

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Строительно-политехнический колледж

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ № 1-8
для студентов специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции,
процессов и услуг (по отраслям)» всех форм обучения

Воронеж 2021

УДК 004.94(07)
ББК 32.97я7

Составитель А. А. Барбарош

Компьютерное моделирование: методические указания к выполнению практических работ № 1-8 для студентов специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А. А. Барбарош. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 40 с.

Методические указания содержат теоретический материал, необходимый для выполнения практических работ по дисциплине «Компьютерное моделирование».

Предназначены для студентов специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)» всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_ПР_КМ1.

Ил. 43. Табл. 12. Библиогр.: 2 назв.

УДК 004.94(07)
ББК 32.97я7

Рецензент – И. В. Поцебнева, канд. техн. наук, доц. кафедры систем управления и информационных технологий в строительстве ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

В практических работах, приведенных в пособии, содержатся как задания с подробными указаниями к выполнению, так и задания без алгоритма работы. Таким образом, предлагаемые практические работы можно использовать как для индивидуальной работы студентов на занятиях под руководством преподавателя, так и для самостоятельной работы обучающихся.

Сборник содержит задания для освоения основных приемов работы с программой Компас-3D: работа с интерфейсом системы, создание графических примитивов, работа с видами чертежа, построение сопряжений, работа с массивом элементов, разработка и редактирование трехмерных моделей различных тел.

Используя данные методические указания Microsoft Excel и имеющиеся навыки работы, пользователь может создать шаблон, являющийся в итоге электронной моделью реального социально-экономического процесса.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1 ОПТИМИЗАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В EXCEL

Цель урока: построить информационную, математическую и компьютерную модели экономической задачи.

Оборудование: персональный компьютер (ПК), программное обеспечение (ПО).

Порядок выполнения и форма отчетности

Рассмотрим пример. Фирма производит две модели А и В сборных книжных полок. Их производство ограничено наличием сырья (высококачественных досок) и временем машинной обработки. Для каждого изделия модели А требуется 3 м^2 досок, а для изделия модели В – 4 м^2 . Фирма может получать от своих поставщиков до 1700 м^2 досок в неделю. Для каждого изделия модели А требуется 12 мин машинного времени, а для изделия модели В – 30 мин. В неделю можно использовать 160 ч машинного времени. Сколько изделий каждой модели следует выпускать фирме в неделю, если каждое изделие модели А приносит 2 долл. прибыли, а каждое изделие модели В – 4 долл. прибыли?

Компьютерная модель. Решение задачи в Excel

1. Создайте новую рабочую книгу, сохраните ее под именем Ch11.xls в своей папке.

2. Дайте первому листу имя "Полки".

3. Введите в ячейки рабочего листа информацию (рис. 1.1). Ячейкам B2 и B3 присвойте имена x и y. В ячейках C6, C9 и C10 представлены формулы, занесенные в соответствующие ячейки столбца B.

	A	B	C	D
1	Переменные			
2	Изделие А	0		
3	Изделие В	0		
4				
5	Целевая функция			
6	Прибыль	0		
7				
8	Ограничения			
9	Материал	0		
10	Время изготовления	0		

$=2*x+4*y$ (над формулой в ячейке B6)
 $=3*x+4*y$ (над ячейкой B3)
 $=0,2*x+0,5*y$ (над ячейкой B10)

Рис. 1.1. Создание таблицы и заполнение ее формулами

4. Выделите ячейку (B6), в которой вычисляется целевая функция, и вызовите Решатель ("Сервис/ Поиск решения"). В диалоговом окне в поле ввода "Установить целевую ячейку:" уже содержится адрес ячейки с целевой функцией \$B\$6.

5. Установите переключатель: "Равной максимальному значению";

6. Перейдите к полю ввода "Изменяя ячейки:". В нашем случае достаточно щелкнуть кнопку "Предположить" и в поле ввода появится адрес блока \$B\$2:\$B\$3.

7. Перейдите к вводу ограничений. Щелкнем кнопку "Добавить". Появится диалоговое окно "Добавление ограничения".

8. Поле ввода "Ссылка на ячейку:" укажите \$B\$9.

9. Правее расположен выпадающий список с условными операторами (раскройте его и посмотрите). Выберем условие \leq ;

10. В поле ввода "Ограничение:" введите число 1700. (рис. 1.2).

