}} \right)$
7	0.4	1.6	2.1	$a_n = \frac{3}{5} \cdot \frac{2 \cdot a_{n-3} + a_{n-2} - a_{n-1}}{a_{n-1}}$
8	0.2	1.2	2.1	$a_n = \frac{2 \cdot a_{n-3} + 1.2 \cdot a_{n-2} - a_{n-1}}{1.5 \cdot a_{n-1}}$
9	0.9	1.8	2.2	$a_n = \frac{a_{n-3} + a_{n-2}}{a_{n-1}} + \frac{a_{n-3} + a_{n-1}}{a_{n-2}}$

Варианты задания определяются по последней цифре учебного шифра.

### Основные понятия и термины

PLM (англ. Product Lifecycle Management)

Data Mining, Web Mining, Text Mining

### Контрольные вопросы

1. Что называют электронным документооборотом и делопроизводством?
2. Какие виды компьютерных сетей используются для электронного документооборота?
3. Какие приложения входят в состав стандартной поставки MS Office.

### 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.: 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>

## 2.5. Тема 5

### **«Информационная поддержка моделирования в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (4 часа)**

**Цель:** сформировать навыки подготовки, форматирования и наглядного представления исходных данных для реализации оптимизационных возможностей PDM-систем средствами табличного процессора MS Excel.

#### **Вопросы для самостоятельного изучения**

1. Для каких целей формируется единое информационное пространство (интегрированная информационная среда).
2. Как осуществляется быстрый и эффективный обмен информацией между производителями и потребителями ресурсов?
3. Чем обеспечивается защита от несанкционированного доступа к информации в едином информационном пространстве?

#### **Методические рекомендации**

Для управления информацией о продуктах, процессах и ресурсах на различных этапах жизненного цикла от концептуального проектирования до послепродажного обслуживания применяются автоматизированные PDM-системы. Управление проектами и изменениями данных, их распределение, интерфейс с системами ERP – это далеко не полный перечень возможностей PDM-систем. Одной из эффективных и практически полезных функций PDM-систем является оптимизация параметров моделирования и информационных процессов.

При подготовке ответа на первый вопрос следует обратить внимание на то, что интегрированная информационная среда представляет собой совокупность распределенных баз данных, в которой действуют единые, стандартные правила хранения, обновления, поиска и передачи информации, через которую осуществляется безбумажное информационное взаимодействие между всеми участниками процесса разработки.

При подготовке ответа на второй вопрос следует обратить внимание на то, что доступность информации для всех участников в любое время и в любом месте обуславливается применением современных телекоммуникационных технологий.

При подготовке ответа на третий вопрос следует обратить внимание на то, что защита от несанкционированного доступа к информации в едином информационном пространстве обеспечивается комплексом аппаратно-программных средств, в частности, единством представления и интерпретации данных, унификацией и стандартизацией средств взаимодействия, шифрованием и криптозащитой ключевых данных.

#### **Решение типового примера**

Вычислить значение 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  $0,1 \times L$ ;  $L$  – длина отрезка  $[x_1, x_2]$ . Определить экстремальные значения функции на заданном интервале.

**Решение:**

1. в ячейку B15 записывается формула  $=\frac{(A13-A3)*0.1}{1}$ , определяющая шаг;
2. вводятся исходные данные в ячейки программы Excel (исходные данные  $x_1$  и  $x_2$  выделены на Рис. 2.1 черным цветом);
3. в ячейку A4 заносится формула  $=A3+B15$ . Формула копируется в ячейки A5 ... A12;
4. в ячейку B3 заносится формула  $=-COS(ПИ()*A3)*COS(ПИ()*A3)+КОРЕНЬ(ABS(A3*A3-1)/(A3*A3+1))$ . Формула копируется в ячейки B4 ... B13;

**Построение 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, выравнивание «снизу-вверх»;
4. проградуировать ось y;
5. пометить маркерами точки, по которым строится график;
6. указать названия осей, название диаграммы и разместить их на нужные места, убрать легенду;
7. выделить линии сетки пунктиром.
8. определить наибольшее и наименьшее значения функции.

