



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И

НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

«Теория и проектирование зданий и сооружений»

_____ Н.М.Мальков

(подпись)

« 24 » мая 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой Гидротехники, теории зданий и сооружений

_____ Н.Я.Цимбельман

(подпись)

« 25 » мая 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационные технологии в строительстве

Направление подготовки **08.04.01** Строительство

Программа «Теория и проектирование зданий и сооружений»

Форма подготовки: очно-заочная

курс **1**, семестр **1**

лекции **не предусмотрены.**

практические занятия **36** час.

лабораторные работы **не предусмотрены.**

всего часов аудиторной нагрузки **36** час.

в том числе с использованием МАО **18** час.

самостоятельная работа **36** час.

в том числе на подготовку к экзамену **не предусмотрены..**

курсовая работа **не предусмотрена**

зачет **1 семестр**

экзамен **не предусмотрен**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утвержденного приказом ректора от 17.07.2015 № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Гидротехники, теории зданий и сооружений, протокол № 9 от « 25 » мая 2017 г.

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Н. Я. Цимбельман

Составитель: к.т.н., доцент Фарафонов А.Э.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И

НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

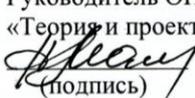
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

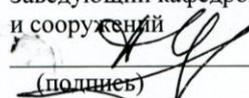
«Теория и проектирование зданий и сооружений»

 Н.М.Мальков
(подпись)

« 24 » мая 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой Гидротехники, теории зданий
и сооружений

 Н.Я.Цимбельман
(подпись)

« 25 » мая 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационные технологии в строительстве

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Программа «Теория и проектирование зданий и сооружений»

Форма подготовки: очно-заочная

курс 1, семестр 1

лекции **не предусмотрены.**

практические занятия **36** час.

лабораторные работы **не предусмотрены.**

всего часов аудиторной нагрузки **36** час.

в том числе с использованием МАО **18** час.

самостоятельная работа **36** час.

в том числе на подготовку к экзамену **не предусмотрены..**

курсовая работа **не предусмотрена**

зачет **1 семестр**

экзамен **не предусмотрен**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утвержденного приказом ректора от 17.07.2015 № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Гидротехники, теории зданий и сооружений, протокол № 9 от « 25 » мая 2017 г.

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Н. Я. Цимбельман

Составитель: к.т.н., доцент Фарафонов А.Э.

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20 г. № _____

Заведующий кафедрой _____ Н.Я. Цимбельман
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20 г. № _____

Заведующий кафедрой _____ Н.Я. Цимбельман
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Дисциплина разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 Строительство по программе «Теория и проектирование зданий и сооружений» в соответствии с требованиями ОС ВО ДВФУ и входит в базовую часть Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (Б1.Б.7).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов (3 зачётные единицы). Учебным планом предусмотрены практические занятия (54 часа), и самостоятельная работа студента (54 часа). Дисциплина реализуется на 1 курсе в 1 семестре.

Для изучения дисциплины студент должен владеть знаниями и навыками, полученными при изучении дисциплин «Математика» и «Информатика» учебного плана подготовки бакалавров по направлению «Строительство», и уметь применять их на практике.

Дисциплина является предшествующей для подготовки магистерской диссертации и для специальных курсов аспирантуры.

Цель дисциплины – ознакомить обучающихся с основными направлениями использования информационных ресурсов, информационных технологий, программного обеспечения и аппаратных возможностей современных компьютеров и вычислительных систем для обеспечения решения задач в области строительства.

Задачи дисциплины:

- изучение сущности и значения информации в развитии современного общества;
- овладение магистрантами основными принципами Интернет-технологий;
- изучение способов представления и обработки данных средствами информационных технологий;
- овладение принципами компьютерной графики;
- освоение технологии работы с различным программным обеспечением;
- информационным моделированием зданий и сооружений и их систем.

Для успешного изучения дисциплины «Информационные технологии в строительстве» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции, которые получены в результате обучения по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, уровень подготовки - бакалавр:

- - способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);
- - владением технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и автоматизированных систем проектирования (ПК-2)
- - знанием научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности (ПК-16)
- - владением методами и средствами физического и математического (компьютерного) моделирования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, автоматизированных систем проектирования, стандартных пакетов автоматизации исследований (ПК-17, частично);
- - способностью составлять отчеты по выполненным работам, участвовать во внедрении результатов исследований и практических разработок (ПК-18)

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
(ОК-7) умение быстро осваивать новые предметные области, выявлять противоречия, проблемы и вырабатывать альтернативные варианты их решения	знает	об информационном потенциале общества, информационных ресурсах и услугах в строительной отрасли.
	умеет	обрабатывать и анализировать данные, использовать вычислительные методы, современные технологии проектирования.
	владеет	современной вычислительной техникой, компьютерными технологиями и способами их использования в профессиональной

		деятельности; методами оптимального размещения информации.
(ОПК-6) способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение.	знает	об программных и аппаратных средствах, используемых в WEB – технологиях; основы информационной безопасности
	умеет	использовать программные продукты системного хранения, обработки и передачи информации, оболочки экспертных систем; настраивать сетевой интерфейс.
	владеет	методами передачи информации по сетям; основными методами и средствами обеспечения информационной безопасности при работе в сети Интернет.
(ПК-4) способностью вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	знает	основы создания цифровых моделей зданий и сооружений
	умеет	использовать программные продукты для создания проектов на различных стадиях проектирования
	владеет	основными методами разработки проектов с использованием современных графических и расчетных комплексов

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Информационные технологии в строительстве» применяются следующие методы активного обучения: проблемное обучение, консультирование и рейтинговый метод.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия не предусмотрены.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические работы (54 час.)

1. Занятие 1. Численные методы решения прикладных задач строительной отрасли (14 час).

1.1. Табличные процессоры. Решение нелинейных уравнений. Решение систем линейных уравнений. Метод наименьших квадратов. Линейное программирование.

1.2. Использование простейших функций в математических пакетах.

- 1.3. Исследование функций. Приближенное решение нелинейных алгебраических уравнений.
- 1.4. Матричные вычисления. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
- 1.5. Интерполяция и приближение функций.
- 1.6. Численное дифференцирование и интегрирование.
- 1.7. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение уравнений в частных производных.

2. Занятие 2. Современные технологии компьютерного проектирования (34 час)

- 2.1. Основы формирования информационной модели здания.
- 2.2. Разработка информационной модели здания с учетом параметрического проектирования.
- 2.3. Разработка проекта в Autodesk REVIT.
- 2.4. Создание архитектурной модели.
- 2.5. Связь архитектурной модели и модели инженерных систем зданий и сооружений.
- 2.6. Виды, разрезы, узлы.
- 2.7. Концепция формирования комплекта чертежей в REVIT.
- 2.8. Компоновка и представление проектной документации

3. Занятие 3. Информационное сетевое пространство (6 час)

- 3.1. Аппаратные и программные средства, используемые в Web – технологиях
- 3.2. Основы информационной безопасности.
- 3.3. Экспертные системы, базы данных в строительной отрасли.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Информационные технологии в строительстве» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЙ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Формы текущего и промежуточного контроля по дисциплине «Информационные технологии в строительстве»

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Занятие 1. Численные методы решения прикладных задач строительной отрасли	(ОК-7)	основные законы физики и математики, механики, теории упругости.	УО-1	Зачет Вопросы 1-6
			применять закономерности механики при моделировании основных процессов строительной области.	ПР-15	Зачет Вопросы 7-15
			терминологией технических дисциплин; методами статистической обработки результатов.	ПР-15	Зачет Вопросы 7-15
		(ОПК-6)	Основные приемы математического моделирования физических процессов.	УО-1	Зачет Вопросы 1-6

			Определить математическую модель физического или технологического процесса, анализировать полученную информацию.	ПР-15	Зачет Вопросы 7-15
			Методами математического моделирования, программными комплексами, позволяющими эффективно решать поставленные задачи.	ПР-15	Зачет Вопросы 7-15
2	Занятие 2. Современные технологии компьютерного проектирования	(ОК-7)	основные законы физики и математики, механики, теории упругости.	УО-1	Зачет Вопросы 16-32
			применять закономерности механики при моделировании основных процессов строительной области.	ПР-15	Зачет Вопросы 16-32
			терминологией технических дисциплин; методами статистической обработки результатов.	ПР-15	Зачет Вопросы 16-32
		(ПК-4)	Теорию информационного моделирования зданий,	УО-1	Зачет Вопросы 16-32
			Правильно применяет программы для информационного	ПР-15	Зачет Вопросы 16-32

			моделирования.		
			создание BIM модели здания, ее модификации и совершенствования	ПР-15	Зачет Вопросы 16-32
3	Занятие 3. Информационное сетевое пространство	(ОК-7)	Об информационном потенциале общества; об информационной безопасности	УО-1	Зачет Вопросы 16-32
			Обрабатывать и анализировать данные.	ПР-6	Зачет Вопросы 16-32
			терминологией информационного пространства; методами оптимального размещения информации.	ПР-6	Зачет Вопросы 16-32
		(ОПК-6)	об программных и аппаратных средствах, используемых в WEB – технологиях.	УО-1	Зачет Вопросы 16-32
			использовать программные продукты системного хранения, обработки и передачи информации, оболочки экспертных систем.	ПР-6	Зачет Вопросы 16-32
			методами передачи информации по сетям; основными методами и средствами обеспечения информационной безопасности при работе в сети	ПР-6	Зачет Вопросы 16-32

			Интернет.		
--	--	--	-----------	--	--

* Рекомендуемые формы оценочных средств: 1) устный опрос (УО): собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2), доклад, сообщение (УО-3), круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (УО-4); 2) технические средства контроля (ТС): тренажер (ТС-1); 3) письменные работы (ПР): тесты (ПР-1), контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам или лабораторные работы (ПР-6), конспект (ПР-7), портфолио (ПР-8), проект (ПР-9), деловая или ролевая игра (ПР-10), кейс-задача (ПР-11), рабочая тетрадь (ПР-12), расчетно-графическая работа (ПР-15), творческое задание (ПР-16)

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Autodesk© Revit© Architecture 2013-2014. Официальный учебный курс [Электронный ресурс] / Вандезанд Дж., Рид Ф., Кригел Э. - М. : ДМК Пресс, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940748472.html>
2. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий [Электронный ресурс] / Талапов В.В. - М. : ДМК Пресс, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940746928.html>
3. Компьютерные методы проектирования зданий [Электронный ресурс] : Учебное пособие / М.А. Рылько - М. : Издательство АСВ, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938760.html>
4. Воскобойников, Ю.Е. Регрессионный анализ данных в пакете MATHCAD + CD [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/666>.

Дополнительная литература

1. Численные и аналитические методы расчета строительных конструкций [Электронный ресурс] / Золотой А.Б., Акимов П.А., Сидоров В.Н., Мозгалева М.Л. - М. : Издательство АСВ, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930936759.html>
2. Численное построение разрывных решений задач строительной механики [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Габбасов Р.Ф., Габбасов А.Р., Филатов

В.В. - М. : Издательство АСВ, 2008. -

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930935912.html>

3. Начальное знакомство с компьютерными системами [Электронный ресурс] : Учеб. издание / Кудрявцев Е.М. - М. : Издательство АСВ, 2007. -

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5930934886.html>

4. Ракитин, В.И. Руководство по методам вычислений и приложения МATHCAD [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2005. — 264 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2289>.

Нормативно-правовые материалы

1. ГОСТ 2.512-2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения пакета данных для передачи электронных конструкторских документов. Общие положения. – М.: Стандартиформ, 2011.

2. ГОСТ 2.511-2011 Единая система конструкторской документации. Правила передачи электронных конструкторских документов. Общие положения – М.: Стандартиформ, 2011.

3. ГОСТ 2.004-88 Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ. – М.: Стандартиформ, 2011.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научная электронная библиотека НЭБ

<http://elibrary.ru/querybox.asp?scope=newquery>

2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»

<http://e.lanbook.com/>

3. ЭБС «Консультант студента»

<http://www.studentlibrary.ru/>

4. ЭБС znanium.com НИЦ «ИНФРА-М»

<http://znanium.com/>

5. Научная библиотека ДВФУ публичный онлайн каталог

<http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>

6. Информационная система ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам

<http://window.edu.ru/resource>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Программное обеспечение, доступное студентам для выполнения задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы:

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено ПО, кол-во рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс кафедры гидротехники, теории зданий и сооружений, ауд. Е709, 25	Microsoft Office Professional – офисный пакет, включающий ПО для работы с различными типами документов; 7Zip 9.20 - файловый архиватор; ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов; Elcut 6.3 Student - программа для проведения инженерного анализа и двумерного моделирования методом конечных элементов (МКЭ); Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для публикаций в формате PDF; AutoCAD - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; Abaqus FEA - пакет МКЭ; Anchored structures – пакет расчета плавучих сооружений и моделирования якорных системы удержания при воздействии волновых и ледовых нагрузок. ANSYS – пакет МКЭ для решения стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твёрдого тела, механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики; LIRA – пакет МКЭ для расчета конструкций различного назначения; LS DYNA – пакет МКЭ для решения трёхмерных динамических нелинейных задач механики деформируемого твёрдого тела, механики жидкости и газа, теплопереноса; PLAXIS – пакет МКЭ для решения геотехнических задач; SCAD – пакет МКЭ для расчета стальных и железобетонных конструкций; STATYSTICA - пакет для статистического анализа, реализующий функции анализа данных, управления данных, добычи данных, визуализации данных; Autodesk REVIT – программный комплекс для автоматизированного проектирования, реализующий принцип информационного моделирования зданий. CorelDRAW Graphics Suite - графический редактор;

Кроме того, применяются такие современные информационные технологии, как электронная почта, интернет. Также используются такие ресурсы, как база данных библиотеки ДВФУ и база данных научно-учебных изданий Инженерной школы ДВФУ.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе изучения материала учебного курса «Информационные технологии в строительстве» предполагаются разнообразные формы работ: практические работы, самостоятельная работа.

Практические работы проводятся как в виде презентации, так и традиционным способом. В них освещаются вопросы, соответствующие тематике теоретического курса (раздел I). Цель практических занятий – дать знания и практические навыки студентам в области информационных технологий, углубить заложенные ранее научные и методологические основы для самостоятельной работы студентов.

Рекомендации по использованию учебно-методического комплекса дисциплины.

При изучении дисциплины студентам рекомендуется пользоваться следующими учебно-методическими материалами: конспектом лекций и практических занятий по дисциплине; учебниками и учебными пособиями; государственными стандартами; периодическими изданиями по тематике изучаемой дисциплины, методическими рекомендациями по выполнению практических и курсовых работ. Рекомендуемый перечень литературы приведен рабочей программе учебной дисциплины (см. раздел 5).

Методические указания к выполнению практических работ содержат исходные данные, содержание и порядок выполнения работ, примеры выполнения.

Пользуясь методическими указаниями к выполнению практических работ, следует избегать формализованного подхода к выполнению работы, основанного лишь на механической подстановке значений своего варианта задания в примеры выполнения работ без понимания сущности рассматриваемых процессов и алгоритма решаемой задачи.

Для подготовки отчета к защите следует проанализировать результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению практических работ. Отчет завершается выводами по результатам работы.

Полностью подготовленный и надлежаще оформленный отчет практической работы передается для проверки и защиты преподавателю, ведущему практические занятия по данной дисциплине.

Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой следует начинать со знакомства со списком рекомендуемой учебной литературы по дисциплине (см. раздел 5 рабочей программы), в которой перечислены основная, дополнительная и нормативная литература, иные издания, интернет-ресурсы, необходимые для работы на занятиях.

Выбрав нужный источник, следует найти в нем интересующий раздел по оглавлению или алфавитному указателю, сопоставив с соответствующим разделом собственного конспекта.

В случае возникших затруднений следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным. Для полноты информации необходимо стремиться ознакомиться со всеми рекомендованными печатными и электронными источниками информации в необходимом для понимания темы полном объеме.

Необходимо отметить, что работа с литературой не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью профессиональной деятельности будущего специалиста.

Рекомендации по подготовке к экзамену (зачету)

Подготовка к экзамену (зачету) является завершающим этапом в изучении дисциплины (семестра). Подготовку следует начинать с первой лекции и с первого практического занятия, поскольку знания, умения и навыки формируются в течении всего периода, предшествующего экзаменационной сессии.

Перед сдачей экзамена (зачета) студент должен сдать (защитить) отчеты по всем предусмотренным учебным планом практическим работам, сдать тесты (при необходимости), курсовую работу (или проект), если такая предусмотрена учебным планом.

Уточнить время и место проведения экзамена (зачета).

При подготовке к экзамену (зачету) студенту не позднее чем за неделю до экзамена (зачета) рекомендуется подготовить перечень экзаменационных вопросов и комплект источников для подготовки ответов на экзаменационные вопросы: конспект лекций, рекомендованные учебные пособия и учебно-методические материалы. При наличии интернет-источников обеспечить доступ в интернет и подготовить список необходимых сайтов.

Подготовку к экзамену (зачету) необходимо проводить не менее трех-четырех полных дней без существенных перерывов и отвлечения на посторонние темы.

При сдаче экзамена (зачета) необходимо учитывать, что при оценивании знаний студентов преподаватель руководствуется, прежде всего, следующими критериями:

- правильность ответов на вопросы;
- полнота и лаконичность ответа;
- умение толковать и применять нормативные акты;
- способность правильно квалифицировать факты и обстоятельства, разделять причину и следствия процесса;
- способности дачи адекватных выводов и заключений;
- ориентирование в нормативно-технической литературе;
- логика и аргументированность изложения;

- культура ответа.

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Мультимедийная аудитория L-353	Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокоммутации; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).
Мультимедийная аудитория, E706	Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)
Компьютерный класс кафедры Гидротехники, теории зданий и сооружений, ауд. E708 и E709, на 50 человек	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK, Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi, беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А – уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскопечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеовувелечителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками

Практические работы по «Информационным технологиям в строительстве» проводятся в компьютерных классах E708, E709, с установленными соответствующими пакетами прикладных программ. Кроме того, студенты могут использовать собственные персональные компьютеры.

Дополнительно, студентам Дальневосточного федерального университета можно воспользоваться современными персональными компьютерами, установленными в читальном зале библиотеки ДВФУ ауд. А1107.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Информационные технологии в строительстве»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Магистерская программа «Теория и проектирование зданий и сооружений»

Форма подготовки очная

Владивосток

2017

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
	Занятие 1. Численные методы решения прикладных задач строительной отрасли	Подготовка к занятию	4	УО-1
		Расчетно-графическая работа	4	ПР-15
	Занятие 2. Современные технологии компьютерного проектирования	Расчетно-графическая работа	36	ПР--15
	Занятие 3. Информационное сетевое пространство	Подготовка к занятию	4	УО-1
		Конспектирование	4	ПР-6
	июнь	Подготовка к зачету	2	зачет
	ИТОГО		54	

Рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы

1. Работа с теоретическим материалом.

Цель: получить хорошие знания по дисциплине и научиться работать самостоятельно.

Задачи:

- приобретение навыков самостоятельной работы с лекционным материалом;
- приобретение навыков самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой, пользоваться интернет – ресурсами;
- умение анализировать практические задачи, ставить и решать аналогичные задачи.

Работа с теоретическим материалом должна осуществляться на основе практического курса дисциплины.

Работа с литературой предполагает самостоятельную работу с учебниками, книгами, учебными пособиями, учебно-методическими пособиями по выполнению курсовой работы и выпускной квалификационной работы, с

нормативно-правовыми источниками. Перечень литературы: основной, дополнительной, нормативной и интернет-ресурсов приведен в разделе V «Учебно-методическое обеспечение дисциплины» настоящей рабочей программы.

Умение самостоятельно работать с литературой является одним из важнейших условий освоения дисциплины. Поиск, изучение и проработка литературных источников формирует у студентов научный способ познания, вырабатывает навыки умения учиться, позволяет в дальнейшем в практической работе после окончания университета продолжать повышать самостоятельно свою квалификацию и приобретать нужные компетенции для дальнейшего роста в профессии.

Самостоятельная работа с литературными источниками требует от студента усидчивости, терпения и сосредоточенности. Чтобы лучше понять существо вопроса, желательно законспектировать изучаемый материал, сделать нужные пометки, отметить вопросы для консультации с преподавателем.

Методические рекомендации по подготовке доклада

Доклад студента - это самостоятельная работа на тему, предложенную преподавателем (тема может быть выбрана и студентом, но обязательно должна быть согласована с преподавателем). Цель доклада состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Подготовка доклада позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Доклад должен содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики выбранной темы доклады могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из

средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Структура доклада:

- Титульный лист;
- Введение - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически;
- На этом этапе очень важно правильно сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования;
- Основная часть - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса. Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание доклада и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы;
- Заключение - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает доклад или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл, и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Доклад студента следует сопровождать презентационными материалами.

Методические рекомендации по подготовке мультимедиа презентации

1. Первый слайд должен содержать название доклада, ФИО и координаты (номер группы, направление подготовки, адрес электронной почты)

выступающего. Каждый слайд должен иметь заголовок и быть пронумерованным в формате 1/11.

2. Презентация выполняется в программе MS PowerPoint.

3. Презентация начинается с аннотации, где на одном-двух слайдах дается представление, о чем пойдет речь. Большая часть презентаций требует оглашения структуры или ее содержания.

4. Презентация не заменяет, а дополняет доклад. Не надо писать на слайдах то, что можно сказать словами.

5. Оптимальная скорость переключения — один слайд за 1–2 минуты. Для кратких выступлений допустимо два слайда в минуту, но не быстрее. Слушатели должны успеть воспринять информацию и со слайда, и на слух. «Универсальная» оценка – число слайдов равно продолжительности выступления в минутах.

6. Размер шрифта основного текста – не менее 18pt, заголовки \geq 32pt. Наиболее читабельным и традиционно используемым в научных исследованиях является Times New Roman . Необходимо оформлять все слайды в едином стиле.

7. При подготовке презентации рекомендуется в максимальной степени использовать графики, схемы, диаграммы и модели с их кратким описанием. Фотографии и рисунки делают представляемую информацию более интересной и помогают удерживать внимание аудитории, давая возможность ясно понять суть предмета.

Критерии оценки (устного доклада, реферата, сообщения, в том числе выполненных в форме презентаций):

✓ 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно

✓ 85-76 - баллов - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы

✓ 75-61 балл – студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

✓ 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

Критерии оценки презентации доклада:

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы

Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна . использовано 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация не систематизирована и последовательна . Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
Оформление	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

Задания к расчетно-графическим работам

ЗАДАНИЕ К РАБОТЕ №1

Численное интегрирование

Задача №1

Определить площадь между двумя кривыми, заданными аналитически, тремя способами с использованием программы Excel:

1. По формуле прямоугольников
2. По формуле трапеции
3. По формуле Симпсона

Задача №2

Разработан проект подпорной стенки сложной формы толщиной 0,5м.

Определить количество бетона необходимого для ее строительства исходя из размеров, приведенных в таблицах.