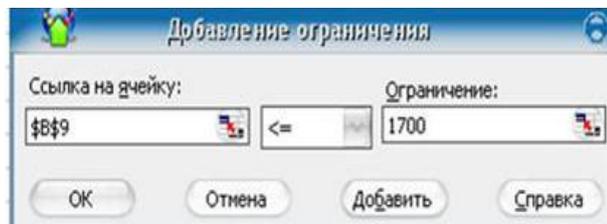


Рис. 1.2. Ввод ограничений

11. Есть еще одно ограничение, поэтому, не выходя из этого диалогового окна, щелкнем кнопку "Добавить" (в соответствии с рис.1.3) и введем ограничение B10 \leq 160$.

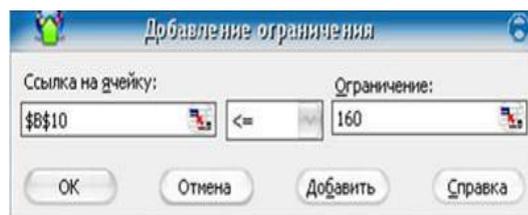


Рис. 1.3. Добавление ограничений

12. Ввод ограничений закончен, поэтому нажмем "ОК".

13. Вновь окажемся в диалоговом окне "Поиск решения". Увидим введенные ограничения $10x \leq 160$ и $9y \leq 1700$. Справа имеются кнопки "Изменить" и "Удалить". С их помощью можем изменить ограничение или стереть его в соответствии с рис. 1.4.

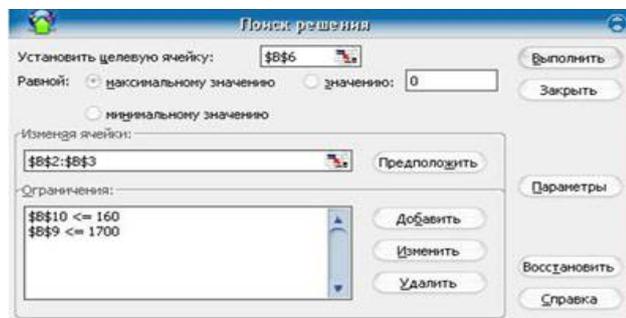


Рис. 1.4. Поиск решения

14. Щелкните кнопку "Параметры". Окажемся в диалоговом окне "Параметры поиска решения". Чтобы узнать назначение полей ввода этого окна, щелкнем кнопку "Справка". Менять ничего не будем, только установим два флажка: "Линейная модель" (так как наши ограничения и целевая функция являются линейными по переменным x и y) и "Неотрицательные значения" (для переменных x и y). Щелкнем "ОК" и окажемся в исходном окне.

Самостоятельно добавьте ограничения, что переменная X и Y – целые

Одним из таких инструментов является поиск решения, который особенно удобен для решения так называемых "задач оптимизации".

Если Вы раньше не использовали поиск решения, то Вам потребуется установить соответствующую надстройку;

15. Полностью подготовив задачу оптимизации. Нажимаем кнопку "Выполнить".

16. Появляется диалоговое окно "Результаты поиска решения". В нем читаем сообщение "Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены." На выбор предлагаются варианты: "Сохранить найденное решение" или "Восстановить исходные значения". Выбираем первое. Можно также вывести отчеты: по результатам, по устойчивости, по пределам. Выделим их все, чтобы иметь представление о том, какая информация в них размещена.

17. После нажатия "ОК." вид таблицы меняется: в ячейках x и y появляются оптимальные значения. Числовые данные примера специально подобраны, поэтому в ответе получились круглые цифры: изделие А нужно выпускать в количестве 300 штук в неделю, а изделие В – 200 штук. Соответственно пересчитываются все формулы. Целевая функция достигает значения 1400, как показано на рис. 1.5.

	A	B	C	D
1	Переменные			
2	Изделие А	300		
3	Изделие В	200		
4				
5	Целевая функция			
6	Прибыль	1400		
7				
8	Ограничения			
9	Материал	1700		
10	Время изготовления	160		
11				
12				

Рис. 1.5. Значение целевой функции

Содержание отчета:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) задание;
- 4) результаты выполнения;
- 5) вывод по работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2 ОПТИМИЗАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В EXCEL

Цель урока: закрепить алгоритм моделирования на примере построения компьютерной модели реальной экономической задачи «*Штатное расписание больницы*».

Оборудование: персональный компьютер (ПК), программное обеспечение (ПО).

Порядок выполнения и форма отчетности

Оптимизационное моделирование – это поиск оптимального, т.е. наилучшего решения конкретной задачи при выполнении некоторых заданных условий.