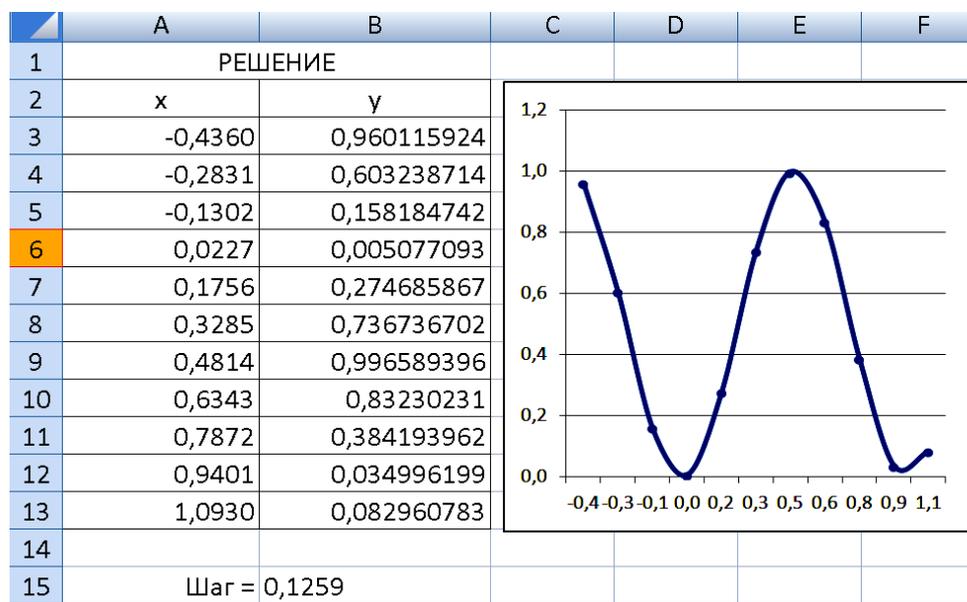


Рис. 1

### Задания для самостоятельного выполнения

Варианты	$x_1$	$x_2$	Значения функций
1	2	3	4

Варианты	$x_1$	$x_2$	Значения функций
1	2	3	4
0	0.321	1.524	$y(x) = -\sin^3 \pi x + \sqrt{\frac{2 \cdot x^2 - 1}{3 \cdot x^2 + 1}}$
1	0.411	0.932	$y(x) = \sqrt{\frac{x^3 - 1}{x^3 + 1}} - \sqrt{\frac{x^2 - 1}{x^2 - 2}}$
2	0.534	1.589	$y(x) = -\sin^3 \pi x + \cos^2 \pi x$
3	0.238	1.945	$y(x) = \sqrt[3]{\sin \pi x} - \sqrt{\cos \pi x}$
4	0.368	2.121	$y(x) = \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \pi x}{x^3 - 1}} - \ln(x)$
5	0.141	1.754	$y(x) = -\operatorname{tg}^3 \pi x + \sqrt{\frac{2 \cdot \cos^2 \pi x - 1}{3 \cdot \sin^2 \pi x + 1}}$
6	0.101	1.896	$y(x) = \sqrt{\frac{\ln(x)}{x^2 - 1}} - \operatorname{tg} \pi x$
7	0.412	1.165	$y(x) = \sqrt[4]{\ln(x)} - \sqrt{\operatorname{ctg} \pi x}$
8	0.259	1.268	$y(x) = \sqrt{\frac{ \ln(x) - 1 }{7}} - \sqrt{\frac{ \operatorname{tg}^2 \pi x - 1 }{5}}$
9	0.967	1.899	$y(x) = \sqrt{\frac{ \ln(x) - 1 }{\operatorname{tg}^2 \pi x - 1}} - \sqrt[3]{\frac{ \sin \pi x - 1 }{\cos \pi x - 1}}$

Варианты задания определяются по последней цифре учебного шифра.

### Основные понятия и термины

PDM (англ. Product Data Management)

ERP (англ. Enterprise Resource Planning)

### Контрольные вопросы

1. Цель авторизации пользователей в интегрированной информационной среде?
2. Что называют целостностью данных в информационных системах?
3. Как экспортировать данные в другие приложения MS Office?

### 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.: 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>

## 2.6.Тема 6

### «Современные средства визуализации данных в системах компьютерного моделирования» (4 часа)

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

#### Вопросы для самостоятельного изучения

1. Визуализация как средство обеспечения доступа к информационным ресурсам.
2. 3D-моделирование в сфере производства пищевых продуктов.
3. Графические методы анализа данных.

#### Методические рекомендации

При подготовке ответа на первый вопрос следует обратить внимание на то, что визуализация - это эффективное средство информационной системы (портала, сайта), обеспечивающее пользователей единым авторизованным и персонифицированным доступом к внутренним и внешним информационным ресурсам и приложениям.

При подготовке ответа на второй вопрос следует обратить внимание на то, что трехмерное моделирование и визуализация его результатов значительно повышают привлекательность сетевых услуг и является одним из мощных инструментов управления и развития в сфере производства пищевых продуктов.

При подготовке ответа на третий вопрос следует обратить внимание на то, что трехмерные графические изображения, несущие информацию об анализируемых данных, представляют собой эффективное средство воздействия на исследователя, производителя и потребителя.

#### Решение типового примера

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

#### Решение:

1. вводятся исходные данные в ячейки программы MS Excel (исходные данные (x и y), выделены на рис. За серым цветом);
2. в ячейку C5 заносится формула  $=\text{ЕСЛИ}(2*\$B5^2+C\$4^2 \leq 1; 2-(\$B5^2+C\$4^2); 1-\$B5)$ ;
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. проградуировать 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.