Порядок выполнения работы:

1. Построить графики функций $X=f(Yв)$ и $X=f(Yн)$;
2. Определить по формуле трапеций и Симпсона площадь между кривыми;
3. Вычислить объем

Задание к лабораторной работе №1 Задача №1

№/п	ФИО	Функция Y1	Функция Y2	Задача №2
1		$-x^2+4x-3$	$-x+1$	1
2				

3		$2x^2-12x+19$	$-x^2+6x-5$	2
4				
5		$4/x$	$5-x$	3
6				
7		$-2x+2$	$-x^2-4x+3$	4
8				
9		$-x^2-2x+3$	$-2x-1$	5
10				
11		$4/x$	$6-2x$	6
12				
13		$4-x^2$	$-2x+1$	7
14				
15		$(x-2)^2$	$4-x$	8
16				
17		$(x^2/2)-1$	$(1-2x)/2$	9
18				
19		$-x^2/5+12x/5-11/5$	x^2-6x+5	10
20				
21		$x^2/3-10x/3+16/3$	$-x^2+6x-8$	11
22				
23		$(x-4)^2$	$16-x^2$	12
24				
25		$(x-1)^3$	$x-1$	13
26				
27		$-x^2+4x$	$x^2/2-2x$	14
28				
29		$(x-2)^2$	$4-x$	15
30				
31		x^3-10x	$-x^2-4x$	16
32				
33		$4x^2-3x$	x^3	17
34				
35		x^3	$2x-x^2$	18
36				
37		x^3-10x	$-x^2-4x$	19
38				
39		$(4/x)+2$	$8-2x$	20
40				

№/п	ФИО	Функция Y1	Функция Y2	Задача №2
41		$2/x$	$3-x$	21
42				
43		$-x^2-4x+5$	$x+5$	22
44				
45		$9-x^2$	$2x+1$	23
46				
47		x^2	$-x^2-2x$	24
48				
49		$(x-1)^3$	$x-1$	25
50				
51		$-4/x$	$3+x/2$	26
52				
53		$4-x^2$	$-2x+1$	27
54				
55		$-x^2+4x$	$x^2/2-2x$	28
56				
57		x^3-10x	$-x^2-4x$	29
58				
59		$20+x^2$	$10x+4$	30
60				
61		$-x^2+4x-3$	$-x+1$	31
62				
63		$2x^2-12x+19$	$-x^2+6x-5$	32
64				
65		$4/x$	$5-x$	33
66				
67		$-2x+2$	$-x^2-4x+3$	34
68				
69		$-x^2-2x+3$	$-2x-1$	35
70				
71		$4/x$	$6-2x$	36
72				
73		$4-x^2$	$-2x+1$	37
74				
75		$(x-2)^2$	$4-x$	38
76				

77		$(x^2/2)-1$	$(1-2x)/2$	39
78				
79		$-x^2/5+12x/5-11/5$	x^2-6x+5	40
80				

№/п	ФИО	Функция Y1	Функция Y2	Задача №2
81		$x^2/3-10x/3+16/3$	$-x^2+6x-8$	41
82				
83		$(x-4)^2$	$16-x^2$	42
84				
85		$(x-1)^3$	$x-1$	43
86				
87		$-x^2+4x$	$x^2/2-2x$	44
88				
89		$(x-2)^2$	$4-x$	45
90				
91		x^3-10x	$-x^2-4x$	46
92				
92		$4x^2-3x$	x^3	47
94				
95		x^3	$2x-x^2$	48
96				
97		x^3-10x	$-x^2-4x$	49
98				
99		$(4/x)+2$	$8-2x$	50
100				
101		$2/x$	$3-x$	51
102				
103		$-x^2-4x+5$	$x+5$	52
104				
105		$9-x^2$	$2x+1$	53
106				
107		$-x^2+4x-3$	$-x+1$	54
108				
109		$2x^2-12x+19$	$-x^2+6x-5$	55
110				
111		$4/x$	$5-x$	56
112				

113		-2x+2	-x ² -4x+3	57
114				
115		-x ² -2x+3	-2x-1	58
116				
117		4/x	6-2x	59
118				
119		4-x ²	-2x+1	60
120				

Задание к лабораторной работе №1 Задача №2

Вариант 1

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,5
1,0	3,0	0,7
2,0	3,0	1,17
3,0	3,0	1,53
4,5	3,0	1,78
6,5	3,0	1,26

Вариант 2

X	Y _B	Y _H
0,0	3,5	1,0
1,0	3,5	1,3
2,0	3,5	1,57
3,0	3,5	2,03
4,0	3,5	1,38
6,0	3,5	1,76

Вариант 3

X	Y _B	Y _H
0,0	4,0	1,5
1,2	4,0	1,8
2,2	4,0	2,07
3,2	4,0	2,53
4,2	4,0	1,88
6,2	4,0	2,36

Вариант 4

X	Y _B	Y _H
0,0	3,5	1,0
1,4	3,5	1,20
2,4	3,5	1,59
3,4	3,5	2,13
4,4	3,5	1,4
6,4	3,5	1,88

Вариант 5

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,4
1,5	3,0	0,1
2,5	3,0	1,27
3,5	3,0	1,43
4,5	3,0	1,68
6,5	3,0	1,36

Вариант 6

X	Y _B	Y _H
0,0	2,5	0,0
1,0	2,5	0,2
2,0	2,5	0,67
3,0	2,5	1,03
4,5	2,5	0,28
6,5	2,5	0,76

Вариант 7

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,0
1,0	3,0	0,7
2,0	3,0	1,43
3,0	3,0	1,23
4,6	3,0	1,88
6,8	3,0	1,56

Вариант 8

X	Y _B	Y _H
0,0	4,0	1,3
0,8	4,0	1,65
1,8	4,0	1,87
2,8	4,0	2,23
3,8	4,0	1,68
5,8	4,0	2,06

Вариант 9

X	Y _B	Y _H
0,0	3,5	0,5
1,8	3,5	1,13
2,8	3,5	1,67
3,8	3,5	2,23
4,8	3,5	1,98
6,8	3,5	1,63

Вариант 10

X	Y _B	Y _H
0,0	2,0	0,5
1,0	2,0	0,7
2,0	2,0	0,8
3,3	2,0	1,1
4,6	2,0	0,3
6,8	2,0	0,7

Вариант 11

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,4
1,2	3,0	0,6
2,2	3,0	1,03
3,2	3,0	1,43
4,8	3,0	1,68
7,0	3,0	1,16

Вариант 12

X	Y _B	Y _H
0,0	2,5	0,5
1,4	2,5	0,7
2,4	2,5	1,13
3,4	2,5	1,53
5,0	2,5	1,78
7,2	2,5	1,26

Вариант 13

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,5
1,0	3,0	0,7
2,0	3,0	1,13
3,0	3,0	1,53
4,6	3,0	1,78
6,8	3,0	0,62

Вариант 14

X	Y _B	Y _H
0,0	2,0	0,7
1,5	2,0	0,9
2,5	2,0	1,36
3,5	2,0	1,73
4,9	2,0	0,93
7,3	2,0	0,6

Вариант 15

X	Y _B	Y _H
0,0	4,0	0,3
1,4	4,0	0,5
2,4	4,0	0,93
3,4	4,0	1,33
4,9	4,0	1,58
7,1	4,0	1,06

Вариант 16

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,5
0,5	3,0	0,7
2,0	3,0	1,17
3,5	3,0	1,53
5,5	3,0	1,78
8,5	3,0	1,26

Вариант 17

X	Y _B	Y _H
0,0	3,5	1,0
1,0	3,5	1,3
2,5	3,5	1,57
3,5	3,5	2,03
4,5	3,5	1,38
6,5	3,5	1,76

18

X	Y _B	Y _H
0,0	4,0	1,5
1,5	4,0	1,8
2,8	4,0	2,07
3,6	4,0	2,53
4,5	4,0	1,88
8,0	4,0	2,36

Вариант 19

X	Y _B	Y _H
0,0	3,5	1,0
1,2	3,5	1,20
2,2	3,5	1,59
3,5	3,5	2,13
4,5	3,5	1,4
7,0	3,5	1,88

Вариант 20

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,4
1,0	3,0	0,1
2,8	3,0	1,27
4,5	3,0	1,43
5,5	3,0	1,68
9,5	3,0	1,36

Вариант 21

X	Y _B	Y _H
0,0	2,5	0,0
1,0	2,5	0,2
2,5	2,5	0,67
3,0	2,5	1,03
5,5	2,5	0,28
8,5	2,5	0,76

Вариант 22

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,0
0,8	3,0	0,7
2,2	3,0	1,43
3,5	3,0	1,23
5,6	3,0	1,88
9,8	3,0	1,56

Вариант 23

X	Y _B	Y _H
0,0	4,0	1,3
0,5	4,0	1,65
1,5	4,0	1,87
3,0	4,0	2,23
4,8	4,0	1,68
7,8	4,0	2,06

Вариант 24

X	Y _B	Y _H
0,0	3,5	0,5
1,2	3,5	1,13
2,5	3,5	1,67
3,2	3,5	2,23
4,5	3,5	1,98
6,8	3,5	1,63

Вариант

Потребители промысла

Вариант 25

X	Y _B	Y _H
0,0	2,0	0,3
1,5	2,0	0,5
3,0	2,0	0,8
5,3	2,0	1,1
6,6	2,0	0,9
7,8	2,0	0,7

Вариант 26

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,4
1,5	3,0	0,6
3,2	3,0	1,03
4,2	3,0	1,43
5,8	3,0	1,68
8,0	3,0	1,16

Вариант 27

X	Y _B	Y _H
0,0	2,5	0,5
1,4	2,5	0,7
3,4	2,5	1,13
4,4	2,5	1,53
5,5	2,5	1,78
8,2	2,5	1,26

Вариант 28

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,5
1,0	3,0	0,7
2,5	3,0	1,13
3,8	3,0	1,53
5,6	3,0	1,78
7,8	3,0	0,62

Вариант 29

X	Y _B	Y _H
0,0	2,0	0,7
1,0	2,0	0,9
3,5	2,0	1,36
4,5	2,0	1,73
5,8	2,0	0,93
9,3	2,0	0,6

Вариант 30

X	Y _B	Y _H
0,0	4,0	0,3
1,6	4,0	0,5
2,8	4,0	0,93
4,4	4,0	1,33
6,5	4,0	1,58
9,5	4,0	1,06

Вариант 31

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,5
1,5	3,0	0,7
3,0	3,0	1,17
4,5	3,0	1,53
6,5	3,0	1,78
9,5	3,0	1,26

Вариант 32

X	Y _B	Y _H
0,0	3,5	1,0
2,0	3,5	1,3
3,5	3,5	1,57
4,5	3,5	2,03
5,5	3,5	1,38
7,5	3,5	1,76

33

X	Y _B	Y _H
0,0	4,0	1,5
1,5	4,0	1,8
3,8	4,0	2,07
4,6	4,0	2,53
5,5	4,0	1,88
8,0	4,0	2,36

Вариант 34

X	Y _B	Y _H
0,0	3,5	1,0

Вариант 35

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,4

Вариант 36

X	Y _B	Y _H
0,0	2,5	0,0

Вариант

Потребители промысла

1,2	3,5	1,20
3,2	3,5	1,59
4,5	3,5	2,13
5,5	3,5	1,4
7,5	3,5	1,88

1,0	3,0	0,1
3,8	3,0	1,27
5,5	3,0	1,43
6,5	3,0	1,68
10,5	3,0	1,36

2,0	2,5	0,2
4,5	2,5	0,67
6,0	2,5	1,03
8,5	2,5	0,28
10,5	2,5	0,76

Вариант 37

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,0
1,8	3,0	0,7
3,2	3,0	1,43
4,5	3,0	1,23
6,6	3,0	1,88
10,5	3,0	1,56

Вариант 38

X	Y _B	Y _H
0,0	4,0	1,3
1,5	4,0	1,65
2,5	4,0	1,87
5,0	4,0	2,23
7,8	4,0	1,68
9,5	4,0	2,06

Вариант 39

X	Y _B	Y _H
0,0	3,5	0,5
2,2	3,5	1,13
4,5	3,5	1,67
5,2	3,5	2,23
6,5	3,5	1,98
8,5	3,5	1,63

Вариант 40

X	Y _B	Y _H
0,0	2,0	0,0
2,5	2,0	0,0
4,0	2,0	0,0
6,3	2,0	1,0
7,6	2,0	0,0
9,0	2,0	0,0

Вариант 41

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,4
2,5	3,0	0,6
4,2	3,0	1,03
6,2	3,0	1,43
8,8	3,0	1,68
10,0	3,0	1,16

Вариант 42

X	Y _B	Y _H
0,0	2,5	0,5
2,4	2,5	0,7
5,4	2,5	1,13
6,4	2,5	1,53
7,5	2,5	1,78
9,0	2,5	1,26

Вариант 43

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,5
1,0	3,0	0,7
3,5	3,0	1,13
4,8	3,0	1,53
6,6	3,0	1,78

Вариант 44

X	Y _B	Y _H
0,0	2,0	0,7
2,0	2,0	0,9
4,5	2,0	1,36
5,5	2,0	1,73
6,8	2,0	0,93

Вариант 45

X	Y _B	Y _H
0,0	4,0	0,3
2,6	4,0	0,5
4,8	4,0	0,93
6,4	4,0	1,33
8,5	4,0	1,58

Вариант

Потребители промысла

8,8	3,0	0,62
-----	-----	------

11,0	2,0	0,6
------	-----	-----

11,0	4,0	1,06
------	-----	------

Вариант 46

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,5
2,5	3,0	0,7
4,0	3,0	1,17
5,5	3,0	1,53
7,5	3,0	1,78
10,5	3,0	1,26

Вариант 47

X	Y _B	Y _H
0,0	3,5	1,0
2,0	3,5	1,3
4,5	3,5	1,57
6,5	3,5	2,03
8,5	3,5	1,38
11,5	3,5	1,76

48

X	Y _B	Y _H
0,0	4,0	1,5
2,5	4,0	1,8
4,8	4,0	2,07
5,6	4,0	2,53
6,5	4,0	1,88
9,0	4,0	2,36

Вариант 49

X	Y _B	Y _H
0,0	3,5	1,0
2,2	3,5	1,20
4,2	3,5	1,59
5,5	3,5	2,13
6,5	3,5	1,4
8,5	3,5	1,88

Вариант 50

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,4
2,0	3,0	0,1
4,8	3,0	1,27
6,5	3,0	1,43
7,5	3,0	1,68
11,5	3,0	1,36

Вариант 51

X	Y _B	Y _H
0,0	2,5	0,0
2,0	2,5	0,2
5,5	2,5	0,67
7,0	2,5	1,03
9,5	2,5	0,28
12,5	2,5	0,76

Вариант 52

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,0
2,8	3,0	0,7
4,2	3,0	1,43
5,5	3,0	1,23
7,6	3,0	1,88
11,5	3,0	1,56

Вариант 53

X	Y _B	Y _H
0,0	4,0	1,3
2,5	4,0	1,65
3,5	4,0	1,87
6,0	4,0	2,23
8,8	4,0	1,68
10,5	4,0	2,06

Вариант 54

X	Y _B	Y _H
0,0	3,5	0,5
2,2	3,5	1,13
5,5	3,5	1,67
6,2	3,5	2,23
7,5	3,5	1,98
9,5	3,5	1,63

Вариант 55

Вариант 56

Вариант 57

Вариант

Потребители промысла

X	Y _B	Y	X	Y _B	Y _H	X	Y _B	Y _H
0,0	2,0	0,0	0,0	3,0	0,4	0,0	2,5	0,5
2,5	2,0	0,0	2,5	3,0	0,6	2,4	2,5	0,7
5,0	2,0	0,0	5,2	3,0	1,03	6,4	2,5	1,13
7,3	2,0	1,0	7,2	3,0	1,43	7,4	2,5	1,53
8,6	2,0	0,0	9,8	3,0	1,68	8,5	2,5	1,78
10,0	2,0	0,0	11,0	3,0	1,16	10,0	2,5	1,26

Вариант 58

X	Y _B	Y _H
0,0	3,0	0,5
2,0	3,0	0,7
4,5	3,0	1,13
5,8	3,0	1,53
7,6	3,0	1,78
9,8	3,0	0,62

Вариант 59

X	Y _B	Y _H
0,0	2,0	0,7
2,0	2,0	0,9
5,5	2,0	1,36
6,5	2,0	1,73
7,8	2,0	0,93
12,0	2,0	0,6

Вариант 60

X	Y _B	Y _H
0,0	4,0	0,3
3,6	4,0	0,5
5,8	4,0	0,93
7,4	4,0	1,33
9,5	4,0	1,58
12,0	4,0	1,06

Линейная регрессия

1. Выполнить линейную регрессию функции, заданной таблично, с помощью Excel
2. Выполнить линейную регрессию с помощью линии тренда
3. Выполнить линейную регрессию при помощи экспоненциальной, логарифмической и степенной функций

Примечание: верхнее значение X; нижнее значение Y

Вариант	Данные				
1	0,2	1,2	1,79	2,84	4,14
	5,19	7,66	8,88	13,03	15,75
2	0,21	1,12	1,92	2,78	4,12
	1,17	2,82	3,58	4,95	5,98

Вариант

Потребители промысла

3	0,17	0,94	1,87	2,87	4,24
	1,21	2,48	3,26	5,43	6,11
4	0,18	0,79	2,1	3,18	3,9
	1,18	2,21	3,88	4,73	5,73
5	0,28	1,48	3,32	5,28	8,22
	1,22	3,31	5,26	8,69	12,5
6	0,23	2,35	4,69	5,79	8,61
	1,1	3,87	6,93	10,38	15,37
7	0,69	2,43	4,48	5,45	7,28
	4,82	7,46	10,38	12,53	14,61
8	0,15	2,09	3,82	6,65	8,7
	4,0	8,56	11,51	19,12	23,8
9	1,6	6,74	11,88	16,89	20,26
	0,55	1,65	2,52	3,74	4,53
10	0,05	0,57	1,13	1,69	2,02
	0,13	0,2	0,35	0,47	0,68
11	0,2	1,2	1,79	2,84	4,14
	5,29	7,56	8,78	13,13	15,85
12	0,21	1,12	1,92	2,78	4,12
	1,19	2,85	3,55	5,0	5,98
13	0,17	0,94	1,87	2,87	4,24
	1,27	2,45	3,29	5,45	6,15
14	0,18	0,79	2,1	3,18	3,9
	1,18	2,21	3,88	4,73	5,73
15	0,28	1,48	3,32	5,28	8,22
	1,26	3,35	5,29	8,7	12,55
16	0,23	2,35	4,69	5,79	8,61
	1,12	3,85	6,99	10,48	15,4
17	0,69	2,43	1,18	5,45	7,28
	4,83	7,47	10,39	12,54	14,61
18	0,15	2,09	3,82	6,65	8,7
	4,1	8,65	11,62	19,5	23,9
19	1,6	6,74	11,88	16,89	20,26
	0,57	1,55	2,57	3,74	4,55

Потребители промысла

20	0,05	0,57	1,13	1,69	2,02
	0,15	0,23	0,35	0,48	0,65
21	0,2	1,2	1,79	2,84	4,14
	5,19	7,66	8,88	13,03	15,75
22	0,21	1,12	1,92	2,78	4,12
	1,17	2,82	3,58	4,95	5,98
23	0,17	0,94	1,87	2,87	4,24
	1,21	2,48	3,26	5,43	6,11
24	0,18	0,79	2,1	3,18	3,9
	1,18	2,21	3,88	4,73	5,73
25	0,28	1,48	3,32	5,28	8,22
	1,22	3,31	5,26	8,69	12,5
26	0,23	2,35	4,69	5,79	8,61
	1,1	3,87	6,93	10,38	15,37
27	0,69	2,43	4,48	5,45	7,28
	4,82	7,46	10,38	12,53	14,61
28	0,15	2,09	3,82	6,65	8,7
	4,0	8,56	11,51	19,12	23,8
29	1,6	6,74	11,88	16,89	20,26
	0,55	1,65	2,52	3,74	4,53
30	0,05	0,57	1,13	1,69	2,02
	0,13	0,2	0,35	0,47	0,68
31	0,2	1,2	1,79	2,84	4,14
	5,29	7,56	8,78	13,13	15,85
32	0,21	1,12	1,92	2,78	4,12
	1,19	2,85	3,55	5,0	5,98
33	0,17	0,94	1,87	2,87	4,24
	1,27	2,45	3,29	5,45	6,15
34	0,18	0,79	2,1	3,18	3,9
	1,18	2,21	3,88	4,73	5,73
35	0,28	1,48	3,32	5,28	8,22
	1,26	3,35	5,29	8,7	12,55
36	0,23	2,35	4,69	5,79	8,61
	1,12	3,85	6,99	10,48	15,4
37	0,69	2,43	1,18	5,45	7,28

Вариант

Потребители промысла

	4,83	7,47	10,39	12,54	14,61
38	0,15	2,09	3,82	6,65	8,7
	4,1	865	11,62	19,5	23,9
39	1,6	6,74	11,88	16,89	20,26
	0,57	1,55	2,57	3,74	4,55
40	0,05	0,57	1,13	1,69	2,02
	0,15	0,23	0,35	0,48	0,65
41	0,2	1,2	1,79	2,84	4,14
	5,19	7,66	8,88	13,03	15,75
42	0,21	1,12	1,92	2,78	4,12
	1,17	2,82	3,58	4,95	5,98
43	0,17	0,94	1,87	2,87	4,24
	1,21	2,48	3,26	5,43	6,11
44	0,18	0,79	2,1	3,18	3,9
	1,18	2,21	3,88	4,73	5,73
45	0,28	1,48	3,32	5,28	8,22
	1,22	3,31	5,26	8,69	12,5
46	0,23	2,35	4,69	5,79	8,61
	1,1	3,87	6,93	10,38	15,37
47	0,69	2,43	4,48	5,45	7,28
	4,82	7,46	10,38	12,53	14,61
48	0,15	2,09	3,82	6,65	8,7
	4,0	8,56	11,51	19,12	23,8
49	1,6	6,74	11,88	16,89	20,26
	0,55	1,65	2,52	3,74	4,53
50	0,05	0,57	1,13	1,69	2,02
	0,13	0,2	0,35	0,47	0,68
51	0,2	1,2	1,79	2,84	4,14
	5,29	7,56	8,78	13,13	15,85
52	0,21	1,12	1,92	2,78	4,12
	1,19	2,85	3,55	5,0	5,98
53	0,17	0,94	1,87	2,87	4,24
	1,27	2,45	3,29	5,45	6,15
54	0,18	0,79	2,1	3,18	3,9
	1,18	2,21	3,88	4,73	5,73

Вариант

Потребители промысла

55	0,28	1,48	3,32	5,28	8,22
	1,26	3,35	5,29	8,7	12,55
56	0,23	2,35	4,69	5,79	8,61
	1,12	3,85	6,99	10,48	15,4
57	0,69	2,43	1,18	5,45	7,28
	4,83	7,47	10,39	12,54	14,61
58	0,15	2,09	3,82	6,65	8,7
	4,1	865	11,62	19,5	23,9
59	1,6	6,74	11,88	16,89	20,26
	0,57	1,55	2,57	3,74	4,55
60	0,05	0,57	1,13	1,69	2,02
	0,15	0,23	0,35	0,48	0,65

Задача о назначении

Отдел кадров предприятия устроил конкурсный набор специалистов на две вакантные должности. На эти новые места (НМ) претендуют 3 прежних сотрудника (ПС), уже работающие в других отделах, и 4 новых сотрудника (НС). Номера новых сотрудников, новых и прежних мест выбираются по вариантам из табл.1. Номера прежних мест являются номерами прежних сотрудников. Отдел кадров оценил по десятибалльной шкале компетентность новых сотрудников (табл.2) и прежних сотрудников (табл.3) для работы и на новых местах, и на прежних местах (ПМ), то есть занимаемых прежними сотрудниками. Необходимо учесть, что руководство предприятия предпочитает, чтобы прежние сотрудники не претендовали на места друг друга. Необходимо распределить сотрудников по должностям наилучшим образом.

Таблица 1.

№ варианта	Новые сотрудники (НС)				Места работы прежних сотрудников (ПМ)			Новые места (НМ)	
	3	4	7	8	1	2	3	1	2
1	3	4	7	8	1	2	3	1	2
2	1	2	5	6	2	5	6	2	3
3	5	6	7	8	1	2	5	3	4
4	3	4	5	6	4	5	6	1	4
5	1	2	3	4	2	3	4	2	4
6	2	4	6	8	3	4	6	1	3
7	1	3	5	7	2	3	6	1	4

Вариант

Потребители промысла

8	2	3	6	7	3	4	5	2	3
9	1	4	5	8	2	3	5	3	4
10	2	3	4	5	1	2	6	1	2

№ варианта	Новые сотрудники (НС)				Места работы прежних сотрудников (ПМ)			Новые места (НМ)	
11	1	2	5	7	1	2	5	2	3
12	1	3	5	7	4	5	6	1	3
13	3	1	7	8	4	2	3	1	2
14	1	2	5	6	2	5	6	2	3
15	5	1	7	8	6	2	5	3	4
16	3	4	5	6	4	5	6	1	4
17	1	2	3	4	2	3	4	2	4
18	2	3	6	8	4	4	6	1	3
19	1	2	5	7	3	3	6	1	4
20	2	3	6	7	3	4	5	2	3
21	1	2	5	8	4	3	5	3	4
22	2	1	4	5	3	2	6	1	2
23	1	1	5	7	2	2	5	2	3
24	1	4	5	7	3	5	6	1	3
25	1	4	7	8	3	2	3	1	2
26	2	2	5	6	1	5	6	2	3
27	1	6	7	8	5	2	5	3	4
28	4	4	5	6	3	5	6	1	4
29	2	2	3	4	1	3	4	2	4
30	3	4	6	8	2	4	6	1	3
31	2	3	5	7	1	3	6	1	4
32	3	3	6	7	2	4	5	2	3
33	2	4	5	8	1	3	5	3	4
34	1	3	4	5	2	2	6	1	2
35	1	2	5	7	1	2	5	2	3

Потребители промысла

36	1	3	5	7	4	5	6	1	3
37	3	4	7	8	1	2	3	1	2
38	1	2	5	6	2	5	6	2	3
39	5	6	7	8	1	2	5	3	4
40	3	4	5	6	4	5	6	1	4
41	1	2	3	4	2	3	4	2	4
42	2	4	6	8	3	4	6	1	3
43	1	3	5	7	2	3	6	1	4
44	2	3	6	7	3	4	5	2	3
№ варианта	Новые сотрудники (НС)				Места работы прежних сотрудников (ПМ)			Новые места (НМ)	
45	1	4	5	8	2	3	5	3	4
46	2	3	4	5	1	2	6	1	2
47	1	2	5	7	1	2	5	2	3
48	1	3	5	7	4	5	6	1	3
49	3	1	7	8	4	2	3	1	2
50	1	2	5	6	2	5	6	2	3
51	5	1	7	8	6	2	5	3	4
52	3	4	5	6	4	5	6	1	4
53	1	2	3	4	2	3	4	2	4
54	2	3	6	8	4	4	6	1	3
55	1	2	5	7	3	3	6	1	4
56	2	3	6	7	3	4	5	2	3
57	1	2	5	8	4	3	5	3	4
58	2	1	4	5	3	2	6	1	2
59	1	1	5	7	2	2	5	2	3
60	1	4	5	7	3	5	6	1	3
61	1	4	7	8	3	2	3	1	2
62	2	2	5	6	1	5	6	2	3
63	1	6	7	8	5	2	5	3	4
64	4	4	5	6	3	5	6	1	4

Потребители промысла

65	2	2	3	4	1	3	4	2	4
66	3	4	6	8	2	4	6	1	3
67	2	3	5	7	1	3	6	1	4
68	3	3	6	7	2	4	5	2	3
69	2	4	5	8	1	3	5	3	4
70	1	3	4	5	2	2	6	1	2
71	1	2	5	7	1	2	5	2	3
72	1	3	5	7	4	5	6	1	3

Таблица 2

Компетентность новых сотрудников

	НМ1	НМ2	НМ3	НМ4	ПМ1	ПМ2	ПМ3	ПМ4	ПМ5	ПМ6
НС1	6	5	7	6	5	6	7	6	7	5
НС2	5	5	8	8	7	6	4	5	8	8
НС3	6	7	5	6	4	5	4	5	6	6
НС4	7	8	7	6	5	7	6	8	5	5
НС5	7	6	6	5	5	4	5	5	4	6
НС6	8	8	9	7	6	7	8	7	9	8
НС7	9	8	9	9	8	7	8	9	8	7
НС8	7	7	8	9	7	8	9	6	7	8

Таблица 3

Компетентность прежних сотрудников

	НМ1	НМ2	НМ3	НМ4	Занимаемое место
ПС1	7	6	6	7	7
ПС2	8	9	7	7	8
ПС3	6	5	6	6	6
ПС4	7	9	6	8	8
ПС5	8	7	8	8	7
ПС6	4	5	6	4	5

ЗАДАЧА 2. Задача коммивояжера

Имеется n городов. Расстояния между любой парой городов i и j известны и составляют c_{ij} . Коммивояжер выезжает из какого-либо города и должен посетить все города, побывав в каждом только один раз и вернуться в исходный город. Ставится задача определить такую последовательность объезда городов, или маршрут, при которой суммарная длина маршрута была бы минимальной.