Критерием оптимальности могут быть различные параметры, например, максимальное количество выпускаемой продукции, максимальная прибыль фирмы, минимальные затраты производства.

При решении задач оптимизационного моделирования на компьютере рекомендуется руководствоваться следующим алгоритмом:

- 1) разобрать условие задачи;
- 2) на основе исходных данных построить математическую модель задачи:
 - определить изменяемые (поисковые) переменные;
 - задать ограничения;
 - выбрать целевую функцию (критерий оптимизации).
- 3) решить задачу на компьютере с помощью программы MS Excel;
- 4) проанализировать полученные данные.

Перед началом работы в MS Excel необходимо убедиться, что надстройка «Поиск решения» установлена.

В Excel : «Данные» - «Анализ» - «Поиск решения». Если его нет, нужно установить. Чтобы активизировать ее в Excel , щелкните значок Кнопка Microsoft Office , щелкните Параметры Excel, а затем выберите категорию Надстройки. В поле Управление выберите значение Надстройки Excel и нажмите кнопку Перейти. В поле Доступные надстройки установите флажок рядом с пунктом Поиск решения и нажмите кнопку ОК.

Рассмотрим решение задачи на оптимизацию на конкретном примере.

Задача

Цех молокозавода выпускает эскимо и другой вид мороженого (назовем его просто «мороженое»).

Эскимо в 2 раза дороже мороженого. За одну минуту выпускается 90 порций мороженого или 30 порций эскимо, возможен одновременный выпуск двух видов продукции. Из-за ограничения срока реализации продукции и недостаточного объема холодильных камер в течение часа на хранение может быть принято не более 3600 шт. изделий.

Определить наибольшую стоимость выпускаемой продукции (прибыль) и оптимальный план выпуска мороженого и эскимо за одну минуту.

Построим математическую модель решения данной задачи.

Пусть одновременно выпускается 2 вида продукции.

Обозначим число выпускаемых за 1 мин. эскимо – x , мороженого – y .

Пусть: t_1 – время, необходимое для производства одного эскимо,
 t_2 - время, необходимое для производства одного мороженого.

Из условия задачи следует, что за 1 мин. производится 90 порций мороженого или 30 порций эскимо, т.о. времени на производство одного эскимо затрачивается в 3 раза больше, чем на производство одного мороженого: $t_1=3 t_2$

За 1 мин. соотношение времени при одновременном выпуске каждого из двух видов продукции x и y составит: $t_1x + t_2y \leq 1$ или, подставляя $t_1=3 t_2$ получим $3t_2x + t_2y \leq 1$; вынесем t_2 за скобки и разделим на него левую и правую части уравнения, т.о. $3x+y \leq 1/t_2$

Но величина $1/t_2$ – это максимальный выпуск мороженого за 1 мин., т.е. она равна 90. Итак, возможности производства определяет условие: $3x+y \leq 90$

Еще одно условие - ограниченная емкость холодильника. В течение 1 часа холодильник может принять 3600 шт. продукции, т.е. за одну минуту $3600/60=60$ порций: $x+y \leq 60$

Обозначив цену 1 эскимо - c_1 (руб), а цену мороженого – c_2 (руб), можно записать в соответствии с условием задачи следующее соотношение цен на продукцию $c_1=2c_2$.

Общая стоимость продукции, выпускаемой цехом за 1 минуту: $S= c_1x+ c_2y$, заменяя $c_1=2c_2$ получим $S=2c_2x+ c_2y= c_2(2x+y)$

Поскольку c_2 – заданная положительная константа, то для упрощения задачи можно принять $c_2=1$.

По условию задачи необходимо найти наибольшую возможную стоимость выпускаемой продукции. То следует добиваться максимального значения целевой функции $S=2x+y$.

Обязательным условием решения задачи является условие не отрицательности величин x и y . Следует также подчеркнуть, что в целом ряде задач, в т.ч. и нашей, необходимо ввести еще одно ограничение: решение должно быть целочисленным.

Итак, учитывая все условия задачи, приходим к ее математической модели: среди целочисленных решений системы линейных неравенств:

$$\begin{cases} 3x + y \leq 90 \\ x + y \leq 60 \\ x \geq 0 \\ y \geq 0 \end{cases}$$

найти такое, при котором достигается максимизация линейной функции: $S=2x+y$.

Решение задачи на компьютере:

1. Запустите MS Excel.

2. В новой рабочей книге оформите лист в соответствии с рис. 2.1.