При оформлении решения рекомендуется придерживаться следующего образца (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	<b>РЕШЕНИЕ</b>																						
2	<i>Таблица значений</i>																						
3			<b>Ось x</b>																				
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		-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	<b>Ось y</b>	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. Таблица значений функции

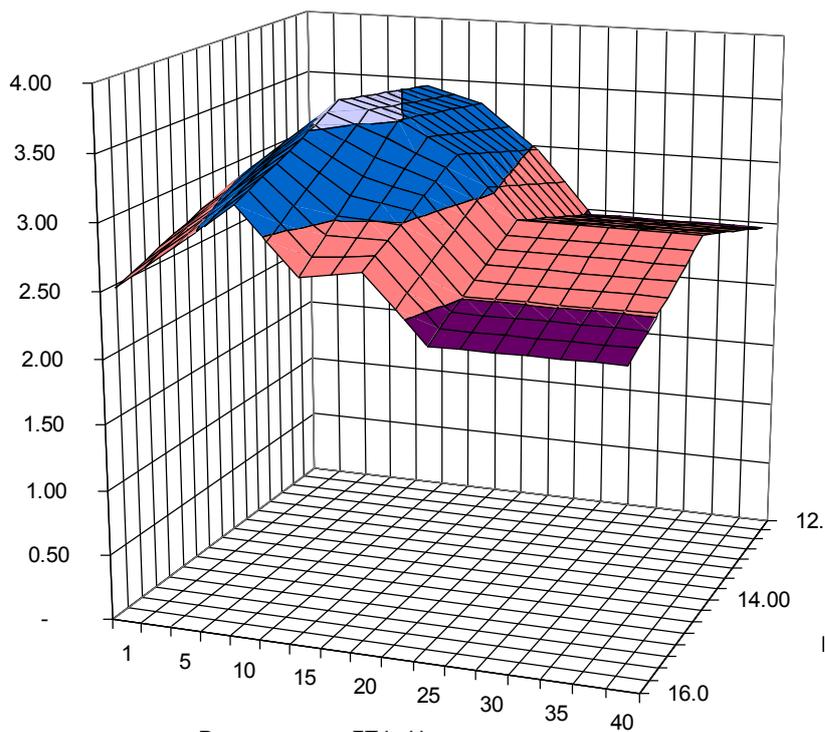


Рис. 2. График 3D-поверхности

**Задания для самостоятельного выполнения**

Варианты	Значения функций
1	2
0	$z = \begin{cases} \cos(x) \frac{2x}{\sqrt{y}}, & \text{если } x + y^3 \leq 0 \\ \ln(x) + \exp(y), & \text{если } x + y^3 > 0 \end{cases}$
1	$z = \begin{cases} \ln(x) - y^3, & x - y^2 \leq 0 \\ \cos \pi x - y^2, & x - y^2 > 0 \end{cases}$
2	$z = \begin{cases} \ln(x) - \sin \pi y, & x^2 - y \leq 0 \\ \cos \pi x - \ln(y), & x^2 - y > 0 \end{cases}$
3	$z = \begin{cases} x^2 + x - y^2, & x + y \leq 0.5 \\ 2 \cdot x - y^3, & x + y > 0.5 \end{cases}$
4	$z = \begin{cases} \frac{\sin(x)}{x + \sin(y)}, & \text{если } x \geq 0 \\ 1 - \cos(x) + \sin(y), & \text{если } x < 0 \end{cases}$

Варианты	Значения функций
1	2
5	$z = \begin{cases} \sin(x) - \exp(y), & \text{если } x - y^3 \leq -1 \\ \cos(x) + \ln(y), & \text{если } x - y^3 > -1 \end{cases}$
6	$z = \begin{cases} \sin(4x) + \cos(3y), & \text{если } \sqrt[3]{x} \leq -1 \\ \cos(2x) - \sin(y), & \text{если } \sqrt[3]{x} > -1 \end{cases}$
7	$z = \begin{cases} x + y, & \text{если } x \leq -0.5 \\ \cos(x), & \text{если } -0.5 < x \leq 0.5 \\ e^{-y} \cdot \cos(x), & \text{если } x > 0.5 \end{cases}$
8	$z = \begin{cases} x \cdot e^{-y}, & \text{если } x \geq 0 \\ 0, & \text{если } x < 0 \end{cases}$
9	$z = \begin{cases} \sin^2(x + y), & \text{если } x \leq -0.5 \\ \frac{\cos^3(x)}{\ln(y)}, & \text{если } -0.5 < x \leq 0.3 \\ \exp(\sqrt{x}), & \text{если } x > 0.3 \end{cases}$

Варианты задания определяются по последней цифре учебного шифра.

### Основные понятия и термины

3D (англ. 3 Dimensions)

Фрактальная и векторная графика

### Контрольные вопросы

1. Что называют интерактивной компьютерной графикой?
2. Как оптимизируются разработки средствами 3D-моделирования?
3. Как выполняется «разгонка» точек на диаграммах рассеяния?

### 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.: 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>

## ЛИТЕРАТУРА

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>
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.: 70x100 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>

*Разработчик: доцент, Розанов А.В.*



(подпись)