Варианты заданий для матрицы расстояний (табл. 4)

$$\begin{pmatrix} \infty & a & b & c & d \\ e & \infty & f & g & h \\ k & m & \infty & n & p \\ q & r & s & \infty & t \\ x & y & z & w & \infty \end{pmatrix}$$

Таблица 4

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	<i>q</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>w</i>
<i>1</i>	9	4	2	9	5	7	2	1	4	3	7	3	1	6	7	1	4	4	7	6
<i>2</i>	8	9	1	3	5	7	4	8	6	7	4	2	4	7	1	4	1	3	5	5
<i>3</i>	5	5	4	4	4	3	8	3	2	4	6	1	2	7	5	6	5	9	3	4
<i>4</i>	2	6	9	3	3	2	2	4	8	6	1	7	5	7	7	2	9	2	7	1
<i>5</i>	1	8	5	3	1	5	9	5	8	7	8	9	5	8	6	1	5	4	9	4
<i>6</i>	7	7	5	1	8	7	4	2	9	7	8	2	5	6	9	1	6	2	4	3
<i>7</i>	7	1	8	1	9	2	5	9	8	8	6	9	2	7	2	7	6	3	4	1
<i>8</i>	6	6	6	8	8	5	2	9	8	1	8	7	9	4	3	4	1	1	1	7
<i>9</i>	7	7	9	3	8	6	4	6	3	8	5	8	7	3	4	5	8	9	9	5
<i>10</i>	1	2	7	4	2	8	2	3	1	4	4	7	3	1	6	2	7	5	2	8
<i>11</i>	1	2	7	4	2	8	2	3	1	4	4	7	3	1	6	2	7	5	2	8
<i>12</i>	8	2	5	6	9	1	6	2	4	3	9	7	8	2	5	6	9	1	6	2
<i>13</i>	8	5	3	1	5	9	5	8	7	8	9	1	2	7	5	6	5	9	3	4
<i>14</i>	9	5	3	9	6	8	3	2	5	4	8	4	2	7	8	2	5	5	8	7

Потребители промысла

15	9	9	2	4	6	8	5	9	7	8	5	3	5	8	2	5	2	4	6	6
16	6	6	5	5	5	4	9	4	3	5	7	2	3	8	6	7	6	9	4	5

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	<i>q</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>w</i>
17	3	7	9	4	4	3	3	5	9	7	2	8	6	8	8	3	9	3	8	2
18	2	9	6	4	2	6	9	6	9	8	9	9	6	9	7	2	6	5	9	5
19	8	8	6	2	9	8	5	3	9	8	9	3	6	7	9	2	7	3	5	4
20	8	2	9	2	9	3	6	9	9	9	7	9	3	8	3	8	7	4	5	2
21	7	7	7	9	9	6	3	9	9	2	9	8	9	5	2	3	2	2	2	8
22	8	8	9	2	9	7	5	7	4	9	6	9	8	4	5	6	9	9	9	6
23	2	3	8	5	3	9	3	4	2	5	5	8	4	2	7	3	8	6	3	9
24	2	3	8	5	3	9	3	4	2	5	5	8	4	2	7	3	8	6	3	9
25	9	3	6	7	9	2	7	3	5	4	9	8	9	3	6	7	9	2	7	3
26	9	5	4	2	5	9	6	9	8	9	9	2	3	8	6	7	6	9	4	5
27	8	3	1	8	4	6	1	1	3	2	6	2	1	5	6	1	3	3	6	5
28	6	7	1	1	3	5	2	6	4	5	2	1	2	5	1	2	1	1	3	3
29	4	4	3	3	3	2	7	2	1	3	5	1	1	6	4	5	4	8	2	3
30	1	5	8	2	2	1	1	3	7	5	1	6	4	6	6	1	8	1	6	1
31	1	7	5	2	1	4	8	4	7	6	7	8	4	7	5	1	4	3	8	4
32	6	6	4	1	7	6	3	1	8	6	7	1	4	5	8	1	5	1	3	2
33	6	1	7	1	8	1	4	8	7	7	5	8	1	6	1	6	5	2	3	1
34	5	5	5	7	7	4	1	8	7	1	7	6	8	3	2	3	1	1	1	6
35	6	6	8	2	7	5	3	5	2	7	4	7	6	2	4	4	7	8	8	4
36	1	1	6	3	1	7	1	2	1	3	3	6	2	1	5	1	6	4	1	7
37	1	1	6	3	1	7	1	2	1	3	3	7	2	1	5	1	6	4	1	7
38	7	1	4	5	9	1	6	2	3	2	9	7	8	1	4	5	8	1	5	1
39	7	4	2	1	4	8	4	7	6	7	8	1	1	6	4	5	4	8	2	3
40	2	4	9	7	5	9	4	1	2	3	7	3	7	6	1	4	4	6	7	1
41	1	9	8	7	5	3	6	8	4	2	4	7	1	7	4	3	1	5	5	4
42	4	5	5	3	4	4	2	3	8	1	6	4	5	7	2	9	5	4	3	6
43	9	6	2	2	3	3	8	4	2	7	1	6	7	7	5	2	9	1	7	2

Вариант

Потребители промысла

44	5	8	1	5	1	3	8	5	9	9	8	7	6	8	5	4	5	4	9	1
45	5	7	7	7	8	1	9	2	4	2	8	7	9	6	5	2	6	3	4	1
46	8	1	7	2	9	1	8	9	5	9	6	8	2	7	2	3	6	1	4	7
47	6	6	6	5	8	8	8	9	2	7	8	1	3	4	9	1	1	7	1	4
48	9	7	7	6	8	3	3	6	4	8	5	8	4	3	7	9	8	5	9	5
49	7	2	1	8	2	4	1	3	2	7	4	4	6	1	3	5	7	8	2	2
50	7	2	1	8	2	4	1	3	2	7	4	4	6	1	3	5	7	8	2	2
51	5	2	8	1	9	6	4	2	6	7	9	3	5	2	8	1	9	2	6	6
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	<i>q</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>w</i>
52	3	5	8	9	5	1	7	8	5	1	9	8	5	7	2	9	5	4	3	6
53	3	5	9	8	6	9	5	2	3	4	8	4	8	7	2	5	5	7	8	2
54	2	9	9	8	6	4	7	9	5	3	5	8	2	8	5	4	2	6	6	5
55	5	6	6	4	5	5	3	4	9	2	7	5	6	8	3	9	6	5	4	7
56	9	7	3	3	4	4	9	5	3	8	2	7	8	8	6	3	9	2	8	3
57	6	9	2	6	2	4	9	6	9	9	9	8	7	9	6	5	6	5	9	2
58	6	8	8	8	9	2	9	3	5	3	9	8	9	7	6	3	7	4	5	2
59	9	2	8	3	9	2	9	9	6	9	7	9	3	8	3	4	7	2	5	8
60	7	7	7	6	9	9	9	9	3	8	9	2	2	5	9	2	2	8	2	3
61	9	8	8	7	9	2	4	7	5	9	6	9	5	4	8	9	9	6	9	6
62	8	3	2	9	3	5	2	4	3	8	5	5	7	2	4	6	8	9	3	3
63	8	3	2	9	3	5	2	4	3	8	5	5	7	2	4	6	8	9	3	3
64	6	3	9	2	9	7	5	3	7	8	9	4	6	3	9	2	9	3	7	7
65	4	5	9	9	5	2	8	9	6	2	9	9	6	8	3	9	6	5	4	7
66	1	3	8	6	4	8	3	1	1	2	6	2	6	5	1	3	3	5	6	1
67	1	7	6	5	3	1	4	6	2	1	2	5	1	5	2	1	1	3	3	2
68	3	4	4	2	3	3	1	2	7	1	5	3	4	6	1	8	4	3	2	5
69	8	5	1	1	2	2	7	3	1	6	1	5	6	6	4	1	8	1	6	1
70	5	7	1	4	1	2	7	4	8	8	7	6	5	7	4	3	4	4	8	1
71	4	6	6	6	7	1	8	1	3	1	7	6	8	5	4	1	5	2	3	1
72	7	1	6	1	8	1	7	8	4	8	5	7	1	6	1	2	5	1	3	6
73	5	5	5	4	7	7	7	8	1	6	7	1	2	3	8	1	1	6	1	3

Вариант

Потребители промысла

74	8	6	6	5	7	2	2	5	3	7	4	7	4	2	6	8	7	4	8	4
75	6	1	1	7	1	3	1	2	1	6	3	3	5	1	2	4	6	7	1	1
76	6	1	1	7	1	3	1	2	1	7	3	3	5	1	2	4	6	7	1	1
77	4	1	7	1	9	5	3	2	6	7	9	2	4	1	8	1	8	1	5	5

Транспортная задача.

Пусть необходимо организовать оптимальные по транспортным расходам оборудования с трех складов в 12 промыслов. Ежемесячные запасы оборудования на складах равны 120, 270 и 300 единиц, а ежемесячные потребности нефтяных промыслов составляют 60, 90, 70, 100, 70, 100, 80, 110, 110, 130, 75 и 90 шт. соответственно.

Транспортные расходы (руб./ед) по доставке оборудования представлены в таблицах. Между складом № X и промыслом № Y заключен договор о гарантированной поставке M единиц оборудования ежемесячно.

В связи с ремонтными работами временно невозможна перевозка из склада № X1 и промысла № Y1.

Найти оптимальный план перевозок, минимизирующий затраты.

Вариант 1

Потребители промысла

	запасы	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
потребность		121	107	84	125	119	97	129	109	90	109	75	69
Склад 1	351	418	330	247	237	442	442	360	420	473	232	418	222
Склад 2	288	219	332	392	494	403	250	420	487	218	481	423	435
Склад 3	468	484	396	416	238	396	279	489	482	339	398	238	241

$$X=1 \quad Y=12 \quad M=50 \quad X1=3$$

$$Y1=6$$

Вариант 2

Вариант

Потребители промысла

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		61	88	81	103	107	76	93	112	89	102	113	113
Склад 1	449	280	231	208	462	254	355	457	346	400	430	314	245
Склад 2	359	395	475	236	436	363	428	377	351	337	256	247	348
Склад 3	342	489	479	309	363	246	217	308	439	281	422	221	462

X=1 Y=2 M=70 X1=1

Y1=9

Вариант 3

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		121	130	125	71	96	110	89	63	74	117	65	92
Склад 1	332	453	220	491	317	472	408	447	219	320	441	415	500
Склад 2	248	467	393	389	309	254	249	352	215	341	347	225	232
Склад 3	440	270	269	313	462	232	329	377	238	392	302	304	458

X=3 Y=12 M=62 X1=2 Y1=3

Вариант 4

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		77	127	95	85	105	105	123	129	65	106	82	90
Склад 1	258	283	449	492	401	287	256	361	301	271	296	298	470
Склад 2	499	272	331	335	322	203	418	360	399	312	279	488	275
Склад 3	366	306	203	282	369	381	311	281	403	307	347	416	227

X=3 Y=3 M= 54 X1=1 Y1=1

Вариант 5

Потребители промысла

Вариант

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		108	81	127	95	123	102	94	92	74	122	61	78
Склад 1	437	254	295	497	202	234	377	425	220	249	439	441	406
Склад 2	417	340	200	277	452	219	207	417	437	265	229	398	466
Склад 3	273	296	484	493	313	321	352	326	209	357	447	297	491

X=2 Y=4 M=68 X1=1 Y1=1

Вариант 6

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		98	109	69	95	98	83	120	75	126	86	71	62
Склад 1	282	379	489	317	433	426	305	407	256	461	295	254	363
Склад 2	269	360	229	440	313	399	453	418	213	478	467	455	466
Склад 3	313	382	263	256	246	256	255	412	256	284	348	267	451

X=2 Y=3 M=61 X1=1 Y1=9

7

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		83	111	94	93	110	117	90	91	124	101	129	98
Склад 1	439	423	257	448	245	462	334	238	307	366	373	382	462
Склад 2	494	437	495	290	330	268	306	486	336	427	244	307	346
Склад 3	378	256	401	460	272	363	334	371	298	314	277	352	345

X=3 Y=11 M=51 X1=2 Y1=6

Вариант 8

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		88	101	78	81	95	98	67	102	74	102	97	75
Склад 1	428	318	228	352	412	204	427	403	204	333	494	357	291
Склад 2	310	201	337	358	468	244	396	256	284	326	378	470	296

Вариант

Потребители промысла

Склад 3	361	342	428	356	436	447	249	370	350	271	311	491	204
----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

X=2 Y=4 M=62 X1=3 Y1=9

Вариант 9

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		67	86	116	88	63	76	74	117	128	101	69	105
Склад 1	394	478	430	259	421	489	328	311	317	338	406	386	286
Склад 2	211	406	488	387	319	430	433	496	422	479	438	234	269
Склад 3	386	359	461	443	425	218	397	423	360	246	403	442	319

X=1 Y=2 M=60 X1=2 Y1=10

Вариант 10

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		81	105	108	69	67	127	113	93	62	70	85	77
Склад 1	455	313	220	405	464	474	380	231	371	342	338	288	259
Склад 2	306	429	339	401	222	394	447	203	415	253	324	457	244
Склад 3	362	434	270	447	325	335	373	262	500	327	492	297	357

X=2 Y=5 M=69 X1=3 Y1=6

Вариант
Потребители промысла
11

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		127	109	99	124	91	76	121	67	129	130	120	68
Склад 1	228	238	266	273	476	300	435	285	240	252	393	323	336
Склад 2	345	270	439	472	257	328	385	266	207	204	417	300	477
Склад 3	224	343	394	422	346	239	268	481	317	299	399	493	263

X=3 Y=12 M=66 X1=2 Y1=12

Вариант 12

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		67	100	129	76	103	79	73	127	90	76	105	105
Склад 1	368	242	396	283	377	405	349	459	324	409	432	495	367
Склад 2	374	275	391	236	488	415	344	300	498	345	413	318	389
Склад 3	340	269	291	457	326	248	349	464	398	271	251	219	362

X=1 Y=5 M=58 X1=1 Y1=9

Вариант 13

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		79	96	125	82	93	81	99	67	82	100	106	72
Склад 1	389	257	497	331	418	335	204	415	360	291	238	235	473
Склад 2	410	423	272	361	273	457	352	333	395	216	311	464	309
Склад 3	228	203	496	291	448	496	231	417	236	309	369	298	209

X=2 Y=6 M=66 X1=3 Y1=7

Вариант 14

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		78	102	123	99	119	121	81	122	121	106	75	104

Вариант

Потребители промысла

Склад 1	407	451	347	391	350	462	333	467	261	410	256	204	397
Склад 2	272	396	438	202	438	451	480	306	465	400	368	256	207
Склад 3	298	473	452	290	496	456	245	381	432	276	334	330	358

X=1 Y=7 M=53 X1=1 Y1=5

15

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		82	99	126	66	92	68	112	72	93	97	62	72
Склад 1	343	247	370	340	233	269	285	211	376	323	456	398	215
Склад 2	480	322	398	223	392	439	317	344	322	413	270	436	438
Склад 3	214	234	458	463	395	236	398	341	429	247	439	419	459

X=2 Y=7 M=60 X1=2 Y1=10

Вариант 16

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		93	123	76	116	75	73	86	65	119	82	76	84
Склад 1	223	275	418	378	426	366	259	338	321	218	429	460	447
Склад 2	216	203	405	264	390	430	346	278	355	327	453	444	313
Склад 3	281	262	439	372	352	443	385	455	215	351	297	403	353

X=1 Y=3 M=54 X1=1 Y1=5

Вариант 17

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		119	68	109	104	107	76	125	71	108	94	78	69
Склад 1	433	323	319	476	360	486	414	338	488	342	400	365	297
Склад 2	312	267	334	430	319	487	275	281	477	288	284	249	381
Склад 3	215	235	443	378	244	476	328	426	232	241	246	314	389

Вариант

Потребители промысла

X=1 Y=7 M=65 X1=2 Y1=11

Вариант 18

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		63	96	100	92	62	65	69	103	61	66	130	102
Склад 1	206	449	347	350	296	490	493	396	481	306	344	337	345
Склад 2	223	476	339	404	315	212	337	396	297	263	312	386	391
Склад 3	353	392	388	473	459	453	286	269	452	402	325	266	408

X=1 Y=2 M=65 X1=1 Y1=3

19

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		82	80	90	97	64	80	94	126	60	122	119	91
Склад 1	305	204	493	428	269	365	497	349	311	368	310	248	354
Склад 2	460	268	440	303	200	442	259	410	212	446	448	313	230
Склад 3	260	497	469	457	256	277	254	439	466	485	252	336	403

X=2 Y=1 M=50 X1=2
Y1=3

Вариант 20

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		118	105	128	66	89	99	118	126	68	105	91	101
Склад 1	415	405	243	411	265	497	381	384	445	402	401	481	457
Склад 2	463	370	233	205	327	259	405	269	481	479	381	206	487
Склад 3	388	208	479	326	436	396	451	292	275	314	242	257	426

X=2 Y=1 M=50 X1=1
Y1=2

**Вариант
Потребители промысла**

Вариант 21

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		82	90	107	74	111	113	126	72	79	91	78	99
Склад 1	410	373	305	287	411	473	250	309	445	446	419	474	478
Склад 2	298	329	272	397	381	208	288	256	458	386	497	316	425
Склад 3	405	375	406	327	492	356	422	210	355	345	332	455	220

**X=3 Y=6 M=66 X1=2
Y1=6**

Вариант 22

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		96	126	69	81	103	91	112	78	95	112	75	61
Склад 1	382	304	418	386	279	230	297	471	203	450	447	469	365
Склад 2	426	239	305	322	416	341	433	389	488	322	482	233	289
Склад 3	330	375	226	479	369	427	435	312	350	214	405	424	419

**X=1 Y=9 M=60 X1=2
Y1=3 23**

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		117	108	111	73	68	95	90	103	129	129	68	80
Склад 1	275	466	484	270	293	404	404	414	341	281	257	455	409
Склад 2	254	276	267	415	480	319	201	440	296	312	402	482	325
Склад 3	377	344	497	384	488	459	494	227	217	484	368	234	496

X=1 Y=8 M=58 X1=1 Y1=8

Вариант 24

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		73	80	96	119	85	85	102	106	129	100	122	125

Вариант

Потребители промысла

Склад 1	428	386	453	492	352	334	363	462	316	201	462	313	349
Склад 2	486	394	276	205	430	301	341	307	430	437	442	239	323
Склад 3	391	273	242	438	406	299	320	468	413	212	462	454	358

X=3 Y=11 M=59 X1=3 Y1=4

Вариант 25

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		98	69	82	89	81	100	62	95	111	66	128	128
Склад 1	364	231	242	328	421	398	302	213	418	466	229	292	209
Склад 2	228	227	464	432	221	455	225	315	330	389	245	358	318
Склад 3	231	324	454	238	475	303	299	314	493	401	452	371	453

X=3 Y=10 M=56 X1=3 Y1=9

Вариант 26

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		68	116	126	71	116	81	104	96	127	80	126	121
Склад 1	487	218	438	343	380	353	372	393	409	339	360	207	248
Склад 2	225	453	255	218	326	256	390	372	323	416	423	331	219
Склад 3	436	201	445	483	419	380	466	323	481	367	344	463	442

X=3 Y=11 M=59 X1=3 Y1=11

Вариант 27**Потребители промысла**

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		118	73	109	65	75	110	78	71	126	130	100	90
Склад 1	282	451	424	366	317	208	351	268	284	253	303	269	482
Склад 2	383	237	344	340	462	267	233	465	428	415	342	498	493
Склад 3	227	480	498	478	228	359	429	453	459	289	339	266	478

X=2 Y=6 M=51 X1=2 Y1=2

Вариант 28**Потребители промысла**

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		105	64	126	115	65	129	76	125	110	108	106	99
Склад 1	207	450	359	218	231	275	363	457	492	410	376	351	268
Склад 2	382	267	276	257	448	348	439	282	223	400	354	389	455
Склад 3	259	492	361	281	465	262	364	462	286	454	364	235	473

X=3 Y=1 M=50 X1=1 Y1=1

Вариант 29**Потребители промысла**

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		92	64	104	96	114	92	126	85	74	84	107	123
Склад 1	356	468	240	211	431	490	267	443	358	213	407	326	213
Склад 2	432	441	279	280	390	472	372	404	437	395	275	251	355
Склад 3	413	385	298	398	430	464	402	494	259	364	312	488	441

X=2 Y=7 M=69 X1=1 Y1=4

Вариант 30**Потребители промысла**

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		101	98	61	103	125	123	99	89	64	93	103	111

Вариант

Склад 1	200	482	273	223	228	213	487	202	477	212	472	420	209
Склад 2	337	272	477	446	277	208	204	389	201	494	298	377	490
Склад 3	286	417	323	281	212	219	202	243	434	393	359	433	266

X=1 Y=10 M=68 X1=1 Y1=4

31

Потребители промысла

	запасы	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
потребность		84	107	121	97	119	125	90	109	129	69	75	109
Склад 1	351	247	330	418	442	442	237	473	420	360	222	418	232
Склад 2	288	392	332	219	250	403	494	218	487	420	435	423	481
Склад 3	468	416	396	484	279	396	238	339	482	489	241	238	398

X=1 Y=12 M=50 X1=3
Y1=6

Вариант 32

Потребители промысла

	запасы	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
потребность		81	88	61	76	107	103	89	112	93	113	113	102
Склад 1	449	208	231	280	355	254	462	400	346	457	245	314	430
Склад 2	359	236	475	395	428	363	436	337	351	377	348	247	256
Склад 3	342	309	479	489	217	246	363	281	439	308	462	221	422

X=1 Y=2 M=70 X1=1
Y1=9

Вариант 33

Потребители промысла

	запасы	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
потребность		125	130	121	110	96	71	74	63	89	92	65	117
Склад 1	332	491	220	453	408	472	317	320	219	447	500	415	441
Склад 2	248	389	393	467	249	254	309	341	215	352	232	225	347
Склад 3	440	313	269	270	329	232	462	392	238	377	458	304	302

Вариант

**X=3 Y=12 M=62 X1=2
Y1=3**

Вариант 34

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		95	127	77	105	105	85	65	129	123	90	82	106
Склад 1	258	492	449	283	256	287	401	271	301	361	470	298	296
Склад 2	499	335	331	272	418	203	322	312	399	360	275	488	279
Склад 3	366	282	203	306	311	381	369	307	403	281	227	416	347

**X=3 Y=3 M= 54 X1=1
Y1=1 Вариант 35**

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		127	81	108	102	123	95	74	92	94	78	61	122
Склад 1	437	497	295	254	377	234	202	249	220	425	406	441	439
Склад 2	417	277	200	340	207	219	452	265	437	417	466	398	229
Склад 3	273	493	484	296	352	321	313	357	209	326	491	297	447

**X=2 Y=4 M=68 X1=1
Y1=1**

Вариант 36

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№79	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		69	109	98	83	98	95	126	75	120	62	71	86
Склад 1	282	317	489	379	305	426	433	461	256	407	363	254	295
Склад 2	269	440	229	360	453	399	313	478	213	418	466	455	467
Склад 3	313	256	263	382	255	256	246	284	256	412	451	267	348

**X=2 Y=3 M=61 X1=1
Y1=9**

Вариант

Вариант 37

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		94	111	83	117	110	93	124	91	90	98	129	101
Склад 1	439	448	257	423	334	462	245	366	307	238	462	382	373
Склад 2	494	290	495	437	306	268	330	427	336	486	346	307	244
Склад 3	378	460	401	256	334	363	272	314	298	371	345	352	277

X=3 Y=11 M=51 X1=2
Y1=6

Вариант 38

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		78	101	88	98	95	81	74	102	67	75	97	102
Склад 1	428	352	228	318	427	204	412	333	204	403	291	357	494
Склад 2	310	358	337	201	396	244	468	326	284	256	296	470	378
Склад 3	361	356	428	342	249	447	436	271	350	370	204	491	311

X=2 Y=4 M=62 X1=3 Y1=9

Вариант
Потребители промысла
39

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		116	86	67	76	63	88	128	117	74	105	69	101
Склад 1	394	259	430	478	328	489	421	338	317	311	286	386	406
Склад 2	211	387	488	406	433	430	319	479	422	496	269	234	438
Склад 3	386	443	461	359	397	218	425	246	360	423	319	442	403

X=1 Y=2 M=60 X1=2 Y1=10

Вариант 40

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		108	105	81	127	67	69	62	93	113	77	85	70
Склад 1	455	405	220	313	380	474	464	342	371	231	259	288	338
Склад 2	306	401	339	429	447	394	222	253	415	203	244	457	324
Склад 3	362	447	270	434	373	335	325	327	500	262	357	297	492

X=2 Y=5 M=69 X1=3 Y1=6

Вариант 41

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		99	109	127	76	91	124	129	67	121	68	120	130
Склад 1	228	273	266	238	435	300	476	252	240	285	336	323	393
Склад 2	345	472	439	270	385	328	257	204	207	266	477	300	417
Склад 3	224	422	394	343	268	239	346	299	317	481	263	493	399

X=3 Y=12 M=66 X1=2 Y1=12

Вариант 42

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		129	100	67	79	103	76	90	127	73	105	105	76

Вариант

Потребители промысла

Склад 1	368	283	396	242	349	405	377	409	324	459	367	495	432
Склад 2	374	236	391	275	344	415	488	345	498	300	389	318	413
Склад 3	340	457	291	269	349	248	326	271	398	464	362	219	251