	А	В	С
1	Задача		
2	об оптимальном выпуске продукции		
3	Исходные данные	Измеряемые параметры	Предельные значения
4	Выпуск эскимо (x)	0	30
5	Выпуск мороженого (y)	0	90
6			
7	Ограничения		
8	по объему холодильной камеры	=B4+B5	60
9	по объему производства	=3*B4+B5	90
10			
11	Максимальная стоимость продукции (прибыль)	=2*B4+B5	

Рис. 2.1. Оформление листа в соответствии с задачей

В описанной модели необходимо максимизировать значение в ячейке B11. В качестве начальных значений x и y принимаются нули.

Ограничения задачи представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Условия ограничений на значение

Условие	Ячейки
Количество эскимо не должно превышать заданного значения	\$B\$4<=\$C\$4
Количество мороженого не должно превышать заданного значения	\$B\$5<=\$C\$5
Ограничение по объему холодильной установки	\$B\$8<=\$C\$8
Ограничение по объему производства	\$B\$9<=\$C\$9
Количества произведенного эскимо и мороженого не могут быть отрицательными числами	\$B\$4:\$B\$5>=0
Количества произведенного эскимо и мороженого должны быть целыми числами	\$B\$4:\$B\$5-целое

Дальнейшее решение задачи будем осуществлять с помощью надстройки «Поиск решения».

3. Выделите ячейку с оптимизируемым значением B11.

4. Выберите надстройку Поиск решения. Загрузится надстройка и появляется диалоговое окно «Поиск решения» (рис. 2.2).

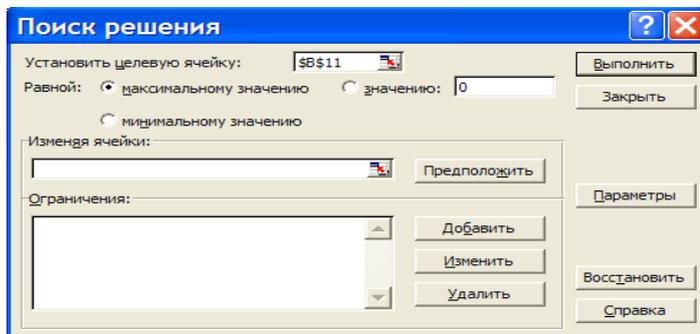


Рис. 2.2. Поиск решения

В поле «Установить целевую ячейку» уже находится ссылка на выделенную на предыдущем шаге ячейку (при необходимости эту ссылку можно изменить).

5. Установить переключатель «Равной» максимальному значению (ищется максимальное значение целевой ячейки B11).

6. Перейдите в поле «Изменяя ячейки:» и укажите диапазон ячеек, которые должны изменяться в процессе поиска наилучшего решения. В данном примере это ячейки \$B\$4:\$B\$5.

7. Щелкните по кнопке «Добавить», чтобы ввести первое ограничение задачи. Откроется диалоговое окно «Добавление ограничения» (рис. 2.3).

8.

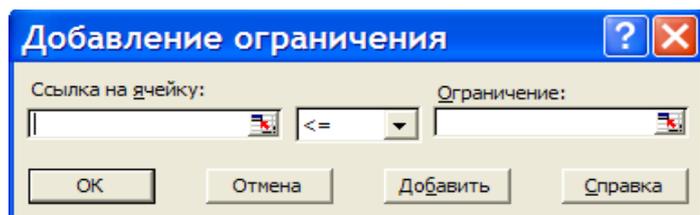


Рис. 2.3. Диалоговое окно «Добавления ограничения»

9. Введите первое ограничение $B4:B5 \geq 0$.

10. Щелкните по кнопке «Добавить», введите следующее ограничение и т.д. из таблицы на предыдущей странице.

Примечание: для задания цело численности значений ячеек B4 и B5 из второго раскрывающегося списка выберите «цел», при этом в поле «Ограничение» автоматически появится «целое».

10. После ввода последнего ограничения нажмите ОК.

Окно поиск решения примет вид (рис. 2.4).

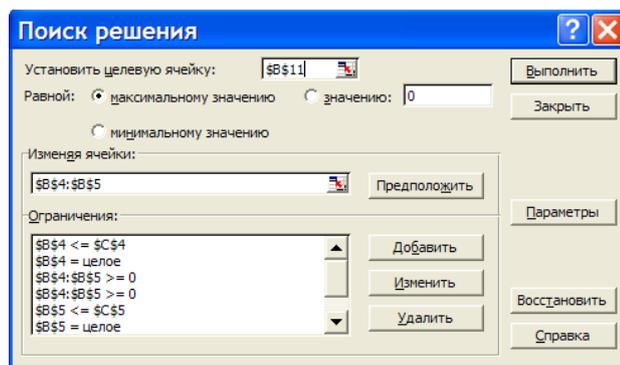


Рис. 2.4. Окно «Поиск решения»

Нажав на кнопку «Параметры можно проверить, и при необходимости, изменить условия и варианты поиска решения, что в нашей задаче не требуется.