X=1 Y=5 M=58 X1=1 Y1=9

Вариант 43

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		125	96	79	81	93	82	82	67	99	72	106	100
Склад 1	389	331	497	257	204	335	418	291	360	415	473	235	238
Склад 2	410	361	272	423	352	457	273	216	395	333	309	464	311
Склад 3	228	291	496	203	231	496	448	309	236	417	209	298	369

X=2 Y=6 M=66 X1=3 Y1=7

Вариант 44

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		123	102	78	121	119	99	121	122	81	104	75	106
Склад 1	407	391	347	451	333	462	350	410	261	467	397	204	256
Склад 2	272	202	438	396	480	451	438	400	465	306	207	256	368
Склад 3	298	290	452	473	245	456	496	276	432	381	358	330	334

X=1 Y=7 M=53 X1=1 Y1=5

Вариант 45

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		126	99	82	68	92	66	93	72	112	72	62	97
Склад 1	343	340	370	247	285	269	233	323	376	211	215	398	456

Вариант

Потребители промысла

Склад 2	480	223	398	322	317	439	392	413	322	344	438	436	270
Склад 3	214	463	458	234	398	236	395	247	429	341	459	419	439

X=2 Y=7 M=60 X1=2 Y1=10

Вариант 46

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		76	123	93	73	75	116	119	65	86	84	76	82
Склад 1	223	378	418	275	259	366	426	218	321	338	447	460	429
Склад 2	216	264	405	203	346	430	390	327	355	278	313	444	453
Склад 3	281	372	439	262	385	443	352	351	215	455	353	403	297

X=1 Y=3 M=54 X1=1 Y1=5

47

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		109	68	119	76	107	104	108	71	125	69	78	94
Склад 1	433	476	319	323	414	486	360	342	488	338	297	365	400
Склад 2	312	430	334	267	275	487	319	288	477	281	381	249	284
Склад 3	215	378	443	235	328	476	244	241	232	426	389	314	246

**X=1 Y=7 M=65 X1=2
Y1=11**

Вариант 48

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		100	96	63	65	62	92	61	103	69	102	130	66
Склад 1	206	350	347	449	493	490	296	306	481	396	345	337	344
Склад 2	223	404	339	476	337	212	315	263	297	396	391	386	312
Склад 3	353	473	388	392	286	453	459	402	452	269	408	266	325

Вариант

Потребители промысла
X=1 Y=2 M=65 X1=1
Y1=3

Вариант 49**Потребители промысла**

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		90	80	82	80	64	97	60	126	94	91	119	122
Склад 1	305	428	493	204	497	365	269	368	311	349	354	248	310
Склад 2	460	303	440	268	259	442	200	446	212	410	230	313	448
Склад 3	260	457	469	497	254	277	256	485	466	439	403	336	252

X=2 Y=1 M=50 X1=2
Y1=3

Вариант 50**Потребители промысла**

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		128	105	118	99	89	66	68	126	118	101	91	105
Склад 1	415	411	243	405	381	497	265	402	445	384	457	481	401
Склад 2	463	205	233	370	405	259	327	479	481	269	487	206	381
Склад 3	388	326	479	208	451	396	436	314	275	292	426	257	242

X=2 Y=1 M=50 X1=1
Y1=2

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Информационные технологии в строительстве			
Разработчики: Фарафонов А.Э.	Идентификационный номер: РПУД 39-08.04.01 Б1.Б.7-2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре Гидротехники, теории зданий и сооружений	Лист 62 из 126

Вариант 51

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		107	90	82	113	111	74	79	72	126	99	78	91
Склад 1	410	287	305	373	250	473	411	446	445	309	478	474	419
Склад 2	298	397	272	329	288	208	381	386	458	256	425	316	497
Склад 3	405	327	406	375	422	356	492	345	355	210	220	455	332

X=3 Y=6 M=66 X1=2 Y1=6

Вариант 52

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		69	126	96	91	103	81	95	78	112	61	75	112
Склад 1	382	386	418	304	297	230	279	450	203	471	365	469	447
Склад 2	426	322	305	239	433	341	416	322	488	389	289	233	482
Склад 3	330	479	226	375	435	427	369	214	350	312	419	424	405

X=1 Y=9 M=60 X1=2 Y1=3

Вариант 53

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		111	108	117	95	68	73	129	103	90	80	68	129
Склад 1	275	270	484	466	404	404	293	281	341	414	409	455	257
Склад 2	254	415	267	276	201	319	480	312	296	440	325	482	402
Склад 3	377	384	497	344	494	459	488	484	217	227	496	234	368

X=1 Y=8 M=58 X1=1 Y1=8

Вариант 54

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		96	80	73	85	85	119	129	106	102	125	122	100
Склад 1	428	492	453	386	363	334	352	201	316	462	349	313	462

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Информационные технологии в строительстве			
Разработчики: Фарафонов А.Э.	Идентификационный номер: РПУД 39-08.04.01 Б1.Б.7-2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре Гидротехники, теории зданий и сооружений	Лист 63 из 126

Склад 2	486	205	276	394	341	301	430	437	430	307	323	239	442
Склад 3	391	438	242	273	320	299	406	212	413	468	358	454	462

X=3 Y=11 M=59 X1=3 Y1=4 55

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		82	69	98	100	81	89	111	95	62	128	128	66
Склад 1	364	328	242	231	302	398	421	466	418	213	209	292	229
Склад 2	228	432	464	227	225	455	221	389	330	315	318	358	245
Склад 3	231	238	454	324	299	303	475	401	493	314	453	371	452

X=3 Y=10 M=56 X1=3 Y1=9

Вариант 56

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		126	116	68	81	116	71	127	96	104	121	126	80
Склад 1	487	343	438	218	372	353	380	339	409	393	248	207	360
Склад 2	225	218	255	453	390	256	326	416	323	372	219	331	423
Склад 3	436	483	445	201	466	380	419	367	481	323	442	463	344

X=3 Y=11 M=59 X1=3 Y1=11

Вариант 57

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		109	73	118	110	75	65	126	71	78	90	100	130
Склад 1	282	366	424	451	351	208	317	253	284	268	482	269	303
Склад 2	383	340	344	237	233	267	462	415	428	465	493	498	342
Склад 3	227	478	498	480	429	359	228	289	459	453	478	266	339

X=2 Y=6 M=51 X1=2 Y1=2

Вариант 58

Потребители промысла

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Информационные технологии в строительстве			
Разработчики: Фарафонов А.Э.	Идентификационный номер: РПУД 39-08.04.01 Б1.Б.7-2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре Гидротехники, теории зданий и сооружений	Лист 64 из 126

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		126	64	105	129	65	115	110	125	76	99	106	108
Склад 1	207	218	359	450	363	275	231	410	492	457	268	351	376
Склад 2	382	257	276	267	439	348	448	400	223	282	455	389	354
Склад 3	259	281	361	492	364	262	465	454	286	462	473	235	364

X=3 Y=1 M=50 X1=1 Y1=1

Вариант 59

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		104	64	92	92	114	96	74	85	126	123	107	84
Склад 1	356	211	240	468	267	490	431	213	358	443	213	326	407
Склад 2	432	280	279	441	372	472	390	395	437	404	355	251	275
Склад 3	413	398	298	385	402	464	430	364	259	494	441	488	312

X=2 Y=7 M=69 X1=1 Y1=4

Вариант 60

Потребители промысла

	<i>запасы</i>	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
<i>потребность</i>		61	98	101	123	125	103	64	89	99	111	103	93
Склад 1	200	223	273	482	487	213	228	212	477	202	209	420	472
Склад 2	337	446	477	272	204	208	277	494	201	389	490	377	298
Склад 3	286	281	323	417	202	219	212	393	434	243	266	433	359

X=1 Y=10 M=68 X1=1 Y1=4

Методические указания к выполнению расчетно-графических работ.

Методические указания к выполнению расчетно-графических работ приведены в Приложении 3

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Информационные технологии в строительстве			
Разработчики: Фарафонов А.Э.	Идентификационный номер: РПУД 39-08.04.01 Б1.Б.7-2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре Гидротехники, теории зданий и сооружений	Лист 65 из 126

Критерии выставления оценки студенту за выполнение расчетно-графических работ по дисциплине «Динамика гидротехнических сооружений»

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-86 баллов	<i>«зачтено»/ «отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85-76 баллов	<i>«зачтено»/ «хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61 балл	<i>«зачтено»/ «удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50 баллов	<i>«не зачтено»/ «неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Информационные технологии в строительстве			
Разработчики: Фарафонов А.Э.	Идентификационный номер: РПУД 39-08.04.01 Б1.Б.7-2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре Гидротехники, теории зданий и сооружений	Лист 66 из 126



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Информационные технологии в строительстве»
Направление подготовки 08.04.01 Строительство
Магистерская программа «Теория и проектирование зданий и сооружений»
Форма подготовки очно-заочная

Владивосток

2017

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Информационные технологии в строительстве			
Разработчики: Фарафонов А.Э.	Идентификационный номер: РПУД 39-08.04.01 Б1.Б.7-2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре Гидротехники, теории зданий и сооружений	Лист 67 из 126

**Паспорт
фонда оценочных средств
по дисциплине Информационные технологии в строительстве**
(наименование дисциплины, вид практики)

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
(ОК-7) умение быстро осваивать новые предметные области, выявлять противоречия, проблемы и вырабатывать альтернативные варианты их решения	знает	об информационном потенциале общества, информационных ресурсах и услугах в строительной отрасли.
	умеет	обрабатывать и анализировать данные, использовать вычислительные методы, современные технологии проектирования.
	владеет	современной вычислительной техникой, компьютерными технологиями и способами их использования в профессиональной деятельности; методами оптимального размещения информации.
(ОПК-6) способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение.	знает	об программных и аппаратных средствах, используемых в WEB – технологиях; основы информационной безопасности; технологии информационного моделирования зданий.
	умеет	использовать программные продукты системного хранения, обработки и передачи информации, оболочки экспертных систем; программы для информационного моделирования.
	владеет	методами передачи информации по сетям; основными методами и средствами обеспечения информационной безопасности при работе в сети Интернет; создание BIM модели здания, ее модификации и совершенствования.
(ПК-4) способностью вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	знает	основы создания цифровых моделей зданий и сооружений
	умеет	использовать программные продукты для создания проектов на различных стадиях проектирования
	владеет	основными методами разработки проектов с использованием современных графических и расчетных

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Информационные технологии в строительстве			
Разработчики: Фарафонов А.Э.	Идентификационный номер: РПУД 39-08.04.01 Б1.Б.7-2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре Гидротехники, теории зданий и сооружений	Лист 68 из 126

	КОМПЛЕКСОВ
--	------------

**Формы текущего и промежуточного контроля по дисциплине
«Информационные технологии в строительстве»**

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Занятие 1. Численные методы решения прикладных задач строительной отрасли	(ОК-7)	основные законы физики и математики, механики, теории упругости.	УО-1	Зачет Вопросы 1-6
			применять закономерности механики при моделировании основных процессов строительной области.	ПР-15	Зачет Вопросы 7-15
			терминологией технических дисциплин; методами статистической обработки результатов.	ПР-15	Зачет Вопросы 7-15
		(ОПК-6)	Основные приемы математического моделирования физических процессов.	УО-1	Зачет Вопросы 1-6
		Определить математическую модель физического или технологического	ПР-15	Зачет Вопросы 7-15	

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Информационные технологии в строительстве			
Разработчик: Фарафонов А.Э.	Идентификационный номер: РПУД 39-08.04.01 Б1.Б.7-2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре Гидротехники, теории зданий и сооружений	Лист 69 из 126

			процесса, анализировать полученную информацию.		
			Методами математического моделирования, программными комплексами, позволяющими эффективно решать поставленные задачи.	ПР-15	Зачет Вопросы 7-15
2	Занятие 2. Современные технологии компьютерного проектирования	(ОК-7)	основные законы физики и математики, механики, теории упругости.	УО-1	Зачет Вопросы 16-32
			применять закономерности механики при моделировании основных процессов строительной области.	ПР-15	Зачет Вопросы 16-32
			терминологией технических дисциплин; методами статистической обработки результатов.	ПР-15	Зачет Вопросы 16-32
		(ПК-4)	Теорию информационного моделирования зданий,	УО-1	Зачет Вопросы 16-32
			Правильно применяет программы для информационного моделирования.	ПР-15	Зачет Вопросы 16-32
			создание BIM	ПР-15	Зачет

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Информационные технологии в строительстве			
Разработчики: Фарафонов А.Э.	Идентификационный номер: РПУД 39-08.04.01 Б1.Б.7-2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре Гидротехники, теории зданий и сооружений	Лист 70 из 126

			модели здания, ее модификации и совершенствования		Вопросы 16-32
3	Занятие 3. Информационное сетевое пространство	(ОК-7)	Об информационном потенциале общества; об информационной безопасности	УО-1	Зачет Вопросы 16-32
			Обрабатывать и анализировать данные.	ПР-6	Зачет Вопросы 16-32
			терминологией информационного пространства; методами оптимального размещения информации.	ПР-6	Зачет Вопросы 16-32
		(ОПК-6)	об программных и аппаратных средствах, используемых в WEB – технологиях.	УО-1	Зачет Вопросы 16-32
		использовать программные продукты системного хранения, обработки и передачи информации, оболочки экспертных систем.	ПР-6	Зачет Вопросы 16-32	
			методами передачи информации по сетям; основными методами и средствами обеспечения информационной безопасности при	ПР-6	Зачет Вопросы 16-32

Разработчики: Фарафонов А.Э.	Идентификационный номер: РПУД 39-08.04.01 Б1.Б.7-2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре Гидротехники, теории зданий и сооружений	Лист 71 из 126
---------------------------------	--	---	----------------

			работе в сети Интернет.		
--	--	--	----------------------------	--	--

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Информационные технологии в строительстве			
Разработчики: Фарафонов А.Э.	Идентификационный номер: РПУД 39-08.04.01 Б1.Б.7-2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре Гидротехники, теории зданий и сооружений	Лист 72 из 126

Шкала оценивания уровня сформированности компетенции

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
	(ОК-7) умение быстро осваивать новые предметные области, выявлять противоречия, проблемы и выработать альтернативные варианты их решения	знает (пороговый уровень)	об информационном потенциале общества, информационных ресурсах и услугах в строительной отрасли.	Знает определения основных понятий информационных ресурсов; знает источники информации об услугах строительной отрасли
умеет (продвинутой)		обрабатывать и анализировать данные, использовать вычислительные методы, современные технологии проектирования.	Может применять современные методы проектирования; может собрать сведения о новых тенденциях в области строительства; может применять вычислительные методы для решения прикладных задач	Способность применять современные методы проектирования; способность собрать сведения о новых тенденциях в области строительства; применять вычислительные методы для решения прикладных задач
владеет (высокий)		современной вычислительной техникой, компьютерными технологиями и способами их использования в профессиональной деятельности; методами	Может разработать методы решения на основе численных моделей с использованием вычислительных комплексов; может	Способность разработать методы решения на основе численных моделей с использованием вычислительных комплексов; способность

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Информационные технологии в строительстве			
Разработчики: Фараонов А.Э.	Идентификационный номер: РПУД 39-08.04.01 Б1.Б.7-2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре Гидротехники, теории зданий и сооружений	Лист 73 из 126

		оптимального размещения информации.	предложить новые методы проектирования с использованием современных вычислительных средств; может сделать прогноз на основе анализа и обработки данных; знает методы размещения информации.	предложить новые методы проектирования с использованием современных вычислительных средств; способность сделать прогноз на основе анализа и обработки данных; владеет методами размещения информации.
<p>(ОПК-6) способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение.</p>	знает	об программных и аппаратных средствах, используемых в WEB – технологиях; основы информационной безопасности; технологию информационного моделирования зданий.	Знает определения основных программных и аппаратных средств, используемых в web-технологиях; может привести примеры информационных угроз; может описать основные принципы информационной безопасности.	Знает определения основных программных и аппаратных средств, используемых в web-технологиях; может привести примеры информационных угроз; может описать основные принципы информационной безопасности.
	умеет	использовать программные продукты системного хранения, обработки и передачи информации, оболочки экспертных систем; программы для информационного моделирования.	Знает основные программные продукты системного хранения, обработки и передачи информации; знает основные экспертные системы и программные оболочки, предназначенные для работы в них; знает основы информационного моделирования зданий и	Владеет методами работы с системами передачи и обработки информации; владеет приемами работы с программными оболочками экспертных систем; владеет методами создания информационной модели здания.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Информационные технологии в строительстве			
Разработчики: Фараонов А.Э.	Идентификационный номер: РПУД 39-08.04.01 Б1.Б.7-2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре Гидротехники, теории зданий и сооружений	Лист 74 из 126

			сооружений.	
	владеет	методами передачи информации по сетям; основными методами и средствами обеспечения информационной безопасности при работе в сети Интернет; создание BIM модели здания, ее модификации и совершенствования.	Знает способы передачи информации с использованием сетевых технологий; знает системы обеспечения информационной безопасности при работе в сети интернет; знает принципы формирования BIM модели здания, ее модификации и совершенствования	Владеет передачей информации с использованием сетевых технологий; работает с системой обеспечения информационной безопасности при работе в сети интернет; владеет программными продуктами создания BIM модели и ее модификации.
(ПК-4) способностью вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	знает	основы создания цифровых моделей зданий и сооружений	Знает определение цифровой модели зданий и сооружений; владеет способностью сформулировать задание по созданию цифровой модели; понимает требования, предъявляемые к цифровой модели.	Может описать основные требования к цифровой модели здания; может сформулировать задание по созданию цифровой модели; может привести примеры требований, предъявляемые к цифровой модели.
	умеет	использовать программные продукты для создания проектов на различных стадиях проектирования	Может работать с современными программными продуктами, используемыми в строительной сфере; может найти подходящее ПО для выполнения текущих задач; может изучить современное программное обеспечение	Применяет современные программные продукты в строительной сфере; может сравнить программное обеспечение необходимое для выполнения текущих задач и сопоставить их характеристики; может изучить современное программное обеспечение

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Информационные технологии в строительстве			
Разработчики: Фараонов А.Э.	Идентификационный номер: РПУД 39-08.04.01 Б1.Б.7-2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре Гидротехники, теории зданий и сооружений	Лист 75 из 126

			для реализации определенного типа проектирования.	для реализации определенного типа проектирования.
	владеет	основными методами разработки проектов с использованием современных графических и расчетных комплексов	Может предложить методы решения задач проектирования на современных вычислительных комплексах; может применять современные расчетно-графические комплексы для решения задач расчета и анализа конструкций; может провести расчет конструкций с использованием современных вычислительных комплексов.	Владеет методами разработки проекта при помощи современных вычислительных комплексов; применяет современные расчетно- графические комплексы для решения задач расчета и анализа конструкций; проводит расчет конструкций с использованием современных вычислительных комплексов

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Информационные технологии в строительстве			
Разработчики: Фараонов А.Э.	Идентификационный номер: РПУД 39-08.04.01 Б1.Б.7-2017	Контрольный экземпляр находится на кафедре Гидротехники, теории зданий и сооружений	Лист 76 из 126

Шкала измерения уровня сформированности компетенций

Итоговый балл	1-60	61-75	76-85	86-100
Оценка (пятибалльная шкала)	2 неудовлетворительно	3 удовлетворительно	4 хорошо	5 отлично
Уровень сформированности компетенций	отсутствует	пороговый (базовый)	продвинутый	высокий (креативный)

**Содержание методических рекомендаций,
определяющих процедуры оценивания результатов освоения дисциплины
«Информационные технологии в строительстве»**

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Информационные технологии в строительстве» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Информационные технологии в строительстве» проводится в форме *защиты практической работы, защиты расчетно-графической работы, презентации*) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Оценка освоения учебной дисциплины «Информационные технологии в строительстве» является комплексным мероприятием, которое в обязательном порядке учитывается и фиксируется ведущим преподавателем. Такие показатели этой оценки, как посещаемость всех видов занятий и тестирование фиксируется в журнале посещения занятий.

Степень усвоения теоретических знаний оценивается такими контрольными мероприятиями как тестирование.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Информационные технологии в строительстве» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и

является обязательной.

В соответствии с рабочим учебным планом по направлению подготовки 08.04.01. Строительство, магистерская программа «Теория и проектирование зданий и сооружений» видом промежуточной аттестации студентов в процессе изучения дисциплины «Информационные технологии в строительстве» является зачет (1 семестр). Зачет проводится в виде устного опроса в форме ответов на вопросы.

Перечень типовых вопросов к зачету:

1. Что такое информационная модель здания BIM (Building Information Modeling)?
2. Какие бывают семейства и для чего они нужны?
3. Зачем наружные стены, крыши и перекрытия сформировали по граням формообразующего элемента?
4. Что у осей означают значки «3D» и «2D»?
5. Как скрыть элемент на виде, показать скрытые элементы и вернуть им видимость?
6. Что означает параметр стены «Неприсоединенная высота»?
7. Как изменить на сформированном листе размер рамки и форму штампа?
8. Как разместить один вид несколько раз на одном листе?
9. Как переназначить файл шаблона для новых проектов?
10. Какое расширение имеют файлы проекта, шаблона проекта и семейства?
11. Зачем назначать слоям стен различные значения их функции?
12. Что такое сердцевина стены?
13. Как создать новый материал и назначить его стене?
14. Для чего предназначена команда «Разместить деколь»?

15. Какую форму может иметь стена, созданная как «Компонент/Модель в контексте»?
16. Что дает присоединение перекрытий к стенам командой «Присоединить элементы геометрии»?
17. Как изменить толщину слоев в многослойной стене на определенном участке по высоте?
18. Что такое рабочая плоскость и как ее переназначить?
19. Откуда загружаются в проект необходимые дополнительные семейства?
20. Как импортировать системное семейство стены в проект из другого проекта?
21. Что такое BIM-технологии?
22. Что такое параметрическое моделирование?
23. Какие параметры влияют на геометрию объекта?
24. Приведите примеры параметров, существенных для проекта, но не меняющих геометрию здания.
25. Интерфейс и начало работы. Создание проекта. Создание структуры проекта.
26. Понятие об АЕС объектах
27. Интеграция с AutoCAD.
28. Новый рисунок
29. Шаблоны
30. Использование библиотек архитектурных элементов и оформления чертежей.
31. AD-стили. Управление изображением.
32. Создание и редактирование стен.
33. Управление подчисткой соединений стен.
34. Стили стен. Изменение свойств стиля стен.

35.Нанесение размеров стен.

36.Создание сложных стен

37.Создание и редактирование стилей торцов.

38.Создание и редактирование проемов.

Оценочные средства для текущей аттестации

Критерии выставления оценки студенту на зачете/ экзамене по дисциплине «Информационные технологии в строительстве»

Баллы (рейтинго- вой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-86 баллов	«зачтено»/ «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85-76 баллов	«зачтено»/ «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61 балл	«зачтено»/ «удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50 баллов	«не зачтено»/ «неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по дисциплине «Информационные технологии в строительстве»
Направление подготовки 08.04.01 Строительство
Магистерская программа «Теория и проектирование зданий и сооружений»
Форма подготовки очно-заочная

Владивосток

2017

Работа №1

Численное интегрирование

Нахождение площади под кривой

Рассмотрим функцию $\psi = 3 + 1,5\xi - 0,25\xi^2$, график которой проведен на рис. 1 жирной линией.

Площадь заштрихованной на рисунке области между кривой и осью x является физическим представлением интеграла

$$\int_1^5 (3 + 1,5\xi - 0,25\xi^2) d\xi. \quad (1)$$

Вычислив каким-либо образом эту площадь, мы тем самым находим интеграл от функции. Все методы численного интегрирования, рассматриваемые в этой главе, основаны на способах приближенного вычисления площади под графиком функции.

Нахождение площади между двумя кривыми

В некоторых случаях область, площадь которой нужно найти, ограничена снизу не осью абсцисс, а другой кривой. В примере, представленном на рис. 2, такая область находится между функциями $y = 3 + 1,5x - 0,25x^2$ и $y = 0 + 1,5x - 0,25x^2$. (Очевидно, что ноль, фигурирующий в уравнении второй функции, можно было бы опустить; он просто служит напоминанием, что эти две функции имеют одинаковую форму, однако расположены на разном расстоянии от оси абсцисс.)

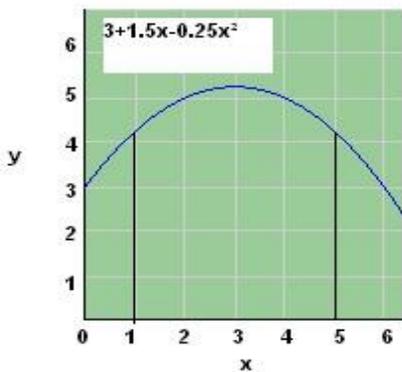


Рис.1.

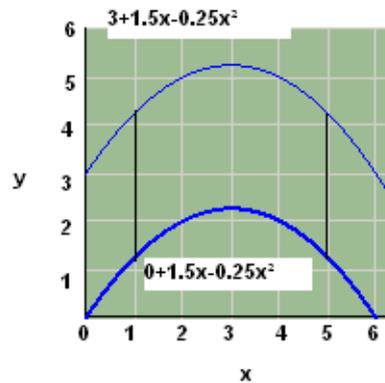


Рис.2

Площадь заштрихованной области на рис. 2 можно найти так: сначала нужно вычислить площадь между графиком верхней функции ($y = 3 + 1,5x - 0,25x^2$) и осью абсцисс, а затем вычесть из нее площадь между графиком нижней функции ($y = 0 + 1,5x - 0,25x^2$) и осью абсцисс (рис. 3).

Если обозначить искомую площадь через S , то сформулированное выше математическое утверждение можно записать так:

$$S = \int_1^5 (3 + 1,5\xi - 0,25\xi^2) d\xi - \int_1^5 (0 + 1,5\xi - 0,25\xi^2) d\xi. \quad (2)$$

В рассматриваемом случае большинство слагаемых сокращается, в результате чего получается очень простое выражение:

$$\sum_{\xi=1}^5 3\delta\xi = 12. \quad (3)$$

Однако в общем случае эти две функции следовало бы интегрировать отдельно, и только тогда производить вычитание.