11. Нажмите кнопку «Выполнить». По окончании поиска решения появится диалоговое окно результатов (рис. 2.5).

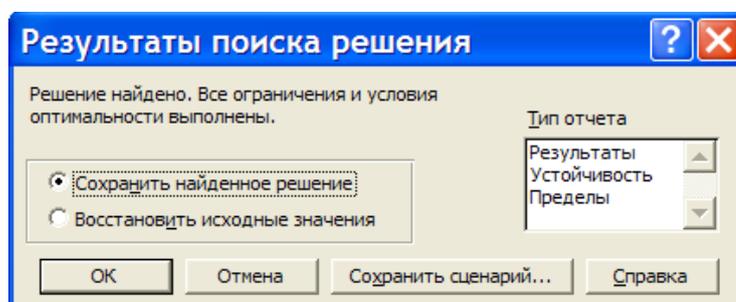


Рис. 2.5. Диалоговое окно «Результаты поиска решения»

12. Установите переключатель «Сохранить найденное решение», чтобы сохранить предложенные значения. С помощью этого диалогового окна можно также сформировать отчет;

13. Нажмите ОК. Получится решение, представленное на рис. 2.6.

	A	B	C
1	Задача		
2	об оптимальном выпуске продукции		
3	Исходные данные	Измеряемые параметры	Предельные значения
4	Выпуск эскимо (x)	15	30
5	Выпуск мороженого (y)	45	90
6			
7	Ограничения		
8	по объему холодильной камеры	60	60
9	по объему производства	90	90
10			
11	Максимальная стоимость продукции (прибыль)	75	
12			

Рис. 2.6. Результат поиска решения

14) Сохраните решение задачи в своей папке под именем МОЛОКОЗАВОД.

Задача №1

Представьте, что вас выбрали директором завода и вы, изучив спрос, решили организовать участок для производства двух товаров широкого потребления – мясорубки и скороварки (А и Б).

Допустим, что вам удалось заключить договор со смежниками на поставку ресурсов (металла, электроэнергии и т.п.) и выделить определенное число рабочих.

Чтобы обеспечить рентабельность участка, Совет трудового коллектива установил план по реализации, указывающий минимальные объемы производства для каждого изделия.

Всякий хороший директор стремиться к тому, чтобы прибыль была наибольшей.

Условие задачи.

На участке работает 20 человек, каждый из них в среднем за год работает 1800 часов. Выделенные ресурсы: 32 т металла, 54 тыс. квт.ч. электроэнергии.

План по реализации: не менее 2 тыс. изделий А и не менее 3 тыс. изделий Б.

На выпуск 1 тыс. изд. А затрачивается 3 т металла, 3 тыс. квт.ч. электроэнергии и 3 тыс. часов рабочего времени.

На выпуск 1 тыс. изд. Б - 1 т металла, 6 тыс. квт.ч. электроэнергии и 3 тыс. часов рабочего времени.

От реализации 1 тыс. изд. А завод получает прибыль 50 тыс. руб., а от реализации 1 тыс. изд. Б – 70 тыс. руб.

Выпуск какого количества изделий А и Б (в тыс. шт.) надо запланировать, чтобы прибыль от их реализации была наибольшей.

Математическая модель данной задачи.

Пусть x – планируемое количество изделий А (тыс. шт.)

y – планируемое количество изделий Б(тыс. шт.).

План по реализации: $x \geq 2$ и $y \geq 3$

Общий расход металла: $3x + y \leq 32$

Общий расход электроэнергии $x + 6y \leq 54$

Ограничение на ресурсы рабочего времени $3x + 3y \leq 36$

Прибыль от реализации $50x + 70y$

ЗАДАНИЕ

1. Запустите MS Excel.

2. На основе разработанной математической модели введите в новой рабочей книге все необходимые данные.

3. С помощью команды Сервис – Поиск решения загрузите надстройку. С помощью диалогового окна «Поиск решения» получите требуемые результаты и сохраните найденное решение.

4. Сохраните решение задачи в своей папке под именем УЧАСТОК.