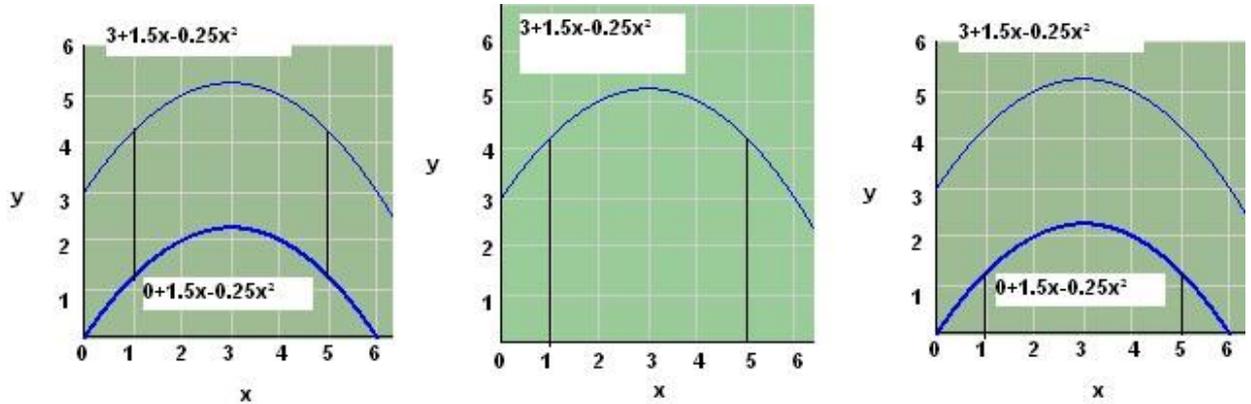


Рис. 3

Методы численного интегрирования

В этом разделе обсуждаются такие методы численного интегрирования:

- приближенное вычисление площади с помощью разбиения на прямоугольники;
- приближенное вычисление площади с помощью разбиения на трапеции; □ метод Симпсона.

Каждый из этих методов будет проиллюстрирован на примере данных, описывающих функцию $\cos(x)$. Это позволит сравнивать результаты численного интегрирования с результатом аналитического интегрирования функции

$$y = \cos(x) \quad (4) \text{ на интервале от } 0 \text{ до } \pi/2:$$

$$\int_0^{\pi/2} \psi \delta\xi = \int_0^{\pi/2} \chi \cos(\xi) \delta\xi = \sigma \nu(\pi/2) - \sigma \nu(0) = 1 \quad (5)$$

Если в электронную таблицу занесены данные по интегрируемой функции, процедура приближенного разбиения области под кривой на множество меньших прямоугольников или трапеций не представляет особой сложности. Процесс можно разделить на такие этапы:

1. Ввод или импортирование данных.
2. Ввод формулы для вычисления площади одного прямоугольника или трапеции.
3. Копирование формулы во все остальные **интервалы** (обратите внимание, что их количество может не совпадать с количеством *точек данных*).
4. Вычисление суммы площадей отдельных фигур разбиения.

Реализация метода Симпсона несколько сложнее, потому что на каждом шаге интегрирования используются два интервала данных. В этом случае следует различать *интервал* (расстояние между двумя точками данных) и *шаг интегрирования* (в указанном методе он равен двум интервалам). Подробнее метод Симпсона рассматривается ниже.

3.1. Вычисление интеграла с помощью разбиения на прямоугольники

Этап	A	B	C	D
1:	Разбиение на прямоугольники			
2:	Высота прямоугольника равна значению			
3:	функции на левом краю интервала			
ввод	x	y = cos x		
или	0,0000	1,0000		
импо	0,1571	0,9877		
ртиро	0,3142	0,9510		
вание	0,4712	0,8910		
данн	0,6283	0,8090		
ых	0,7854	0,7071		
	0,9425	0,5878		
	1,0996	0,4540		
	1,2566	0,3091		
	1,4137	0,1565		
	1,5708	0,0000		

В

электронную таблицу, приведенную на рис. 4, введены четырнадцать пар точек, описывающих функцию косинус.

Этап 2: ввод формулы для вычисления площади одного прямоугольника или трапеции

Площадь под графиком функции косинус приближенно можно вычислить как сумму площадей прямоугольников (рис. 5).

Высота первого прямоугольника равна 1,0 (по значению функции на левом краю первого интервала, содержащегося в ячейке B5). Шаг интегрирования совпадает с шириной интервала $x_2 - x_1$ (A6-A5). Формула площади первого прямоугольника, которая вводится в ячейку C5, имеет вид $= B5*(A4 - A5)$ (рис. 6).

Рис. 4

Линейное преобразование S=1.08

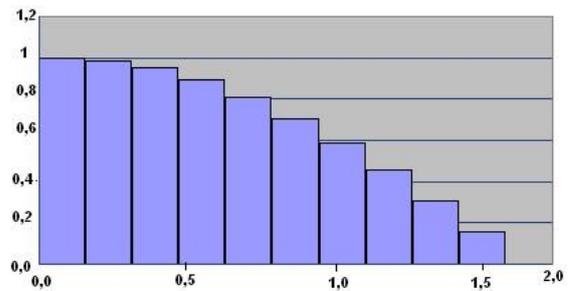


Рис. 5

Этап 3: копирование формулы в остальные интервалы

Следует помнить о том, что количество интервалов на единицу меньше количества пар данных. Поскольку имеется 11 точек, всего получается 10 интервалов. Скопируем формулу из ячейки C5 в диапазон ячеек C5:C14 (будут вычислены площади десяти прямоугольников) (рис. 7).

Этап 4: суммирование площадей всех прямоугольников

Сумма площадей прямоугольников, значения которых содержатся в ячейках C5:C14, дает приближенную оценку площади области под кривой. В рассматриваемом приближении высота прямоугольников, на которые разбивается область под графиком функции, равна значению функции на левом краю интервала разбиения. В этом случае полученное значение площади превышает истинную (вычисленную аналитически) площадь на 7,65%. В результате вычисленная площадь равна не 1, а 1,0765 (рис. 8).

C5		fx =B5*(A6-A5)	
A	B	C	D
1	Разбиение на прямоугольники		
2	Высота прямоугольника равна значению функции на левом краю интервала		
4	x	y = cos x	
5	0,0000	1,0000	0,1571
6	0,1571	0,9877	
7	0,3142	0,9510	
8	0,4712	0,8910	
9	0,6283	0,8090	
10	0,7854	0,7071	
11	0,9425	0,5878	
12	1,0996	0,4540	
13	1,2566	0,3091	
14	1,4137	0,1565	
15	1,5708	0,0000	

Рис. 6

C14		fx =B14*(A15-A14)	
A	B	C	D
1	Разбиение на прямоугольники		
2	Высота прямоугольника равна значению функции на левом краю интервала		
4	x	y = cos x	
5	0,0000	1,0000	0,1571
6	0,1571	0,9877	0,1552
7	0,3142	0,9510	0,1493
8	0,4712	0,8910	0,1400
9	0,6283	0,8090	0,1271
10	0,7854	0,7071	0,1111
11	0,9425	0,5878	0,0923
12	1,0996	0,4540	0,0713
13	1,2566	0,3091	0,0486
14	1,4137	0,1565	0,0246
15	1,5708	0,0000	

Рис. 7

C17		fx =СУММ(C5:C14)	
A	B	C	D
1	Разбиение на прямоугольники		
2	Высота прямоугольника равна значению функции на левом краю интервала		
4	x	y = cos x	
5	0,0000	1,0000	0,1571
6	0,1571	0,9877	0,1552
7	0,3142	0,9510	0,1493
8	0,4712	0,8910	0,1400
9	0,6283	0,8090	0,1271
10	0,7854	0,7071	0,1111
11	0,9425	0,5878	0,0923
12	1,0996	0,4540	0,0713
13	1,2566	0,3091	0,0486
14	1,4137	0,1565	0,0246
15	1,5708	0,0000	
16	Суммарная площадь:		
17			1,0765

Рис. 8

Рассмотрим для сравнения приближение, где высота прямоугольников, на которые разбивается область под графиком функции, равна значению функции на *правом* краю интервала разбиения. Как видно из рис. 9, для функции косинус в этом случае приближенная площадь будет меньше истинной.

Значение функции на правом краю первого интервала содержится в ячейке B6. Ширина интервала по-прежнему равна A6-A5. Таким образом, формула площади первого прямоугольника, введенная в ячейку C6, имеет вид =B6*(A6-A5) (рис. 10).

Уравнение, содержащееся в ячейке C6, следует скопировать в диапазон C6:C15, в результате чего найдем площадь каждого из 10 прямоугольников. Сумма площадей прямоугольников, значения которых содержатся в ячейках C6:C15, дает приближенную оценку площади области под кривой. В данном примере эта сумма вычисляется с помощью формулы =СУММ(C6:C15), помещенной в ячейку C17. В результате вычислений получается, что приближенное значение площади ($S = 0,9194$) примерно на 8% меньше истинного (рис. 11).

Возможно, многие читатели захотят получить более точное значение площади, усреднив результаты, найденные с помощью двух описанных выше приближений. Несомненно, это разумная идея. Такое усреднение эквивалентно описанному ниже приближению, когда область разбивается на трапеции.



Рис. 9

C6		fx =B6*(A6-A5)	
A	B	C	D
1	Разбиение на прямоугольники		
2	Высота прямоугольника равна значению функции на левом краю		
4	x	y = cos x	
5	0,0000	1,0000	
6	0,1571	0,9877	0,1552
7	0,3142	0,9510	
8	0,4712	0,8910	
9	0,6283	0,8090	
10	0,7854	0,7071	
11	0,9425	0,5878	
12	1,0996	0,4540	
13	1,2566	0,3091	
14	1,4137	0,1565	
15	1,5708	0,0000	

Рис. 10

3.2. Вычисление интеграла с помощью разбиения на трапеции

Этап 1: ввод или импортирование данных

Данный этап не отличается от первого этапа, рассмотренного в предыдущем подразделе.

Этап 2: ввод формулы для вычисления площади одной трапеции

Если обозначить правую и левую границы одного из интервалов разбиения через x_n и x_l соответственно, а значения функции на границах — через y_n и y_l , то вершины трапеции на этом интервале будут находиться в точках с координатами $(x_l, 0)$, (x_l, y_l) , (x_n, y_n) , $(x_n, 0)$. Площадь трапеции $S_{\text{трап.}}$ выражается формулой

$$S_{\text{трап.}} = \frac{(y_l + y_n) \cdot (x_n - x_l)}{2} \quad (6)$$

2 Формула, введенная в ячейку C5, имеет вид $=0,5*(B5+B6)*(A6-A5)$ (рис. 12).

C17		fx = СУММ(C6:C15)			
	A	B	C	D	E
1	Разбиение на прямоугольники				
2	Высота прямоугольника равна				
3	значению функции на левом краю				
4	x	y = cos x			
5	0,0000	1,0000			
6	0,1571	0,9877	0,1552		
7	0,3142	0,9510	0,1494		
8	0,4712	0,8910	0,1399		
9	0,6283	0,8090	0,1271		
10	0,7854	0,7071	0,1111		
11	0,9425	0,5878	0,0923		
12	1,0996	0,4540	0,0713		
13	1,2566	0,3091	0,0485		
14	1,4137	0,1565	0,0246		
15	1,5708	0,0000	0,0000		
16	Суммарная				
17	площадь: 0,9194				
18					

Рис. 11

C5		fx = 0,5*(B5+B6)*(A6-A5)			
	A	B	C	D	E
1	Разбиение на прямоугольники				
2	Высота прямоугольника равна				
3	значению функции на левом краю				
4	x	y = cos x	S		
5	0,0000	1,0000	0,1561		
6	0,1571	0,9877			
7	0,3142	0,9510			
8	0,4712	0,8910			
9	0,6283	0,8090			
10	0,7854	0,7071			
11	0,9425	0,5878			
12	1,0996	0,4540			
13	1,2566	0,3091			
14	1,4137	0,1565			
15	1,5708	0,0000			
16					

Рис. 12

Этап 3: копирование формулы в остальные интервалы

Скопируем формулу, содержащуюся в ячейке C5, в диапазон C5:C14 (рис. 13).

Этап 4: суммирование площадей всех трапеций

Для приближенного вычисления площади области под кривой в ячейку C17 введена формула $=\text{СУММ}(C5:C14)$. В результате получаем значение $S = 0,9979$ (рис. 14), которое меньше истинного значения на 0,2%, что существенно лучше по сравнению с двумя предыдущими приближениями.

C14		fx =0,5*(B14+B15)*(A15-A14)			
	A	B	C	D	E
1	Разбиение на прямоугольники				
2	Высота прямоугольника равна				
3	значению функции на левом краю				
4	x	y = cos x	S		
5	0,0000	1,0000	0,1561		
6	0,1571	0,9877	0,1523		
7	0,3142	0,9510	0,1446		
8	0,4712	0,8910	0,1335		
9	0,6283	0,8090	0,1191		
10	0,7854	0,7071	0,1017		
11	0,9425	0,5878	0,0818		
12	1,0996	0,4540	0,0599		
13	1,2566	0,3091	0,0366		
14	1,4137	0,1565	0,0123		
15	1,5708	0,0000			
16					

Рис. 13

C17		fx =СУММ(C5:C14)			
	A	B	C	D	E
1	Разбиение на прямоугольники				
2	Высота прямоугольника равна				
3	значению функции на левом краю				
4	x	y = cos x	S		
5	0,0000	1,0000	0,1561		
6	0,1571	0,9877	0,1523		
7	0,3142	0,9510	0,1446		
8	0,4712	0,8910	0,1335		
9	0,6283	0,8090	0,1191		
10	0,7854	0,7071	0,1017		
11	0,9425	0,5878	0,0818		
12	1,0996	0,4540	0,0599		
13	1,2566	0,3091	0,0366		
14	1,4137	0,1565	0,0123		
15	1,5708	0,0000			
16	Суммарная				
17	площадь: 0,9979				

Рис. 14

Практический пример: вычисление объема фигур сложной формы Подпорная стенка из бетона

Разработан проект подпорной бетонной стенки сложной формы, толщина которой равна 20 см. Подрядчик готов заказать бетон, однако для этого ему нужно определить объем, исходя из размеров, приведенных на рис. 15.

Разобьем эту задачу на такие этапы:

- введем в электронную таблицу размеры стенки;
- вычислим площадь боковой поверхности верхней части стенки;
- вычислим площадь боковой поверхности нижней части стенки;
- вычислим суммарную площадь боковой поверхности;
- умножим полученный результат на толщину стенки, чтобы вычислить объем.

Этап 1:

Размеры стенки введены в электронную таблицу как значения x , y_n , (размеры верхней части) и y_n (размеры нижней части) (рис. 16).

Этап 2:

Вычислим площадь боковой поверхности верхней части, разбивая ее на трапеции (рис. 17).

В ячейке D13 содержится формула =СУММ(D6:D10). **Этап**

3:

Вычислим площадь боковой поверхности нижней части, разбивая ее на трапеции (рис. 18).

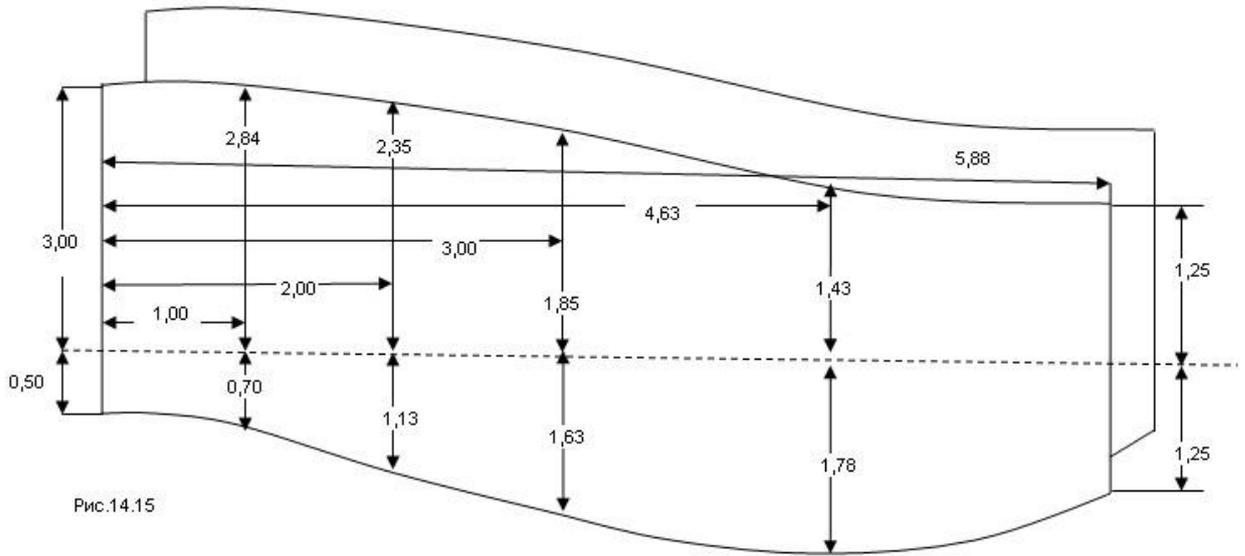


Рис.14.15

Рис. 15

	A	B	C	D
1	Подпорная стенка из бетона			
2				
3	x	У _в	У _н	
4	(м)	(м)	(м)	
5				
6	0,00	3,00	0,50	
7	1,00	2,84	0,70	
8	2,00	2,35	1,13	
9	3,00	1,85	1,53	
10	4,63	1,40	1,78	
11	6,88	1,25	1,26	
12				

Рис. 16

D6		f _к = 0,5*(B6+B7)*(A7-A6)			
	A	B	C	D	E
1	Подпорная стенка из бетона				
2					
3	x	У _в	У _н	S _{в трап}	
4	(м)	(м)	(м)	(м ²)	
5					
6	0,00	3,00	0,50	2,92	
7	1,00	2,84	0,70	2,60	
8	2,00	2,35	1,13	2,10	
9	3,00	1,85	1,53	2,65	
10	4,63	1,40	1,78	2,98	
11	6,88	1,25	1,26		
12				S _{всех}	
13			Сумма:	13,25	
14					

Рис. 17

Этап 4:

Вычислим суммарную площадь поверхности стенки (рис. 19).

Этап 5:

Умножим полученный результат на толщину стенки, чтобы вычислить объем (рис. 20)

E6						=0,5*(C6+C7)*(A7-A6)						
A	B	C	D	E	F							
1	Подпорная стенка из бетона											
2												
3	x	y _в	y _н	S _{в трап}	S _{н трап}							
4	(м)	(м)	(м)	(м ²)	(м ²)							
5												
6	0,00	3,00	0,50	2,92	0,60							
7	1,00	2,84	0,70	2,60	0,92							
8	2,00	2,35	1,13	2,10	1,33							
9	3,00	1,85	1,53	2,65	2,70							
10	4,63	1,40	1,78	2,98	3,42							
11	6,88	1,25	1,26									
12				S _{верхн.}	S _{нижн.}							
13	Сумма:			13,25	8,96							
14												

Рис. 18

F13							=СУММ(D13:E13)						
A	B	C	D	E	F	G							
1	Подпорная стенка из бетона												
2													
3	x	y _в	y _н	S _{в трап}	S _{н трап}								
4	(м)	(м)	(м)	(м ²)	(м ²)								
5													
6	0,00	3,00	0,50	2,92	0,60								
7	1,00	2,84	0,70	2,60	0,92								
8	2,00	2,35	1,13	2,10	1,33								
9	3,00	1,85	1,53	2,65	2,70								
10	4,63	1,40	1,78	2,98	3,42								
11	6,88	1,25	1,26										
12				S _{верхн.}	S _{нижн.}	S _{общ.}							
13	Сумма:			13,25	8,96	22,21	м ²						
14													

Рис. 19

F15							=F13*0,2						
A	B	C	D	E	F	G							
1	Подпорная стенка из бетона												
2													
3	x	y _в	y _н	S _{в трап}	S _{н трап}								
4	(м)	(м)	(м)	(м ²)	(м ²)								
5													
6	0,00	3,00	0,50	2,92	0,60								
7	1,00	2,84	0,70	2,60	0,92								
8	2,00	2,35	1,13	2,10	1,33								
9	3,00	1,85	1,53	2,65	2,70								
10	4,63	1,40	1,78	2,98	3,42								
11	6,88	1,25	1,26										
12				S _{верхн.}	S _{нижн.}	S _{общ.}							
13	Сумма:			13,25	8,96	22,21	м ²						
14													
15						Объем:	4,44	м ³					
16													

Рис. 20

Интегрирование с помощью гладких кривых (метод Симпсона)

Примечание. Метод Симпсона можно использовать при условии, что количество точек нечетное и по оси абсцисс, точки расположены на одинаковых расстояниях.

Этапы, на которые можно разбить метод Симпсона, очень напоминают те, которые использовались в предыдущих случаях, однако следует различать *интервал между соседними точками по оси абсцисс* (data interval) и *шаг интегрирования* (integration step), который в методе Симпсона состоит из двух последовательных интервалов между данными. Именно из-за этой особенности метод Симпсона применим только для четного количества интервалов (или нечетного количества точек). **3.4. Поэтапное описание метода Симпсона**

1. Введите или импортируйте данные.
2. Вычислите расстояние между двумя соседними точками данных по оси x , которое будем в дальнейшем обозначать через h (напомним, что для всех пар точек это расстояние должно быть одинаковым).
3. Введите формулу, по которой вычисляется площадь на одном **шаге интегрирования** (*не* на интервале данных).
4. Скопируйте эту формулу в ячейки, соответствующие остальным шагам интегрирования.
5. Сложите площади отдельных элементов фигуры.

Этап 1: ввод или импортирование данных Не

отличается от предыдущих случаев.

Этап 2: вычисление расстояния между соседними точками данных по оси абсцисс

Поскольку метод Симпсона применяется только тогда, когда данные расположены на одинаковых расстояниях по оси абсцисс, величину h можно вычислить с помощью любых двух соседних точек. В данном случае использованы значения, содержащиеся в ячейках A5 и A6 (рис. 21).

Примечание. Еще раз напоминаем, что h — это не шаг интегрирования, а расстояние между двумя точками по оси абсцисс:

$$\eta = \Delta \xi \quad (14.7)$$

Этап 3: ввод формулы для вычисления площади на одном шаге интегрирования

Формула для вычисления площади S на одном шаге интегрирования имеет вид:

$$S = \eta (\psi_l + 4\psi_z + \psi_p) / 3, \quad (14.8)$$

где u_l, u_c, u_n — значения интегрируемой функции соответственно на левом краю, в центре и на правом краю интервала, образованного двумя интервалами данных (ширина этого интервала равна шагу интегрирования). В столбец C электронной таблицы, изображенной на рис. 14.21, для напоминания введены номера шагов интегрирования. Формула для вычисления площади первого элемента разбиения хранится в ячейке D6 и имеет вид: $=(\$D\$2/3)*(B5+4*B6+B7)$ (рис. 14.22).

Примечание. Знаки доллара в приведенной выше формуле указывают на то, что адрес ячейки, из которой извлекается значение h при последующем копировании должен оставаться неизменным.

C2		fx =A6-A5		
	A	B	C	D
1	Метод Симпсона			
2			h:	0,1571
3				
4	x	y = cos x	Шаг	
5	0,0000	1,0000	1	
6	0,1571	0,9877	1	
7	0,3142	0,9510	2	
8	0,4712	0,8910	2	
9	0,6283	0,8090	3	
10	0,7854	0,7071	3	
11	0,9425	0,5878	4	
12	1,0996	0,4540	4	
13	1,2566	0,3091	5	
14	1,4137	0,1565	5	
15	1,5708	0,0000		
16				

Рис. 21

D5		fx =(\$C\$2/3)*(B5+4*B6+B7)				
	A	B	C	D	E	F
1	Метод Симпсона					
2			h:	0,1571		
3						
4	x	y = cos x	Шаг	S		
5	0,0000	1,0000	1	0,3091		
6	0,1571	0,9877	1			
7	0,3142	0,9510	2			
8	0,4712	0,8910	2			
9	0,6283	0,8090	3			
10	0,7854	0,7071	3			
11	0,9425	0,5878	4			
12	1,0996	0,4540	4			
13	1,2566	0,3091	5			
14	1,4137	0,1565	5			
15	1,5708	0,0000				
16						

Рис. 22

Этап 4: копирование формулы, по которой находится площадь, для вычисления площадей всех остальных элементов разбиения

Формулу из ячейки D6 необходимо скопировать в ячейки, соответствующие всем другим шагам интегрирования. Чтобы выполнить этот процесс быстро, скопируйте формулу в буфер обмена Windows. Затем выверите ячейку D7, после чего, удерживая клавишу <Ctrl>, последовательно щелкните на ячейках D9, D11 и D13. В программе Excel с помощью

клавиши <Ctrl> можно выбирать несколько несмежных интервалов. После того как выбраны все ячейки, в которые нужно скопировать формулу, вставьте ее из буфера обмена (рис. 23).

Этап 5: суммирование площадей отдельных элементов

Для вычисления суммы можно применить формулу =СУММ(D5:D13), поскольку в процессе суммирования пустые ячейки игнорируются. В результате получим приближенное значение площади под кривой, равное 1,0 (фактически, 1,0001327630250), что почти не отличается от 1 (рис. 24).

D13		fx =(\$C\$2/3)*(B13+4*B14+B15)				
	A	B	C	D	E	F
1	Метод Симпсона					
2		h:		0,1571		
3						
4	x	y = cos x	Шаг	S		
5	0,0000	1,0000	1	0,3091		
6	0,1571	0,9877	1			
7	0,3142	0,9510	2	0,2788		
8	0,4712	0,8910	2			
9	0,6283	0,8090	3	0,2213		
10	0,7854	0,7071	3			
11	0,9425	0,5878	4	0,1421		
12	1,0996	0,4540	4			
13	1,2566	0,3091	5	0,0490		
14	1,4137	0,1565	5			
15	1,5708	0,0000				
16						

Рис. 23

D17		fx =СУММ(D5:D13)			
	A	B	C	D	E
1	Метод Симпсона				
2		h:		0,1571	
3					
4	x	y = cos x	Шаг	S	
5	0,0000	1,0000	1	0,3091	
6	0,1571	0,9877	1		
7	0,3142	0,9510	2	0,2788	
8	0,4712	0,8910	2		
9	0,6283	0,8090	3	0,2213	
10	0,7854	0,7071	3		
11	0,9425	0,5878	4	0,1421	
12	1,0996	0,4540	4		
13	1,2566	0,3091	5	0,0490	
14	1,4137	0,1565	5		
15	1,5708	0,0000			
16					
17		Общая площадь:		1,0001	
18					

Рис. 24

Резюме по методу Симпсона

Метод Симпсона довольно прост в применении и хорошо подходит для большинства функций, однако он имеет два ограничения.

1. Количество точек данных должно быть нечетным.
2. Точки должны быть расположены на одинаковом расстоянии по оси абсцисс.

Метод трапеций обладает намного меньшей точностью, однако он очень прост и не имеет упомянутых выше ограничений. Иногда метод Симпсона используется и в том случае, когда количество точек четно; причем данный метод применяется ко всем интервалам, кроме последнего, а площадь последнего элемента приближенно вычисляется по формуле трапеции.

Работа №2

Линейная регрессия

В представлении большинства *линейная регрессия* (linear regression) ассоциируется с вычислением углового коэффициента и точки пересечения с осью ординат аппроксимирующей прямой, которая лучше всего описывает рассматриваемые данные. Однако это только начальные понятия, относящиеся к линейной регрессии. В термине *линейная регрессия* слово "линейная" означает, что уравнения, которые используются для описания данных, должны быть линейными относительно своих коэффициентов; при этом вовсе не подразумевается, что график зависимости должен быть прямой линией или что в уравнении должны фигурировать только два коэффициента (угловой коэффициент и точка пересечения прямой с осью ординат).

1. Выполнение линейной регрессии с помощью функций Excel

В том случае, когда нужно вычислить *угловой коэффициент* (slope) и *найти точку пересечения с осью ординат* (intercept) прямой линии, которая лучше всего описывает набор данных, очень полезными окажутся функции Excel НАКЛОН() и ОТРЕЗОК(). Добавив к ним функцию КВПИРСОН(), вычисляющую *квадрат коэффициента корреляции* (coefficient of determination), получим простейший набор, позволяющий решить многие задачи по анализу данных.

1.2 Простой пример

В качестве примера проанализируем простой набор данных, включающий в себя значения температуры и времени (рис.1). Этот пример позволит ознакомиться с основными приемами проведения регрессионного анализа в Excel.

Для определения углового коэффициента прямой линии, лучше всего описывающей данные, предназначена функция НАКЛОН(). У функции НАКЛОН() два аргумента, расположенные в таком порядке: диапазон ячеек, содержащий значения (значения *зависимой переменной* (dependent variable)), и диапазон ячеек, содержащие значения x (значения *независимой переменной* (independent variable)) (рис.2).

В данном случае изучается зависимость температуры от времени, а не наоборот, поэтому зависимой переменной является температура (ячейки B6:B15), а время (ячейки A6:A15) считается независимой переменной.

Аналогично, точку пересечения прямой регрессии с осью ординат можно найти с помощью функции ОТРЕЗОК() с теми же аргументами (рис.3).

Квадрат коэффициента корреляции (R^2) вычисляется с помощью функции КВПИРСОН() с теми же аргументами, что и у двух предыдущих функций (рис. 4).

	A	B	C	D	E
1	Линейная регрессия с помощью функций Excel				
2					
3	Время	Температура			
4	(минуты)	(К)			
5					
6	0	298			
7	1	299			
8	2	301			
9	3	304			
10	4	306			
11	5	309			
12	6	312			
13	7	316			
14	8	319			
15	9	322			
16					

Рис. 1

	A	B	C	D	E
D6 fx =НАКЛОН(B6:B15;A6:A15)					
1	Линейная регрессия с помощью функций Excel				
2					
3	Время	Температура			
4	(минуты)	(К)			
5					
6	0	298	Наклон:	2,78	
7	1	299	Отрезок:		
8	2	301	R ² :		
9	3	304			
10	4	306			
11	5	309			
12	6	312			
13	7	316			
14	8	319			
15	9	322			
16					

Рис. 2

	A	B	C	D	E
D7 fx =ОТРЕЗОК(B6:B15;A6:A15)					
1	Линейная регрессия с помощью функций Excel				
2					
3	Время	Температура			
4	(минуты)	(К)			
5					
6	0	298	Наклон:	2,78	
7	1	299	Отрезок:	296,1	
8	2	301	R ² :		
9	3	304			
10	4	306			
11	5	309			
12	6	312			
13	7	316			
14	8	319			
15	9	322			
16					

Рис. 3

	A	B	C	D	E
D8 fx =КВПИРСОН(B6:B15;A6:A15)					
1	Линейная регрессия с помощью функций Excel				
2					
3	Время	Температура			
4	(минуты)	(К)			
5					
6	0	298	Наклон:	2,78	
7	1	299	Отрезок:	296,1	
8	2	301	R ² :	0,9864	
9	3	304			
10	4	306			
11	5	309			
12	6	312			
13	7	316			
14	8	319			
15	9	322			
16					

Рис. 4

Полученные результаты свидетельствуют о том, что прямая, лучше всего описывающая данные, имеет угловой коэффициент $b_1 = 2,7758$ К/мин и пересекает ось ординат в точке $b_0 = 296,1$ К. Значение R^2 равно 0,9864 (эти величины извлечены непосредственно из данных, без построения диаграммы).

Таким образом, вычислен угловой коэффициент, найдена точка пересечения линии регрессии с осью ординат, а также величина R^2 . Насколько хорошо прямая линия описывает данные? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо построить диаграмму с данными и линией регрессии, позволяющую визуально убедиться в степени их совпадения.

2. Выполнение линейной регрессии с помощью линии тренда

Регрессионный анализ в Excel невероятно прост. Как только данные представлены в графическом виде, регрессия выполняется с помощью нескольких щелчков мыши, поэтому регрессия с использованием прямой часто применяется несмотря на то, что зависимость между переменными не линейная, а более сложная. Сформулируем практическое правило: *всегда следует строить диаграмму, на которой представлена кривая регрессии и данные, чтобы можно было визуально оценить степень совпадения.* В

том случае, когда регрессия проводится с помощью линии тренда, кривая регрессии автоматически добавляется на диаграмму с соответствующими данными.

2.1. Выполнение простейшей линейной регрессии с помощью прямой

Для выполнения линейной регрессии, в процессе которой вычисляется угловой коэффициент и точка пересечения аппроксимирующей прямой с осью ординат, вычисляются различные суммы, включающие в себя значения x (независимой переменной) и y (зависимой переменной). С помощью этих сумм и уравнений (1) можно было бы вычислить угловой коэффициент b_1 и найти точку пересечения прямой регрессии, лучше всего описывающей данные, с осью ординат (b_0). Однако в этом нет нужды, так как формулы (1) встроены в Excel. 1

$$\beta_1 = \frac{\sum_i \xi_i \psi_i - N_{\text{точ}} \sum_i \xi_i \sum_i \psi_i}{\left(\sum_i \xi_i^2 - \frac{1}{N_{\text{точ}}} \left(\sum_i \xi_i \right)^2 \right)}; \quad (1)$$

$$\beta_0 = \frac{\sum_i \psi_i}{N_{\text{точ}}} - \beta_1 \sum_i \xi_i.$$

В уравнениях (1) обозначение i , подразумевает суммирование по всем данным, а индекс i , нумерующий результаты измерений, пробегает значения от 1 до количества всех данных $N_{\text{дан}}$.

При построении на диаграмме линии тренда Excel автоматически вычисляет все необходимые суммы, затем находит значения коэффициентов b_1 , и b_0 , а также квадрат коэффициента корреляции (достоверность аппроксимации) R^2 . Благодаря тому, что линия тренда строится на диаграмме, можно убедиться, насколько хорошо она описывает данные.

Уравнение линии тренда и значение R^2 по умолчанию на диаграмме не отображаются. Чтобы отобразить эту информацию, следует воспользоваться вкладкой Параметры диалогового окна Линия тренда.

Продemonстрируем применение линии тренда на примере данных, рассмотренных в предыдущем разделе. Первый шаг в использовании линии тренда для получения уравнения регрессии — это представление данных в графическом виде на точечной диаграмме (рис. 5).

Примечание. Обычно данные на точечной диаграмме отмечаются маркерами, но не соединяются кривыми, чтобы лучше было видно, насколько близко от них проходит аппроксимирующая линия.

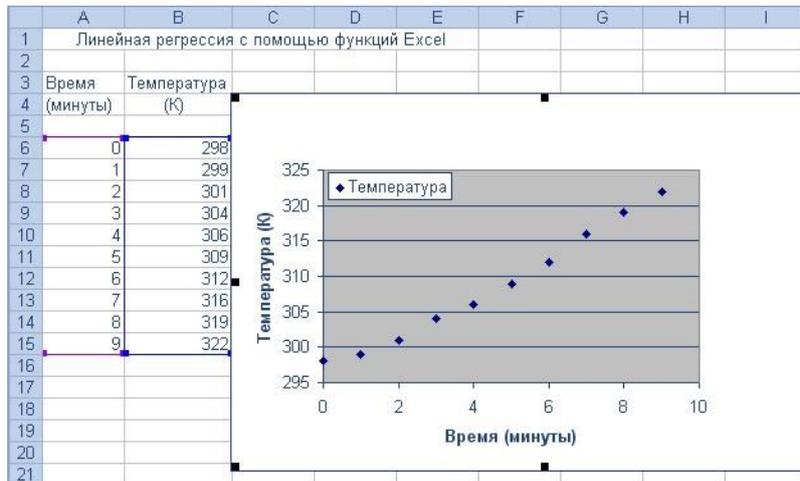


Рис. 5

Затем щелкните правой кнопкой мыши на любом из маркеров данных и во всплывающем меню выберите команду Добавить линию тренда... (рис. 6).

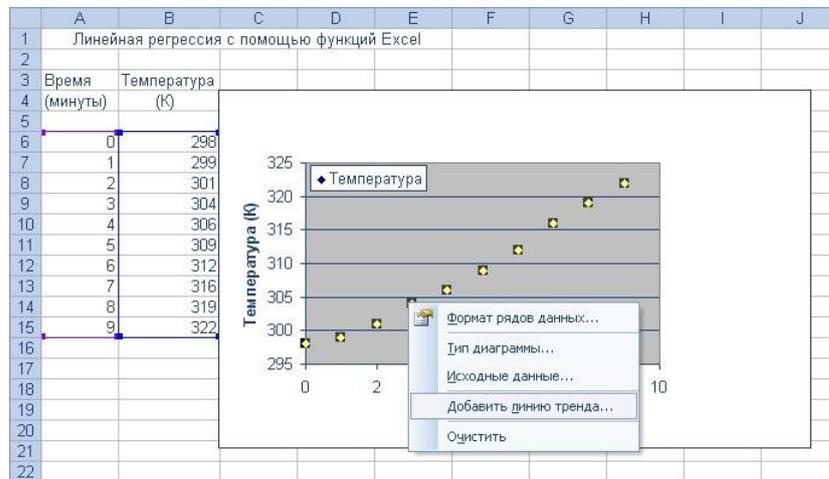


Рис. 6

В диалоговом окне Линия тренда... перейдите на вкладку Тип... и выберите команду Линейная... (рис. 7).

Чтобы закрыть диалоговое окно Линия тренда... и добавить к диаграмме линию тренда, нажмите кнопку ОК (рис. 8).

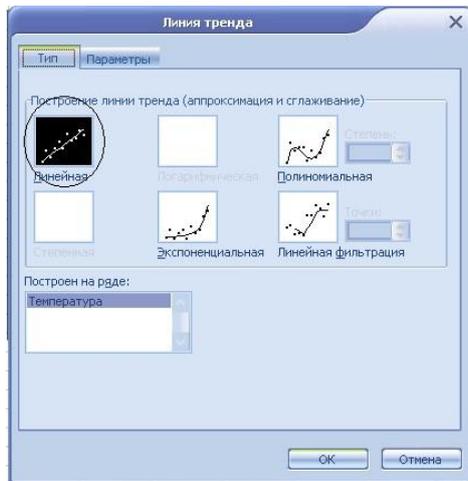


Рис. 7



Рис. 8

При добавлении линии тренда в программе Excel на основе графических данных производится линейная регрессия. Есть возможность отобразить уравнение кривой регрессии на диаграмме; для этого программе Excel нужно дать соответствующие указания. Дважды щелкните на линии тренда, что приведет к отображению на экране диалогового окна Формат линии тренда.

Перейдите на вкладку Параметры и установите флажки показывать уравнение на диаграмме и поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации (R^2), чтобы включить эти элементы в диаграмму (рис. 9).

После нажатия кнопки ОК Excel отобразит на диаграмме уравнение регрессии X величину R^2 (рис. 10).

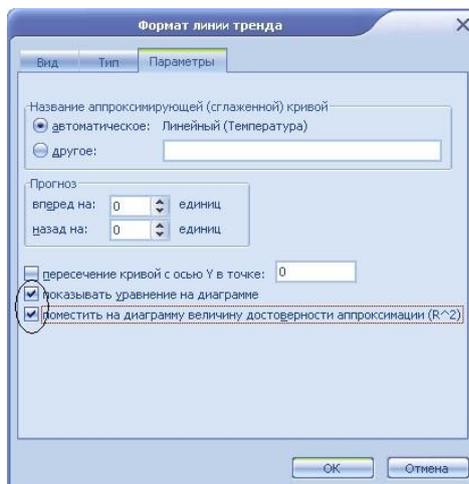


Рис. 9

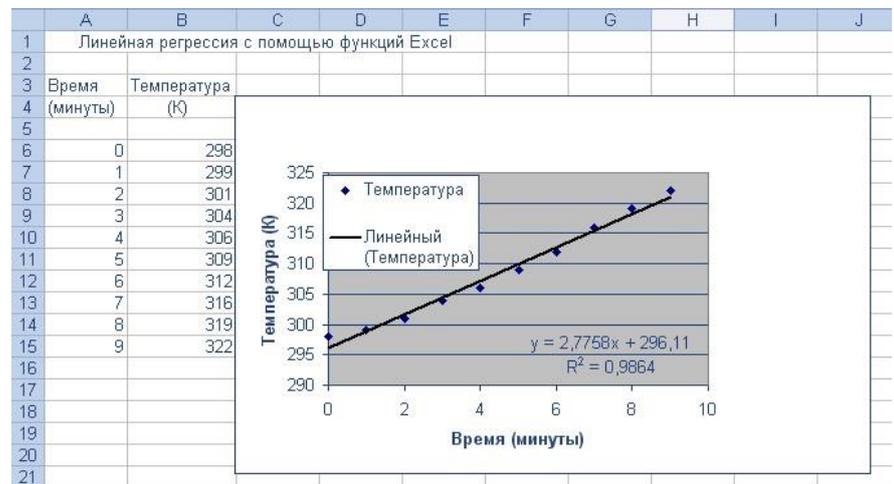


Рис. 10

Как видно из диаграммы, уравнение регрессии имеет вид

$$y = 2,7758x + 296,11 \quad (2)$$

с достоверностью аппроксимации 0,9864. Напомним, что те же результаты были получены с помощью функций НАКПОН(), ОТРЕЗОК() и КВПИРСОН(). Это

свидетельствует о том, что прямая, лучше всего описывающая данные, характеризуется угловым коэффициентом $b_1 = 2,7758$ К/мин (единицы измерения получены с учетом размерностей данных) и точкой пересечения с осью ординат $b_0 = 296,1$ К. Кроме того, получается, что прямая описывает данные с достоверностью аппроксимации 0,9864. Поскольку идеальной аппроксимации соответствует величина $R^2 = 1$, можно сделать вывод, что прямая линия не описывает зависимости идеально. Присутствие линии тренда на диаграмме позволяет визуальнo оценить качество описания. Из предыдущего примера видно, что линия тренда не слишком хорошо ложится на данные. Нужно попытаться подобрать другую кривую регрессии, обладающую некоторой кривизной.

3. Другие модели линейной регрессии с двумя коэффициентами.

Для регрессионного анализа можно использовать любое линейное по своим коэффициентам уравнение, связывающее значения x и y . Однако есть несколько общепринятых моделей линейной регрессии с двумя коэффициентами.

Все виды регрессии можно выполнить в Excel, построив соответствующие линии тренда. Чтобы выбрать нужный тип регрессии, следует выделить соответствующую команду на вкладке Тип диалогового окна Формат линии тренда (или диалогового окна Линия тренда).

Исходя из характера изгиба естественно предположить экспоненциальную зависимость. Построим аппроксимирующую кривую, для чего дважды щелкнем на существующей линии тренда, чтобы вызвать диалоговое окно Формат линии тренда (рис. 12).

На панели Тип выберите команду Экспоненциальная. Нажмите кнопку ОК, после чего Excel выполнит регрессию с помощью аппроксимирующей экспоненты (рис. 13).

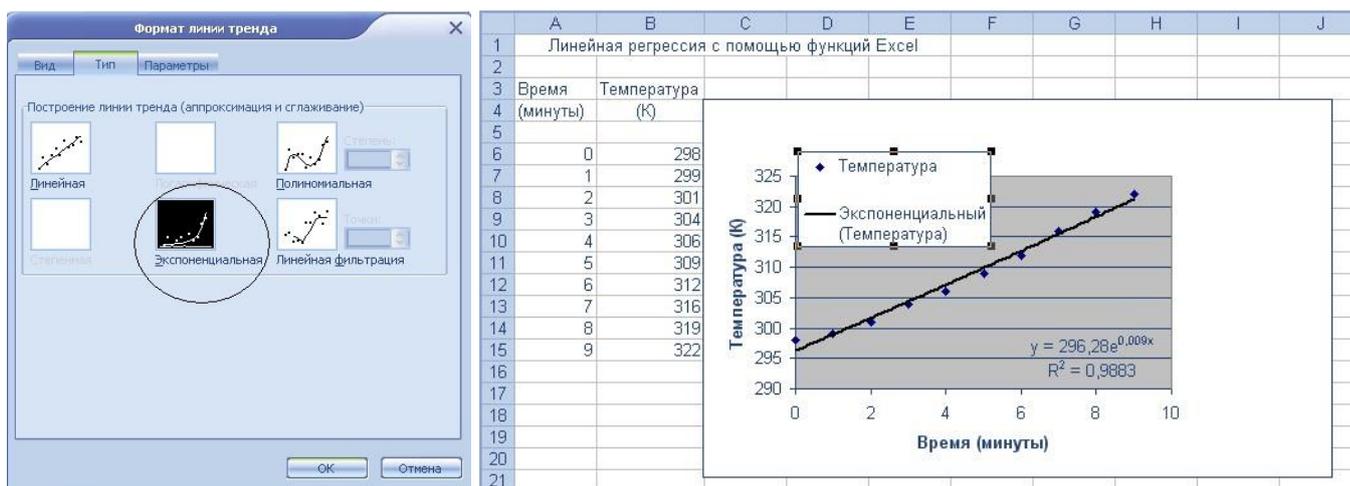


Рис. 12

Рис. 13

Примечание. Для рассматриваемого набора данных типы Логарифмическая и Степенная недоступны, поскольку в них содержится значение $x=0$ (т.е. нулевой момент времени). В обоих случаях при выполнении регрессии вычисляется натуральный логарифм x . Поскольку логарифм нуля неопределен, эти уравнения непригодны для нашего набора данных.

Результат аппроксимации данных экспонентой выглядит ненамного лучше предыдущей аппроксимации, и соответствующая ей величина R^2 почти такая же, какая

была получена при использовании уравнения прямой в качестве модели регрессии. На вкладке Тип диалогового окна Формат линии тренда (или диалогового окна Пиния тренда) есть еще один вариант выбора — Полиномиальная.

4. Полиномиальная регрессия

Полиномиальная регрессия тоже линейная, поскольку полиномиальные коэффициенты (b_i) входят в уравнение регрессии линейно. Она отличается от других моделей регрессии тем, что включает в себя больше двух коэффициентов. Формально регрессия с помощью уравнения прямой также является полиномиальной регрессией, однако этот термин обычно применяется для полиномов второй степени или выше. В программе Excel можно построить линии тренда, степень которых находится в пределах от 2 до 6.

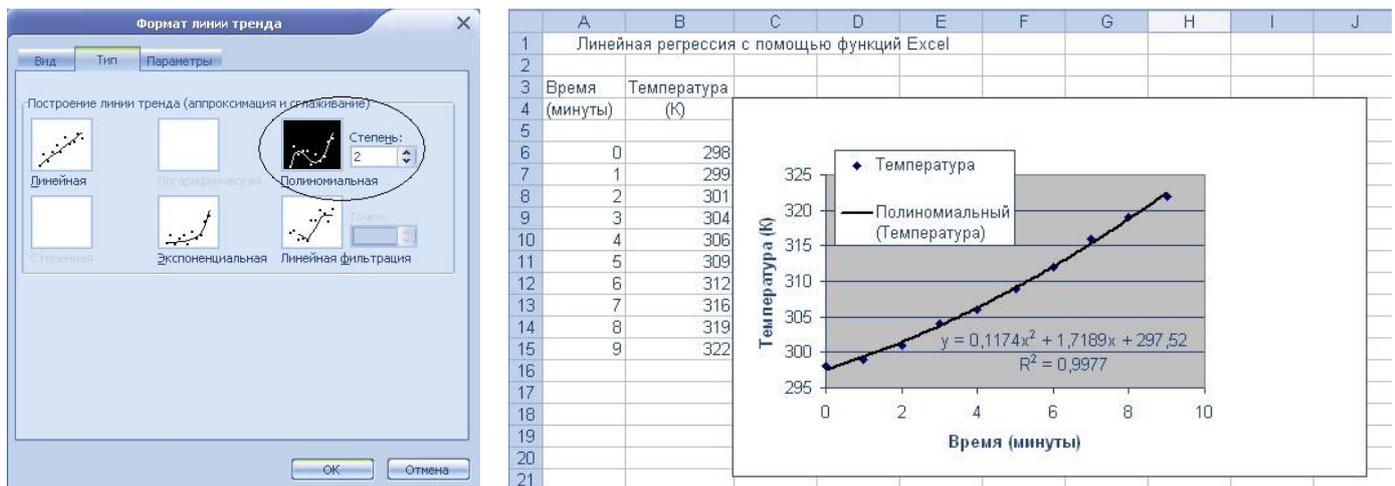
Примечание. Общепринято записывать полиномы, размещая степени слева на право в порядке возрастания. Однако в Excel уравнения полиномиальной линии тренда записываются в обратном порядке, на что следует обратить внимание при чтении уравнений.

Чтобы построить полиномиальную регрессию второго порядка, отобразите на экране диалоговое окно Формат линии тренда, дважды щелкнув на существующей линии тренда (рис.

14). Выберите тип Полиномиальная и установите Степень полинома, равную 2 (рис 15).

Похоже, полиномиальная линия тренда описывает данные достаточно хорошо, и соответствующая ей величина R^2 близка к единице.

С помощью линий тренда регрессия выполняется довольно легко и быстро. Однако что делать, если в программе Excel необходимо аппроксимировать данные полиномиальной кривой седьмой степени? Такую регрессию позволяет выполнить специальный пакет анализа, доступ к которому осуществляется с помощью команды меню Сервис → Анализ данных...→регрессия. Этот пакет также полезен в тех случаях, когда нужно получить более подробные сведения о результатах регрессии, чем те, которые выводятся при использовании линий тренда.



5. Выполнение линейной регрессии с помощью пакета регрессионного анализа.

Пакет регрессионного анализа в Excel достаточно прост в использовании, однако он несколько сложнее, чем обычное построение линии тренда на диаграмме. Такой более сложный подход может понадобиться по двум причинам.

1. Иногда нужно использовать модель регрессии, линия тренда которой отсутствует. Пакет регрессионного анализа позволяет применить любую модель линейной регрессии.
2. Может понадобиться более подробная информация о процессе регрессии, которую нельзя получить с помощью линий тренда.

5.1. Простая линейная регрессия с нахождением углового коэффициента и точки пересечения линии регрессии с осью ординат.

В качестве первого примера работы с пакетом регрессионного анализа рассмотрим вычисление углового коэффициента и точки пересечения с осью ординат прямой, описывающей зависимость температуры от времени.

Шаг 1. Открываем окно Анализ данных

Чтобы вызвать на экран диалоговое окно Анализ данных..., выберите команду Сервис → Анализ данных.... В этом окне отображается список инструментов анализа, один из которых — Регрессия.

Примечание. Этот пакет анализа данных устанавливается по умолчанию, однако он не является активированной частью пакета Excel. Если в меню Сервис не отображается команда Анализ данных..., это означает, что пакет не активирован. Выберите команду Сервис→ Настройки... и активируйте команду Пакет анализа (это достаточно сделать один раз).

Шаг 2. Выбор в списке окна Анализ данных команды Регрессия

Выберите команду Регрессия и щелкните на кнопке ОК (рис. 16).

При этом на экране должно появиться диалоговое окно Регрессия (рис. 17).

Шаг 3(а). Выбор значений зависимой переменной: использование кнопки, позволяющей перейти в электронную таблицу

В диалоговом окне имеется поле Входной интервал Y (рис. 17), справа от которого расположена небольшая кнопка, позволяющая перейти в электронную таблицу (чтобы можно было выбрать ячейки, в которых содержатся значения y). Щелкните на этой кнопке.