Содержание отчета:

1) название работы;

- 2) цель работы;
- 3) задание;
- 4) результаты выполнения;
- 5) вывод по работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3 ОПТИМИЗАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В EXCEL

Цель работы: изучение технологии проведения экономических расчетов, расчета точки окупаемости инвестиций, накопления и инвестирования средств.

Оборудование: персональный компьютер (ПК), программное обеспечение (ПО).

Порядок выполнения и форма отчетности

Задание 1. Оценка рентабельности рекламной компании фирмы.

Порядок работы.

1. Откройте редактор электронных таблиц Microsoft Excel и создайте новую электронную книгу.

2. Создайте таблицу оценки рекламной компании по образцу.

Введите исходные данные: Месяц, Расходы на рекламу $A(0)$ (р.), Сумма покрытия $B(0)$ (р.), Рыночная процентная ставка (j) = 13,7%.

Выделите для рыночной процентной ставки, являющейся константой, отдельную ячейку - C3, и дайте этой ячейке имя «ставка».

Краткая справка.

Присваивание имени ячейке или группе ячеек производится следующим образом:

- выделите ячейку (группу ячеек), которой необходимо присвоить имя;
- щелкните поле *Имя*, которое расположено в строке формул слева;
- введите имя ячейки;
- нажмите клавишу [Enter].

Помните, что по умолчанию имена ячеек являются абсолютными ссылками. Заполните рабочий лист в соответствии с рис. 3.1.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Оценка рекламной компании							
2								
3		Рыночная процентная ставка (j)	13,7%					
4								
5	месяц (n)	Расходы на рекламу $A(0)$ (руб.)	Текущая стоимость расходов на рекламу $A(n)$ (руб.)	Расходы на рекламу нарастающим итогом (руб.)	Сумма покрытия $B(0)$ (руб.)	Текущая стоимость суммы покрытия $B(n)$ (поступающих доходов) (руб.)	Сумма покрытия нарастающим итогом (руб.)	Сальдо дисконтированных денежных потоков нарастающим итогом (руб.)
6	1	75 250,00	?	?		?	?	?
7	2	125 700,00	?	?	25 250,00	?	?	?
8	3	136 940,00	?	?	75 950,00	?	?	?
9	4	175 020,00	?	?	105 700,00	?	?	?
10	5	170 600,00	?	?	168 300,00	?	?	?
11	6		?	?	147 500,00	?	?	?
12	7		?	?	137 450,00	?	?	?
13	8		?	?	127 420,00	?	?	?
14	9		?	?	43 100,00	?	?	?
15	10		?	?		?	?	?
16	11		?	?		?	?	?
17	12		?	?		?	?	?
18								

Рис. 3.1. Исходные данные

3. Произведите расчеты во всех столбцах таблицы.

Краткая справка.

Расходы на рекламу осуществлялись в течение нескольких месяцев, поэтому выбираем динамический инвестиционный учет.

Это предполагает сведение всех будущих платежей и поступлений путем дисконтирования на сумму рыночной процентной ставки к текущему значению.

В ячейке С6 наберите формулу.

Примечание.

Адрес ячейки А6 в формуле имеет комбинированную адресацию: абсолютную адресацию по столбцу и относительную по строке, и записывается в виде \$А6.

При расчете расходов на рекламу нарастающим итогом надо учесть, что первый платеж равен значению текущей стоимости расходов на рекламу, значит в ячейку D6 введем значение= С6, но в ячейке D7 формула примет вид=D6+C7.

Далее формулу ячейки D7 скопируйте в ячейки D8:D17.

Обратите внимание, что в ячейках нарастающего итога с мая по декабрь будет находиться одно и то же значение, поскольку после месяца мая расходов на рекламу не было (рис. 3.2).