Примечание. Обычно при выполнении линейной регрессии предполагается, что вся неопределенность спрятана в значениях y , а значения x известны точно. Поэтому важно указать в качестве значений y те числа, которые являются приближенными.



Рис. 16

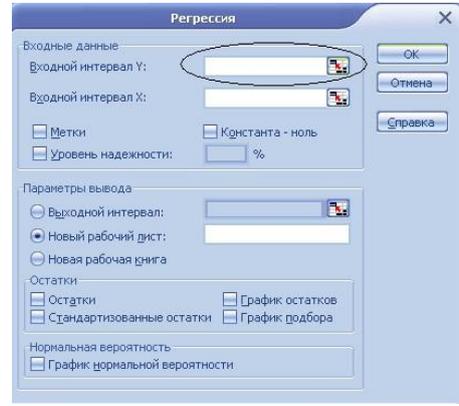


Рис. 17

Шаг 3(б). Выбор ячеек, содержащих значения y

После перехода к электронной таблице укажите с помощью мыши те ячейки, в которых содержатся значения y. Выбрав значения y, щелкните на кнопке, позволяющей вернуться к диалоговому окну (на рис. 18 она обведена кружком), или нажмите клавишу <Enter>. В результате мы возвратимся к диалоговому окну Регрессия.

Шаг 4(а). Выбор значений независимой переменной: использование кнопки, позволяющей перейти в электронную таблицу

Аналогичным образом следует указать значения x (рис. 19).

Шаг 4(б). Выбор ячеек, содержащих значения x

С помощью мыши выберите ячейки, в которых содержатся значения x, а затем возвратитесь к диалоговому окну Регрессия (рис. 20).

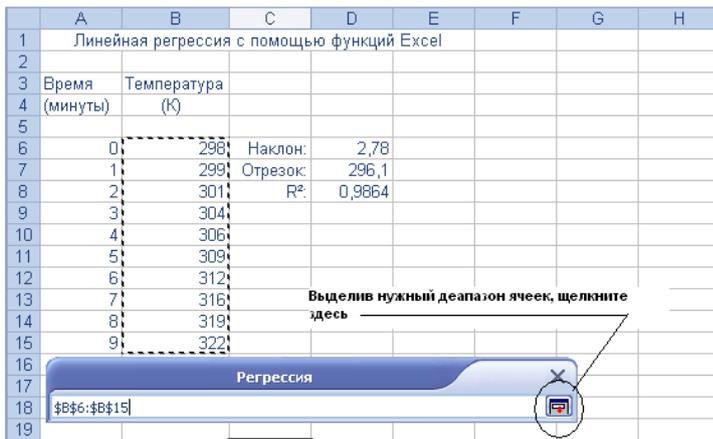


Рис. 18

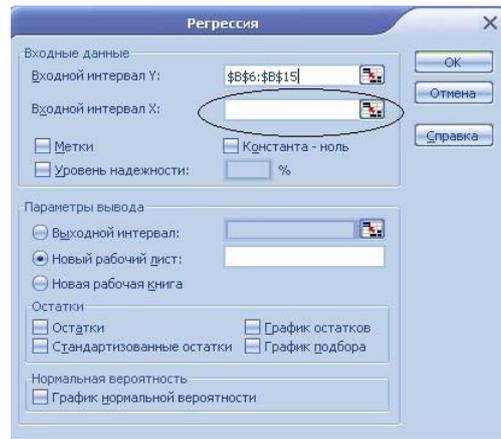


Рис. 19

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Линейная регрессия с помощью функций Excel							
2								
3	Время	Температура						
4	(минуты)	(K)						
5								
6	0	298	Наклон:	2,78				
7	1	299	Отрезок:	296,1				
8	2	301	R ² :	0,9864				
9	3	304						
10	4	306						
11	5	309						
12	6	312						
13	7	316						
14	8	319						
15	9	322						
16								
17								
18								
19								

Рис. 20

Шаг 5. Размещение результатов регрессионного анализа

Поскольку результаты регрессии занимают значительное место, чаще всего их размещают на новом листе (в новой таблице). Для этого следует установить переключатель Параметры ввода в положение Новый рабочий лист: (рис. 21).

Шаг 6. Отображение или отмена отображения результатов в графическом виде

Для визуального контроля точности описания данных линией регрессии всегда полезно иметь перед глазами график остатков и диаграмму с изображением аппроксимирующей кривой. Чтобы отобразить указанные графики, установите в диалоговом окне Регрессия флажки График остатков и График подбора (рис. 22).

Шаг 7. Выполнение регрессии

Чтобы выполнить регрессию, щелкните на кнопке ОК. Результаты будут представлены в виде таблиц и графиков (если графики запрошены). Часть вывода показана на рис. 23.

Из листа итогов видно, что линия, наилучшим образом описывающая данные, характеризуется угловым коэффициентом $b_1 = 2,775$ К/мин (вывод о размерности этого коэффициента можно сделать исходя из размерностей данных) и точкой пересечения с осью ординат $b_0 = 296,1$ К. Величина R^2 равна 0,9864. Эти результаты совпадают с теми, которые были получены другими методами.

Графики позволяют визуально убедиться, насколько хорошо аппроксимирующая линия описывает данные. Программа Excel создает и размещает на странице с итогами график подбора (рис. 24).

Он почти такой же, как и график, который создается с помощью линии тренда. Плохая аппроксимация еще лучше видна на графике остатков (рис. 25).

Остаток (residual) — это разность между значениями y , соответствующими данным, и значениями y , через которые проходит линия регрессии при каждом значении x . *График остатков* (residual plot) позволяет подчеркнуть плохие совпадения и облегчает их выявление. В нашем случае маркеры данных на графике остатков образуют букву "U". Это свидетельствует о том, что выбранная для описания данных модель (прямая линия) не учитывает определенной закономерности. Напрашивается вывод, что следует поискать более подходящую модель регрессии.

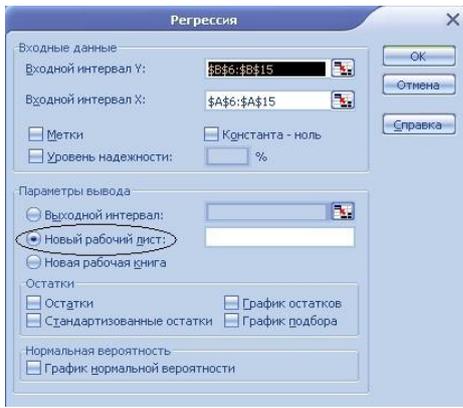


Рис. 21

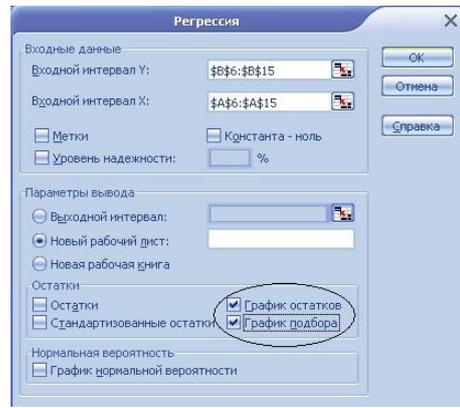


Рис. 22

	A	B	C	D	E	F
1	Вывод итогов					
2						
3	<i>Регрессионная статистика</i>					
4	Множественный R	0,99318635				
5	R-квадрат	0,986419126				
6	Нормированный R-квадрат	0,984721517				
7	Стандартная ошибка	1,045915577				
8	Наблюдения	10				
9						
10	<i>Дисперсионный анализ</i>					
11		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
12	Регрессия	1	635,6484848	635,6484848	581,063712	9,35281E-09
13	Остаток	8	8,751515152	1,093939394		
14	Итого	9	644,4			
15						
16		<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>
17	Y-пересечение	296,1090909	0,614740869	481,6811535	3,8644E-19	294,6914959
18	Переменная X 1	2,775757576	0,115151515	24,10526316	9,3528E-09	2,510217706
19						
20						

Рис. 23

Переменная X 1 График подбора

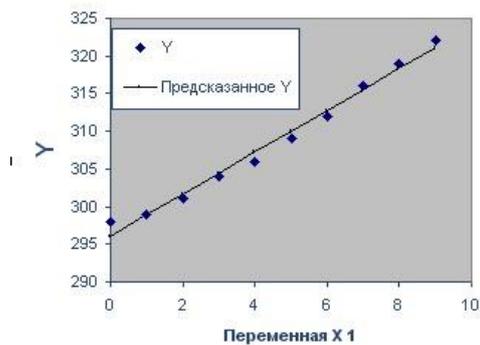


Рис. 24

Переменная X 1 График остатков



Рис. 25

Данный пример приведен как напоминание о том, что простейшая линейная регрессия с помощью прямой линии не всегда лучшая. Если данные описываются нелинейной зависимостью, следует применить подход с использованием более сложной аппроксимирующей кривой.

5.2. Выполнение полиномиальной регрессии с помощью пакета анализа Регрессия

Наилучшая аппроксимация зависимости температуры от времени была получена с помощью полинома второго порядка:

$$y_p = b_0 + b_1x + b_2x^2 \quad (3)$$

или, применяя обозначения температуры T и времени t ,

$$T_p = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 \quad (4)$$

Продemonстрируем на примере полиномиальной регрессии, как с помощью пакета анализа Excel выполнять регрессию, в которой фигурирует больше двух коэффициентов.

Пакет регрессионного анализа в Excel позволяет использовать только один столбец значений y (в котором содержатся значения зависимой переменной), но при этом можно указывать несколько столбцов со значениями x (содержащих значения независимой переменной). Это могут быть полностью независимые друг от друга переменные (например, энтальпия (зависимая переменная) как функция температуры (одна из независимых переменных) и давления (вторая независимая переменная)). Кроме того, в различные столбцы можно ввести одну и ту же переменную в разных формах (например, x и x^2 или z и $\ln(z)$).

Таким образом, используя в качестве модели регрессии полином второго порядка, следует ввести два столбца с независимыми переменными, содержащими значения t и t^2 . В таблице, приведенной на рис. 26, значения зависимой переменной T перенесены в столбец А, чтобы значения t и t^2 можно было поместить в соседние столбцы В и С.

Процедура регрессии этих данных почти совпадает с той, которая была использована в предыдущем примере, за исключением шага 4, где программе Excel нужно указать столбцы со значениями x . В таком случае следует выделить *оба* столбца В и С (рис. 27).

	A	B	C	D
1	Обобщенная линейная регрессия			
2				
3	Температура	Время	Время ²	
4	(К)	(минуты)	(минуты ²)	
5				
6	298	0	0	
7	299	1	1	
8	301	2	4	
9	304	3	9	
10	306	4	16	
11	309	5	25	
12	312	6	36	
13	316	7	49	
14	319	8	64	
15	322	9	81	
16				

Рис. 26

	A	B	C	D	E	F	G
1	Обобщенная линейная регрессия						
2							
3	Температура	Время	Время ²				
4	(К)	(минуты)	(минуты ²)				
5							
6	298	0	0				
7	299	1	1				
8	301	2	4				
9	304	3	9				
10	306	4	16				
11	309	5	25				
12	312	6	36				
13	316	7	49				
14	319	8	64				
15	322	9	81				
16							
17							
18							

Рис. 27

В остальном процесс регрессионного анализа остается неизменным. Результаты регрессии выводятся на лист с итогами (как и в предыдущем случае, на рис. 28 приводится лишь часть результатов).

Как и следовало ожидать, результаты, полученные с помощью пакета регрессионного анализа, совпадают с теми, которые были получены с помощью полиномиальных линий тренда. Один из видов информации — график остатков — можно извлечь, воспользовавшись исключительно пакетом регрессионного анализа (рис. 29).

	A	B	C	D	E	F
1	ВЫВОД ИТОГОВ					
2						
3	Регрессионная статистика					
4	Множественный R	0,998857811				
5	R-квадрат	0,997716927				
6	Нормированный R-квадрат	0,997064621				
7	Стандартная ошибка	0,458446464				
8	Наблюдения	10				
9						
10	Дисперсионный анализ					
11		df	SS	MS	F	Значимость F
12	Регрессия	2	642,9287879	321,4643939	1529,521627	5,68616E-10
13	Остаток	7	1,471212121	0,21017316		
14	Итого	9	644,4			
15						
16		Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%
17	Y-пересечение	297,5181818	0,36045142	825,4043824	1,0118E-18	296,8658496
18	Переменная X 1	1,718939394	0,186520848	9,215802998	3,66551E-05	1,277887672
19	Переменная X 2	0,117424242	0,019951321	5,885537092	0,000608302	0,070246864
20						

Рис. 28

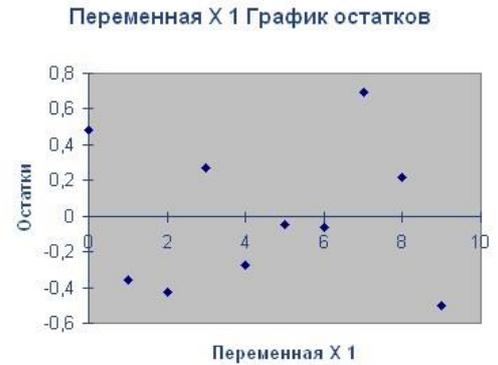


Рис. 29

Из приведенного выше графика видно, что остатки образуют случайную последовательность — не прослеживается никакой видимой закономерности. Этот факт свидетельствует о том, что выбранная модель описывает данные настолько хорошо, насколько возможно.

5.3. Другие линейные модели

Обе использованные в предыдущих примерах модели и

$$T_p = b_0 + b_1 t$$

$$T_p = b_0 + b_1 t + b_2 t^2$$

линейные (имеется ввиду линейность по коэффициентам b_i). Пакет регрессионного анализа в Excel позволяет работать с любой линейной моделью, поэтому можно попытаться аппроксимировать данные зависимостью вида

$$T_p = b_0 + b_1 \sinh(t) + b_2 \arctan(t^2) \quad (6)$$

или вида

$$T_p = b_0 \exp(t^{0.5}) + b_1 \ln(Q). \quad (7)$$

В данном случае нет никаких указаний на то, что какая-то из этих двух моделей описывает зависимость температуры от времени, однако оба приведенных уравнения являются линейными по коэффициентам b , и вполне вписываются в рамки обобщенного регрессионного анализа. Попытка применить модель регрессии, соответствующую уравнению (7), привела бы к проблеме: невозможно вычислить натуральный логарифм от значения $t = 0$, фигурирующего в наборе данных. Главным образом, выбор линейной модели осуществляется либо на основе теории, из которой следует вид зависимости между переменными, либо по виду графика, построенного по имеющимся данным.

Кроме того, можно применять уравнение регрессии, в котором фигурирует несколько независимых переменных. Например, при изучении зависимости объема газа от давления и температуры один из возможных видов уравнения выглядит так:

$$V_p = b_0 + b_1 P + b_2 T. \quad (8)$$

5.4. Построение линии регрессии, имеющей фиксированную точку пересечения с осью ординат в начале координат

Если нужно выполнить регрессию с помощью кривой, которая проходит через начало координат, в диалоговом окне Регрессия следует установить флажок Константа — ноль (рис. 30).

Иногда бывает так, что кривая согласно предсказаниям теории должна проходить через точку (0, 0). В таких случаях можно зафиксировать точку пересечения линии регрессии с осью ординат в нуле с помощью флажка Константа — ноль.

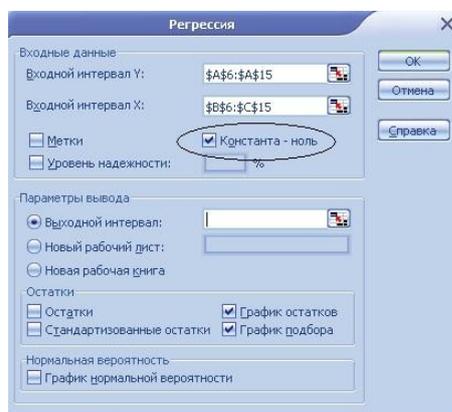


Рис. 30

Пример 1.

Считается, что напряжение на выходе термопары прямо пропорционально температуре. Однако если диапазон температур достаточно большой, лучше подойдет степенная аппроксимация. Выполним регрессию на основе линейной и экспоненциальной зависимости и сравним результаты, полученные в обоих случаях. В качестве исходных данных возьмем показания вольтметра, подключенного к термопаре из меди и константана (температура свободного спая поддерживается на уровне 0 °С), в интервале температур от 10 до 400 °С. Сначала выполним простую линейную регрессию на основе линейной зависимости (рис. 31).

Значение R^2 , равное 0,9955 — неплохой результат, однако данные несколько отклоняются от линии регрессии.

Значение R^2 , соответствующее степенной аппроксимации, меньше отличается от единицы, чем значение, соответствующее аппроксимации с помощью прямой. Однако на рис. 32 тоже заметно некоторое различие между данными (оси, вдоль которых откладываются значения температуры T и напряжения U , — логарифмические) и аппроксимирующей кривой.

Посмотрим, насколько хорошо степенная модель предсказывает значения напряжений:

$$b_0 = -3,5053, \quad \text{таким образом,} \quad k_0 = e^{b_0} = 0,03004, \quad b_1 = 1,0819, \quad \text{следовательно,} \quad k_1 = b_2 = 1,0819.$$

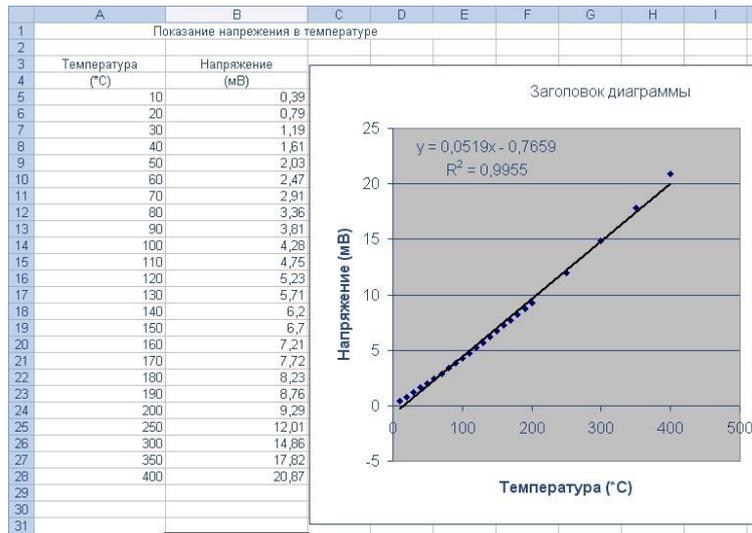


Рис. 31

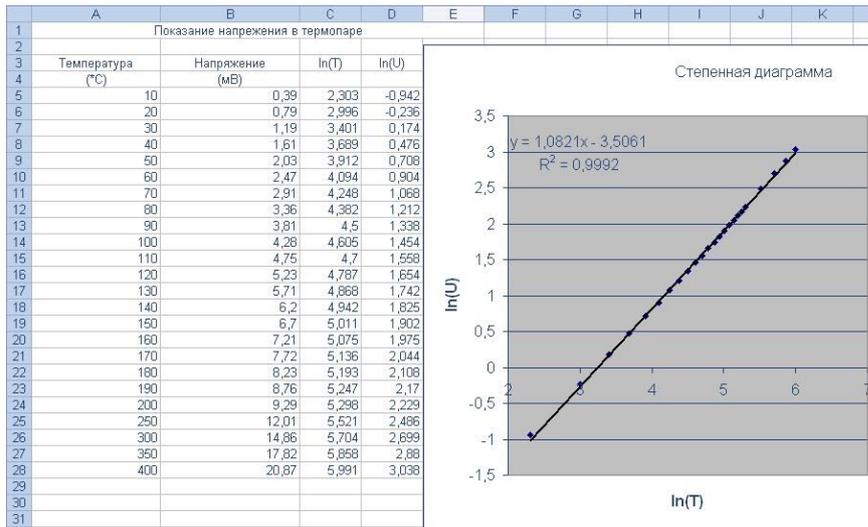


Рис. 32

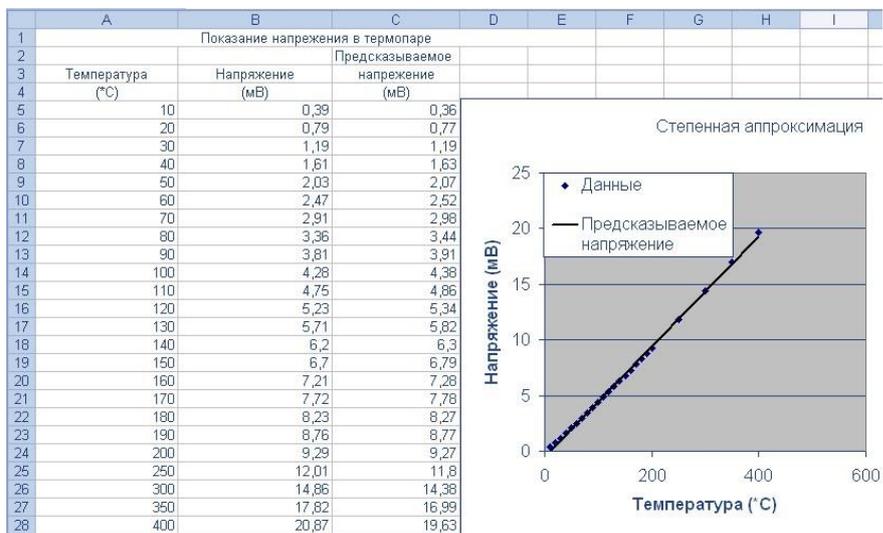


Рис. 33

Степенная модель хорошо описывает данные при низких температурах и несколько хуже при высоких.

Работа № 3

Специальные задачи линейного программирования.

Задачи о назначении и коммивояжера.

Цель работы – приобретение навыков построения математических моделей задач о назначении и коммивояжера и решения этих задач в Microsoft Excel.

ЧАСТЬ 1. ЗАДАЧА О НАЗНАЧЕНИИ

Основные сведения

Задача о назначениях – это РЗ, в которой для выполнения каждой работы требуется один и только один ресурс (один человек, одна автомашина и т.д.), а каждый ресурс может быть использован на одной и только одной работе. То есть ресурсы не делимы между работами, а работы не делимы между ресурсами. Таким образом, задача о назначениях является частным случаем ТЗ. Задача о назначениях имеет место при назначении людей на должности или работы, автомашин на маршруты, водителей на машины, при распределении групп по аудиториям, научных тем по научно-исследовательским лабораториям и т.п. *Исходные параметры модели задачи о назначениях* 1. n – количество ресурсов, m – количество работ.

2. $a_i = 1$ – единичное количество ресурса A_i ($i = 1, n$), например: один работник; одно транспортное средство; одна научная тема и т.д.

3. $b_j = 1$ – единичное количество работы B_j ($j = 1, m$), например: одна должность; один маршрут; одна лаборатория.

4. c_{ij} – характеристика качества выполнения работы B_j с помощью ресурса A_i . Например, компетентность i -го работника при работе на j -й должности; время, за которое i -е транспортное средство перевезет груз по j -му маршруту; степень квалификации i -й лаборатории при работе над j -й научной темой.

Искомые параметры

1. x_{ij} – факт назначения или неназначения ресурса A_i на работу B_j :

$\begin{cases} 0, & \text{если } i\text{-й ресурс не назначен на } j\text{-ю работу,} \\ x_{ij} = \end{cases}$

$\begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й ресурс назначен на } j\text{-ю работу.} \end{cases}$

2. $L(X)$ – общая (суммарная) характеристика качества распределения ресурсов по работам.

Специфическая структура задачи о назначениях позволила разработать так называемый "**Венгерский метод**" ее решения. Поэтому, хотя в Excel такие задачи решаются обычным симплекс-методом, в лабораторной работе требуется построить модель задачи о назначениях вида (1). В некоторых случаях, например, когда c_{ij} – это компетентность, опыт работы, или

квалификация работников, условие задачи может требовать максимизации ЦФ, в отличие от (1). В этом случае ЦФ $L(X)$ заменяют на $L_1(X) = -L(X)$ и решают задачу с ЦФ $L_1(X) \rightarrow \min$, что равносильно решению задачи с ЦФ $L(X) \rightarrow \max$.

Таблица 1

Общий вид транспортной матрицы задачи о назначениях

Ресурсы, A_i	Работы, B_j				Количество ресурсов
	B_1	B_2	...	B_m	
A_1	c_{11}	c_{12}	...	c_{1m}	1
A_2	c_{21}	c_{22}	...	c_{2m}	1
...
A_n	c_{n1}	c_{n2}	...	c_{nm}	1
Количество работ	1	1	...	1	$\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m b_j$

Модель задачи о назначениях

$n \quad m$

$$L(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min;$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \quad (i=1, n), \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad (j=1, m), \\ x_{ij} \in \{0, 1\} \quad (i=1, n; j=1, m). \end{array} \right. \quad (1)$$

Пример построения модели ТЗ

Отдел кадров предприятия устроил конкурсный набор специалистов на две вакантные должности. На эти новые места (НМ) претендуют 3 прежних сотрудника (ПС), уже работающие в других отделах, и 4 новых сотрудника

(НС). Номера новых сотрудников, новых и прежних мест выбираются из табл. 2. Номера прежних мест являются номерами прежних сотрудников.

Отдел кадров оценил по десятибалльной шкале компетентность новых сотрудников (табл. 3) и прежних сотрудников (табл. 4) для работы и на новых местах, и на прежних местах (ПМ), то есть занимаемых прежними сотрудниками. Необходимо учесть, что руководство предприятия, во-первых, предпочитает, чтобы прежние сотрудники не претендовали на места друг друга, и, во-вторых, не намерено увольнять прежних сотрудников. Необходимо распределить сотрудников по должностям наилучшим образом.

Таблица 2 Номера сотрудников и мест их работы для конкретного варианта

Новые сотрудники (НС)	Места работы прежних сотрудников (ПМ)	Новые места (НМ)
1, 2, 7, 8	2, 4, 6	1, 3

Таблица 3 Компетентность новых сотрудников

	НМ1	НМ2	НМ3	НМ4	ПМ1	ПМ2	ПМ3	ПМ4	ПМ5	ПМ6
НС1	6	5	7	8	5	6	7	6	7	5
НС2	5	5	8	8	7	6	4	5	8	8
НС3	6	7	5	6	4	5	4	5	6	6
НС4	7	8	7	6	5	7	6	8	5	5
НС5	7	6	6	5	5	4	5	5	4	6
НС6	8	8	9	7	6	7	8	7	9	8
НС7	9	8	9	9	8	7	8	9	8	7
НС8	7	7	8	9	7	8	9	6	7	8

Таблица 4 Компетентность прежних сотрудников

	НМ1	НМ2	НМ3	НМ4	Занимаемое место
ПС1	7	6	6	7	7
ПС2	8	9	7	7	8
ПС3	6	5	6	6	6
ПС4	7	9	6	8	8
ПС5	8	7	8	8	7
ПС6	4	5	6	4	5

Решение.

На основе данных таблицы 3 выбираем необходимые данные из таблиц 3 и 4. Исходя из выбранных данных, составляем матрицу:

	НМ1	НМ3	ПМ2	ПМ4	ПМ6
НС1	6	7	6	6	5
НС2	5	8	6	5	8
НС7	9	9	7	9	7
НС8	7	8	8	6	8
ПС2	8	7	8	0	0
ПС4	7	6	0	8	0
ПС6	4	6	0	0	5

Математическая модель задачи.

1) Переменные задачи.

Ведем переменные x_{ij} принимающие два значения: $x_{ij}=0$, если i -й претендент (P_i) не принимается на j -ю вакансию (V_j), $x_{ij}=1$, если i -й претендент (P_i) принимается на вакансию (V_j), где $i=1,2,\dots,7$; $j=1,2,\dots,5$.

2) Ограничения на переменные задачи.

Очевидно, что все переменные задачи неотрицательные и целые числа: $x_{ij} \geq 0$ и x_{ij} – целые.

Кроме того, так как каждый претендент может занять только одну вакансию и все вакансии должны быть заняты, должны удовлетворяться следующие ограничения:

$$\sum_{i=1}^7 x_{ij} = 1, j=1,2,\dots,5, \sum_{j=1}^5 x_{ij} = 1, i=1,2,\dots,7,$$

другими словами в матрице (x_{ij}) суммы элементов по каждой строке и суммы элементов по каждому столбцу должны быть равны единицам. Это условие означает, что выбор претендентов должен быть таким, чтобы в матрице (x_{ij}) , представляющей решение задачи, было бы по одной единице в каждой строке и по одной единице в каждом столбце, остальные элементы матрицы должны равняться нулю.

3) Целевая функция в задаче о назначениях.

Необходимо выбрать претендентов так, чтобы суммарное число очков, набранное ими было бы максимальным. Суммарное число набранных очков вычисляется по формуле:

$$L(X) = \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^5 x_{ij} c_{ij};$$

$L(X) = c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + \dots + c_{75}x_{75} = 6x_{11} + 7x_{12} + \dots + 5x_{75}$; Окончательная математическая модель задачи записывается так:

7 5

$$L(X) = \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^5 x_{ij} c_{ij} \rightarrow \max,;$$

при ограничениях:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^5 x_{ij} = 1 \quad (i=1,7), \\ \sum_{i=1}^7 x_{ij} = 1 \quad (j=1,5), \\ x_{ij} \in \{0, 1\} \quad (i=1,7; j=1,5). \end{array} \right.$$

Составим транспортную модель задачи о назначении, в которой требуется найти максимум целевой функции. Предварительно задачу о назначениях нужно сбалансировать. В рассматриваемом примере эта процедура выполняется добавлением двух столбцов (две фиктивные вакансии) с нулевыми результатами компетентности.

Претендент, P_i	Вакансии, V_j							Количество претендентов
	V_1 (НМ1)	V_2 (НМ3)	V_3 (ПМ2)	V_4 (ПМ4)	V_5 (ПМ6)	V_6 (МФ1)	V_7 (МФ2)	
P_1 (НС1)	6	7	6	6	5	0	0	1
P_2 (НС2)	5	8	6	5	8	0	0	1
P_3 (НС7)	9	9	7	9	7	0	0	1
P_4 (НС8)	7	8	8	6	8	0	0	1
P_5 (ПС2)	8	7	8	0	0	0	0	1
P_6 (ПС4)	7	6	0	8	0	0	0	1
P_7 (ПС6)	4	6	0	0	5	0	0	1

Количество вакансий	1	1	1	1	1	1	1	$\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m b_j$
---------------------	---	---	---	---	---	---	---	---------------------------------------

Решение задачи в Excel.

Экранные формы, задание переменных, целевой функции, ограничений и граничных условий задачи представлены на рис.1, 2, и в табл.5.

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	І	Ј	К	
1	Задача о назначении											
2												
3	Претендент	Вакансии										
4		НМ1	НМ3	ПМ2	ПМ4	ПМ6	МФ1	МФ2			Сумма баллов	
5	НС1	6	7	6	6	5	0	0			0	
6	НС2	5	8	6	5	8	0	0				
7	НС7	9	9	7	9	7	0	0				
8	НС8	7	8	8	6	8	0	0				
9	ПС2	8	7	8	0	0	0	0				
10	ПС4	7	6	0	8	0	0	0				
11	ПС6	4	6	0	0	5	0	0				
12												
13												
14	Претендент	Вакансии										
15		НМ1	НМ3	ПМ2	ПМ4	ПМ6	МФ1	МФ2				
16	НС1								0			
17	НС2								0			
18	НС7								0			
19	НС8								0			
20	ПС2								0			
21	ПС4								0			
22	ПС6								0			
23		0	0	0	0	0	0	0				

Рис.1. Экранная форма задачи

Таблица 5 Формулы экранной формы задачи

Объект математической модели	Выражение в Excel
Переменные задачи	В5:Н11
Формула в целевой ячейке К5	=СУММПРОИЗВ(В5:Н11;В16:Н22)
Ограничения по строкам в ячейках І16:І22	=СУММ(В16:Н16) Копируем в диапазон І16:І22
Ограничения по столбцам в ячейках В23:Н23	=СУММ(В16:В22) Копируем в диапазон В23:Н23

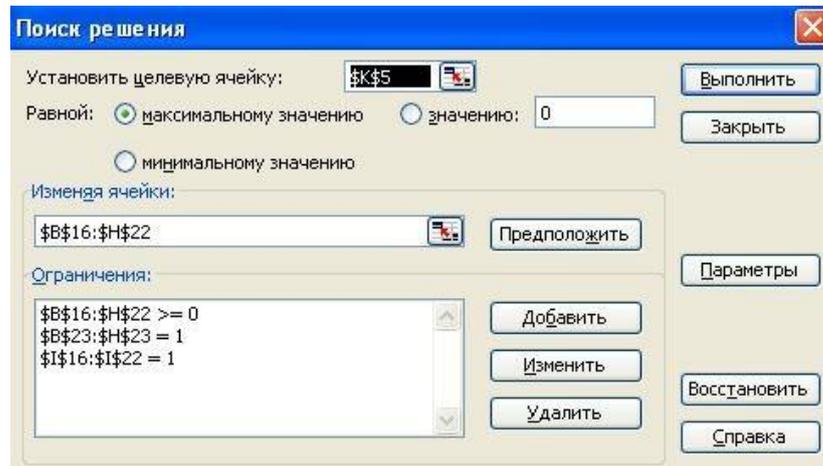


Рис.2. Ограничения и граничные условия задачи

В окне «Параметры» установить «Линейная модель», что соответствует решению задачи симплекс-методом.

Результаты решения задачи представлены на рис.3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Задача о назначении										
2											
3		Вакансии									
4	Претендент	HM1	HM3	PM2	PM4	PM6	MF1	MF2			Сумма баллов
5	HC1	6	7	6	6	5	0	0			41
6	HC2	5	8	6	5	8	0	0			
7	HC7	9	9	7	9	7	0	0			
8	HC8	7	8	8	6	8	0	0			
9	PC2	8	7	8	0	0	0	0			
10	PC4	7	6	0	8	0	0	0			
11	PC6	4	6	0	0	5	0	0			
12											
13											
14		Вакансии									
15	Претендент	HM1	HM3	PM2	PM4	PM6	MF1	MF2			
16	HC1	0	0	0	0	0	1	0	1		
17	HC2	0	0	0	0	1	0	0	1		
18	HC7	0	1	0	0	0	0	0	1		
19	HC8	0	0	1	0	0	0	0	1		
20	PC2	1	0	0	0	0	0	0	1		
21	PC4	0	0	0	1	0	0	0	1		
22	PC6	0	0	0	0	0	0	1	1		
23		1	1	1	1	1	1	1			

Рис. 3. Результаты решения задачи

Получили оптимальное распределение. Возможно, оно не является единственным. Таким образом, наилучшее распределение работников по должностям имеет вид: HC1 не берут на работу, HC2 на PM6, HC7 на HM3, HC8 на PM2, PC2 на HM1, PC4 на PM4, PC6 не берут.

Порядок выполнения работы

1. Согласно номеру своего варианта выберите условие задачи.
2. Постройте модель задачи, включая транспортную таблицу.
3. Найдите оптимальное решение задачи с помощью Excel и представьте его преподавателю.

Варианты заданий

Отдел кадров предприятия устроил конкурсный набор специалистов на две вакантные должности. На эти новые места (HM) претендуют 3 прежних

сотрудника (ПС), уже работающие в других отделах, и 4 новых сотрудника (НС). Номера новых сотрудников, новых и прежних мест выбираются по вариантам из табл.6. Номера прежних мест являются номерами прежних сотрудников. Отдел кадров оценил по десятибалльной шкале компетентность новых сотрудников (табл.7) и прежних сотрудников (табл.8) для работы и на новых местах, и на прежних местах (ПМ), то есть занимаемых прежними сотрудниками. Необходимо учесть, что руководство предприятия предпочитает, чтобы прежние сотрудники не претендовали на места друг друга. Необходимо распределить сотрудников по должностям наилучшим образом.

Таблица 6 *Номера сотрудников и мест их работы для конкретного варианта*

№ варианта	Новые сотрудники (НС)	Места работы прежних сотрудников (ПМ)	Новые места (НМ)
1	3, 4, 7, 8	1, 2, 3	1, 2
2	1, 2, 5, 6	2, 5, 6	2, 3
3	5, 6, 7, 8	1, 2, 5	3, 4
4	3, 4, 5, 6	4, 5, 6	1, 4
5	1, 2, 3, 4	2, 3, 4	2, 4
6	2, 4, 6, 8	3, 4, 6	1, 3
7	1, 3, 5, 7	2, 3, 6	1, 4
8	2, 3, 6, 7	3, 4, 5	2, 3
9	1, 4, 5, 8	2, 3, 5	3, 4
10	2, 3, 4, 5	1, 2, 6	1, 2
11	1, 2, 5, 7	1,2,5	2,3
12	1, 3, 5, 7	4, 5, 6	1, 3

Таблица 7 *Компетентность новых сотрудников*

	НМ1	НМ2	НМ3	НМ4	ПМ1	ПМ2	ПМ3	ПМ4	ПМ5	ПМ6
НС1	6	5	7	6	5	6	7	6	7	5
НС2	5	5	8	8	7	6	4	5	8	8
НС3	6	7	5	6	4	5	4	5	6	6
НС4	7	8	7	6	5	7	6	8	5	5
НС5	7	6	6	5	5	4	5	5	4	6

НС6	8	8	9	7	6	7	8	7	9	8
НС7	9	8	9	9	8	7	8	9	8	7
НС8	7	7	8	9	7	8	9	6	7	8

Таблица 8

Компетентность прежних сотрудников

	НМ1	НМ2	НМ3	НМ4	Занимаемое место
ПС1	7	6	6	7	7
ПС2	8	9	7	7	8
ПС3	6	5	6	6	6
ПС4	7	9	6	8	8
ПС5	8	7	8	8	7
ПС6	4	5	6	4	5

Контрольные вопросы

1. Какова постановка задачи о назначениях?
2. В чем отличие модели задачи о назначениях от модели ТЗ?
3. Каковы исходные и искомые параметры задачи о назначениях?
4. Запишите математическую модель задачи о назначениях.
5. Как записать модель задачи о назначениях, подразумевающую максимизацию ЦФ?
6. Каким образом в модели задачи о назначениях можно запретить конкретное назначение?
7. В чем особенности процесса приведения задачи о назначениях к сбалансированному виду?

ЧАСТЬ 2. ЗАДАЧА КОММИВОЯЖЕРА**Основные сведения**

К задачам с булевыми переменными относятся задачи, переменные в которых могут принимать только два значения: 0 или 1. К таким задачам относится задача коммивояжера. Рассмотрим постановку задачи коммивояжера.

Имеется n городов. Расстояния между любой парой городов i и j известны и составляют c_{ij} . Коммивояжер выезжает из какого-либо города и должен посетить все города, побывав в каждом только один раз и вернуться в исходный город. Ставится задача определить такую последовательность

объезда городов, или маршрут, при которой суммарная длина маршрута была бы минимальной.

Математическая модель.

Определим булевы переменные задачи: $x_{ij} = 1$, если коммивояжер переезжает из города i в город j , и $x_{ij} = 0$, если коммивояжер не переезжает из города i в город j .

Тогда задача заключается в определении минимума целевой функции

$$L(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min,$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = 1, n - \text{только один въезд в город } j,$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = 1, n - \text{только один выезд из города } i.$$

В задаче коммивояжера необходимо еще одно условие, а именно: $u_i - u_j + (n - 1)x_{ij} \leq n - 2, i \neq j, i, j = 2, \dots, n$.

Это специальное условие обеспечивает устранение нескольких несвязанных между собой маршрутов и циклов, попросту означающих перемещение коммивояжера по замкнутому частичному маршруту.

Пример

Рассмотрим задачу:

$$\begin{array}{c} (\infty \ 7 \ 2 \ 9 \ 7) \\ | \qquad \qquad \qquad | \\ | \ 5 \ \infty \ 3 \ 9 \ 1 \ | \\ | \ 4 \ 8 \ \infty \ 5 \ 3 \ | \\ | \qquad \qquad \qquad | \\ | \ 5 \ 6 \ 4 \ \infty \ 7 \ | \\ | \qquad \qquad \qquad | \\ (7 \ 6 \ 3 \ 7 \ \infty) \end{array}$$

Решение:

1. В ячейки B13:F17 вводим матрицу расстояний.
2. Вводим формулы

Ячейка	Формула	Примечание

B9	=СУММ(B4:B8)	Копируем в диапазон B9:F9
G4	=СУММ(B4:F4)	Копируем в диапазон G4:G8
C19	=СУММПРОИЗВ(B4:F8;B13:F17)	Целевая функция
E19	=B4+C5+D6+E7+F8	Исключение пути $i \rightarrow i$
B23	= $\$C\$10 - C10 + 4 * C5$	Копируем в диапазон B23:E23
B24	= $\$D\$10 - C10 + 4 * C6$	Копируем в диапазон B24:E24
B25	= $\$E\$10 - C10 + 4 * C7$	Копируем в диапазон B25:E25
B26	= $\$F\$10 - C10 + 4 * C8$	Копируем в диапазон B26:E26

Исходные данные приведены на рис.4.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ЗАДАЧА КОММВІВЛЯЖЕРА							
2	Матрица переменных							
3		1	2	3	4	5	<i>Ограничения</i>	
4	1							0
5	2							0
6	3							0
7	4							0
8	5							0
9	<i>Ограничения</i>	0	0	0	0	0		
10	<i>Переменные и</i>							
11	Матрица расстояний							
12		1	2	3	4	5		
13	1	10000	7	2	9	7		
14	2	5	10000	3	9	1		
15	3	4	8	10000	5	3		
16	4	5	6	4	10000	7		
17	5	7	6	3	7	10000		
18								
19	Целевая функция		0		0	<i>исключение пути</i>		
20								
21	Дополнительные ограничения							
22		2	3	4	5			
23	2	0	0	0	0			
24	3	0	0	0	0			
25	4	0	0	0	0			
26	5	0	0	0	0			
27								

Рис. 4. Исходные данные задачи
3. Сценарий решения:

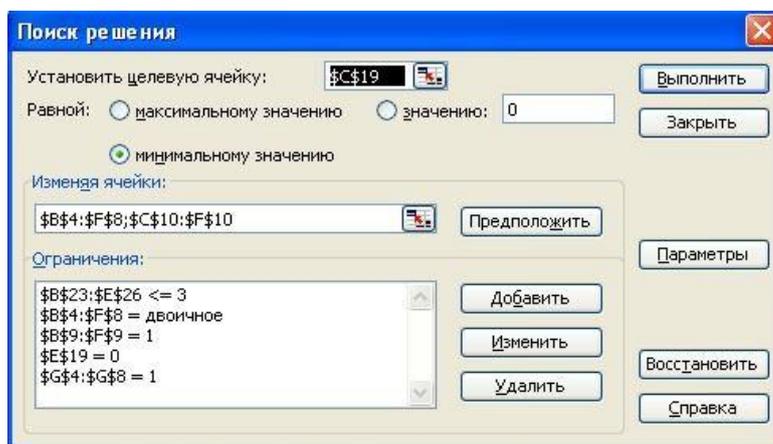


Рис.5. Окно Поиск решения.

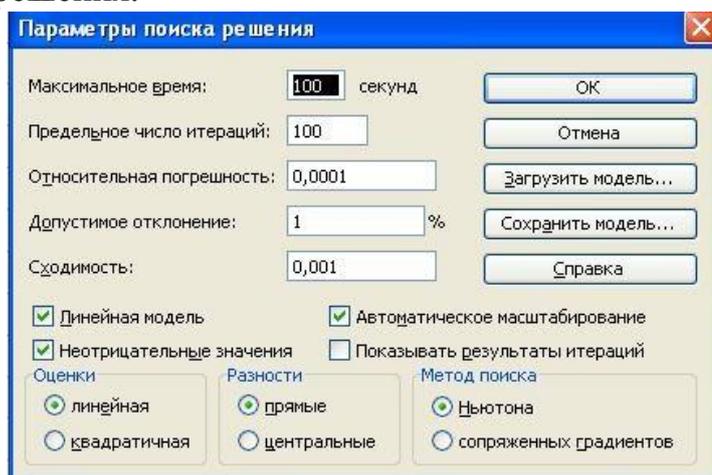


Рис. 6. Параметры Поиска решения.

4. Он приводит к следующим результатам:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ЗАДАЧА КОММИВОЯЖЕРА							
2	<i>Матрица переменных</i>							
3		1	2	3	4	5	<i>Ограничения</i>	
4	1	0	0	1	0	0	1	
5	2	0	0	0	0	1	1	
6	3	0	0	0	1	0	1	
7	4	0	1	0	0	0	1	
8	5	1	0	0	0	0	1	
9	<i>Ограничения</i>	1	1	1	1	1		
10	<i>Переменные и</i>		2	0	1	3		
11	<i>Матрица расстояний</i>							
12		1	2	3	4	5		
13	1	10000	7	2	9	7		
14	2	5	10000	3	9	1		
15	3	4	8	10000	5	3		
16	4	5	6	4	10000	7		
17	5	7	6	3	7	10000		
18								
19	<i>Целевая функция</i>		21			0	<i>исключение пути</i>	
20								
21	<i>Дополнительные ограничения</i>							
22		2	3	4	5			
23	2	0	2	1	3			
24	3	-2	0	3	-3			
25	4	3	1	0	-2			
26	5	1	3	2	0			
27								

Рис. 7. Результаты решения задачи коммивояжера

Работа 4

**Двухиндексная задача линейного программирования.
Транспортная задача. Решение в Microsoft Excel**

Цель работы: Приобретение навыков построения математических моделей стандартных транспортных задач линейного программирования и решения их в Microsoft Excel.

Теоретическая часть

Пусть имеется некоторый однородный продукт, сосредоточенный на m пунктах отправления (складах), так что на i -ом складе находится a_i единиц этого продукта. Этот продукт необходимо доставить в n пунктов назначения (потребления), причем на j -й пункт необходимо доставить b_j единиц продукта. Запасы и потребности сбалансированы, то есть

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j = A$$

то есть наличие продукта равно потребности в нем.

Пусть стоимость перевозки единицы продукта из i -го склада в j -й пункт назначения равна c_{ij} . Пусть x_{ij} есть то количество продукта, которое перевозится из i -го склада в j -й пункт потребления. Тогда общие транспортные расходы составят величину

$$\sum_{i,j} c_{ij} x_{ij}$$

Из каждого склада весь продукт должен быть вывезен. Это значит, что должно быть выполнено условие

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i$$

С другой стороны, потребности j -го пункта назначения должны быть полностью удовлетворены. Это означает, что

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j$$

Желание минимизировать транспортные расходы приводит нас к следующей задаче:

$$\begin{aligned} \sum_{i,j} c_{ij} x_{ij} &\Rightarrow \min \\ \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, i \\ = 1, m \end{array} \right. \end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} | \quad j \in \Pi_1 \\ | \quad | \quad m \\ \sum x_{ij} = b_{ij} \\ | \quad i \in \Pi_1 \\ | \quad x_{ij} \geq 0 \\ | \quad | \end{array} \right.$$

являющейся типичной задачей линейного программирования.

Определение 3.1. Транспортная задача называется открытой транспортной задачей, если условие баланса нарушаются; в случае выполнения условия баланса она называется сбалансированной транспортной задачей.

Приведение открытой транспортной задачи к сбалансированной *Превышение запасов над потребностями.*

В этом случае вводится "фиктивный" $n+1$ потребитель с потребностями равными абсолютной величине разности между общим количеством запасов и общим количеством требуемых единиц. Стоимость по доставке будет для $n+1$ потребителя равна 0 , т.к. поставки фактически нет.

Превышение потребностей над запасами.

Вводим "фиктивного" $n+1$ производителя (склад) с потребностями равными абсолютной величине разности между общим количеством запасов и общим количеством требуемых единиц. Стоимость по доставке будет для $m+1$ производителя равна 0 , т.к. поставки фактически нет.

Пример. Оптимальная организация транспортных перевозок штучного товара со склада в магазин.

Таблица 1

Исходные данные транспортной задачи

Тарифы, руб./пгг.	1-й магазин	2-й магазин	3-й магазин	Запасы, шт.
1-й склад	2	9	7	25
2-й склад	1	0	5	50
3-й склад	5	4	100	35
4-й склад	2	3	6	75
Потребности, шт.	45	90	50	

Целевая функция и ограничения данной задачи имеют вид

$$L(X) = 2x_{11} + 9x_{12} + 7x_{13} + x_{21} + 5x_{23} + 5x_{31} + \\ + 4x_{32} + 100x_{33} + 2x_{41} + 3x_{42} + 6x_{43} \rightarrow \min;$$

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + x_{13} = 25, \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} = 50, \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} = 35, \\ x_{41} + x_{42} + x_{43} = 75, \\ x_{11} + x_{21} + x_{31} = 45, \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} = 90, \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} = 50, \\ \forall x_{ij} \geq 0, \forall x_{ij} - \text{целые } (i = \overline{1,4}; j = \overline{1,3}). \end{cases}$$

Экранные формы, задание переменных, целевой функции, ограничений и граничных условий двух индексной задачи (4) и ее решение представлены на рис. 1, 2, 3 и в табл. 2.

Таблица 2

Формулы экранной формы задачи

Объект математической модели	Выражение в Excel
Переменные задачи	C3:E6
Формула в целевой ячейке F15	=СУММПРОИЗВ(C3:E6;C12:E15)
Ограничения по строкам в ячейках F3, F4, F5, F6	=СУММ(C3:E3) =СУММ(C4:E4) =СУММ(C5:E5) =СУММ(C6:E6)
Ограничения по столбцам в ячейках C7, D7, E7	=СУММ(C3:C6) =СУММ(D3:D6) =СУММ(E3:E6)
Суммарные запасы и потребности в ячейках H8, G9	=СУММ(H3:H6) =СУММ(C9:E9)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		ПЕРЕМЕННЫЕ				ОГРАНИЧЕНИЯ			
2		целые	x1	x2	x3	Лев. часть	Знак	Прав. часть	
3		x1)				0	=	25	
4		x2)				0	=	50	
5		x3)				0	=	35	
6		x4)				0	=	75	
7	ОГРАНИЧЕНИЯ	Лев. часть	0	0	0				
8		Знак	=	=	=				185
9		Прав. часть	45	90	50			185	БАЛАНС
10									
11		ТАРИФЫ	x1	x2	x3				
12		x1)		2	9	7			
13		x2)		1	0	5	ЦФ		
14		x3)		5	4	100	Значение	Направление	
15		x4)		2	3	6	0	min	
16									

Рис. 1. Экранная форма двухиндексной задачи (4) (курсор в целевой ячейке F15)

Поиск решения

Установить целевую:

Равной: максимальному значению значению:

минимальному значению

Изменяя ячейки:

Ограничения:

-
-
-
-

Рис. 2. Ограничения и граничные условия задачи (4)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		ПЕРЕМЕННЫЕ				ОГРАНИЧЕНИЯ			
2		целые	x1	x2	x3	Лев. часть	Знак	Прав. часть	
3		x1j	25	0	0	25	=	25	
4		x2j	0	50	0	50	=	50	
5		x3j	0	35	0	35	=	35	
6		x4j	20	5	50	75	=	75	
7	ОГРАНИЧЕНИЯ	Лев. часть	45	90	50				
8		Знак	=	=	=				185
9		Прав. часть	45	90	50		185	БАЛАНС	
10									
11		ТАРИФЫ	x1	x2	x3				
12		x1j		2	9	7			
13		x2j		1	0	5	ЦФ		
14		x3j		5	4	100	Значение	Направление	
15		x4j		2	3	6	545	min	

Рис. 3. Экранная форма после получения решения задачи (4)
(курсор в целевой ячейке F15)