		С6 = =B6*(1+ставка/12)*(1-\$A6)							
	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Оценка рекламной компании								
2									
3		Рыночная процентная ставка (I)	13,7%						
4									
5	месяц (n)	Расходы на рекламу A(0) (руб.)	Текущая стоимость расходов на рекламу A(n) (руб.)	Расходы на рекламу нарастающим итогом (руб.)	Сумма покрытия B(0) (руб.)	Текущая стоимость суммы покрытия B(n) (поступающих)	Сумма покрытия нарастающим итогом (руб.)	Сальдо дисконтированных денежных потоков нарастающим итогом (руб.)	
6	1	75 250,00	75 250,00	75 250,00		0,00	0,00	-75 250,00	
7	2	125 700,00	124 281,12	199 531,12	25 250,00	24 964,98	24 964,98	-174 566,14	
8	3	136 940,00	133 865,95	333 397,07	75 950,00	74 245,06	99 210,04	-234 187,03	
9	4	175 020,00	169 159,88	502 556,95	105 700,00	102 160,89	201 370,93	-307 186,07	
10	5	170 600,00	163 026,65	665 583,60	168 300,00	160 828,75	362 199,69	-303 383,97	
11	6		0,00	665 583,60	147 500,00	139 361,08	501 560,76	-164 022,83	
12	7		0,00	665 583,60	137 450,00	128 399,73	629 960,49	-85 623,17	
13	8		0,00	665 583,60	127 420,00	117 686,56	747 647,05	82 063,45	
14	9		0,00	665 583,60	43 100,00	39 358,31	787 005,36	121 421,76	
15	10		0,00	665 583,60		0,00	787 005,36	121 421,76	
16	11		0,00	665 583,60		0,00	787 005,36	121 421,76	
17	12		0,00	665 583,60		0,00	787 005,36	121 421,76	
18									
19		Количество месяцев, в которых имеется сумма покрытия			8				
20		Количество месяцев, в которых сумма покрытия больше 100000 руб.			5				

Рис. 3.2. Заполненный данными и формулами рабочий лист

Выберем сумму покрытия в качестве ключевого показателя целесообразности инвестиций в рекламу. Она определяет, сколько денежных средств приносит продажа единицы товара в копилку возврата инвестиций.

Для расчета текущей стоимости покрытия скопируйте формулу из ячейки С6 в ячейку F6. В ячейке F6 наберите формулу:

Далее с помощью маркера автозаполнения скопируйте формулу в ячейки F7:F17.

Сумма покрытия нарастающим итогом рассчитывается аналогично расходам на рекламу нарастающим итогом, поэтому в ячейку G6 поместим содержимое ячейки F6 (=F6), а в G7 введем формулу= G6 + F7.

Далее формулу из ячейки G7 скопируем в ячейки G8:G17.

В последних трех ячейках столбца будет представлено одно и то же значение, ведь результаты рекламной компании за последние три месяца на сбыте продукции уже не сказывались.

Сравнив значения в столбцах D и G, уже можно сделать вывод о рентабельности рекламной компании, однако расчет денежных потоков в течении года (столбец H), вычисляемый как разница колонок G и D, показывает, в каком месяце была пройдена точка окупаемости инвестиций.

В ячейке H6 введите формулу= G6 – D6, и скопируйте ее вниз на всю колонку.

Проведите условной форматирование результатов расчета колонки H: отрицательных чисел – синим курсивом,

положительных чисел – красным цветом шрифта.

По результатам условного форматирования видно, что точка окупаемости приходится на июль месяц.

4. В ячейке E19 произведите расчет количества месяцев, в которых сумма покрытия имеется;

Используйте функцию «Счет» (*Вставка/ Функция/ Статистические*), указав в качестве диапазона «Значение 1» интервал ячеек E7:E14.

После расчета формула в ячейке E19 будет иметь вид= СЧЕТ(E7:E14) .

5. В ячейке E20 произведите расчет количества месяцев, в которых сумма покрытия больше 100 000 р. (используйте функцию СЧЕТЕСЛИ, указав в качестве диапазона «Значение» интервал ячеек E7:E14, а в качестве условия >100000).

После расчета формула в ячейке E20 будет иметь вид =СЧЕТЕСЛИ(E7:E14) (рис. 3.3).

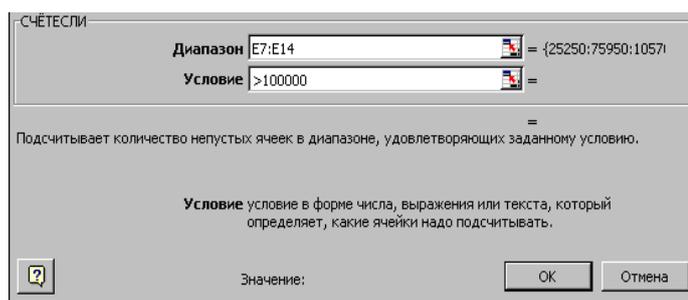


Рис. 3.3. Диалоговое окно «СЧЕТЕСЛИ»

6. Постройте графики по результатам расчетов (рис. 3.4).

- «Сальдо дисконтированных денежных потоков нарастающим итогом» по результатом расчетов колонки H;

- «Реклама: доходы и расходы» по данным колонок D и G (диапазоны D5:D17 и G5:G17 выделяйте, удерживая нажатой клавишу [Ctrl]).

Графики дают наглядное представление об эффективности расходов на рекламу и графически показывают, что точка окупаемости инвестиций приходится на июль месяц.

7. Сохраните файл в папке вашей группы.



Рис. 3.4. Графики по результатам расчетов

Задание 2.

Фирма поместила в коммерческий банк 45 000 р. на 6 лет под 10,5% годовых. Какая сумма окажется на счете, если проценты начисляются ежегодно? Рассчитать, какую сумму надо поместить в банк на тех же условиях, чтобы через шесть лет накопить 250 000 р.

Порядок работы.

1. Откройте редактор электронных таблиц Microsoft Excel и создайте новую электронную книгу.

2. Создайте таблицу констант и таблицу для расчета наращенной суммы вклада по образцу (рис. 3.5).

1	Накопление финансовых средств фирмы		
2			
3	A(0)	45000	
4	Процентная ставка (j)	10,50%	
5			
6			
7	Расчет наращенной суммы вклада		
8			
9	Период, n	A(n) расчет по формуле	A(n) расчет по функции БС
10	1	?	?
11	2	?	?
12	3	?	?
13	4	?	?
14	5	?	?
15	6	?	?

Рис. 3.5. Исходные данные для Задания 2

3. Произведите расчеты. A(n) двумя способами:

- с помощью формулы $A(n) = A(0) \cdot (1+j)^n$ (в ячейку D10 ввести формулу или использовать функцию СТЕПЕНЬ);

- с помощью функции БС.

Краткая справка.

Функция БС возвращает будущую стоимость инвестиции на основе периодических постоянных платежей и постоянной процентной ставки.

Синтаксис функции БС: БС (ставка ;кпер; плт; пс; тип),

где ставка – это процентная ставка за период;

кпер – это общее число периодов платежей по аннуитету;

плт (плата) – это выплата, производимая в каждый период, вводится со знаком «-», это значение не может меняться в течении всего периода выплат.

Обычно плата состоит из основного платежа и платежа по процентам, но не включает других налогов и сборов;

пс – это приведенная к текущему моменту стоимость или общая сумма, которая на текущий момент равноценна ряду будущих платежей.

Если аргумент пс опущен, то он полагается равным 0. В этом случае должно быть указано значение аргумента плата.

Тип — это число 0 или 1, обозначающее, когда должна производиться выплата. Если аргумент тип опущен, то он полагается равным 0 (0 – платеж в конце периода, 1 –платеж в начале периода).

Все аргументы, означающие деньги, которые платятся (например, депозитные вклады), представляются отрицательными числами. Деньги, которые получены (например, дивиденды), представляются положительными числами. Для ячейки С10 задание параметров расчета функции БС имеет вид, как на рис. 3.6.

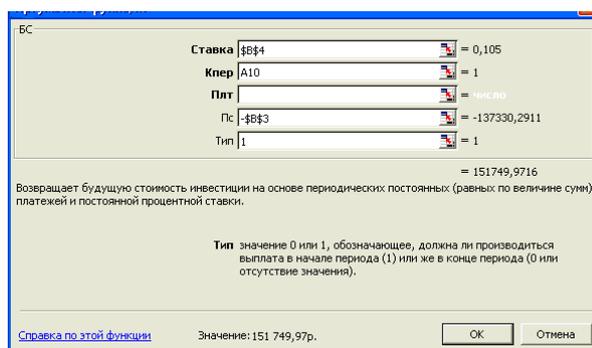


Рис. 3.6. Диалоговое окно «Аргументы функции»

Конечный вид расчетной таблицы приведен на рис. 3.7.

C10 =БС(\$B\$4;A10;-\$B\$3;1)			
	A	B	C
1	Накопление финансовых средств фирмы		
2			
3	A(0)	45 000,00р.	
4	Процентная ставка (j)	10,50%	
5			
6			
7	Расчет наращенной суммы вклада		
8			
9	Период, n	A(n) расчет по формуле	A(n) расчет по функции БС
10	1	49 725,00	49 725,00р.
11	2	54 946,13	54 946,13
12	3	60 715,47	60 715,47
13	4	67 090,59	67 090,59
14	5	74 135,10	74 135,10
15	6	81 919,29	81 919,29

Рис. 3.7. Расчетная таблица

4. Используя режим *Подбор параметра (Сервис/ Подбор параметра)* рассчитайте, какую сумму надо поместить в банк на тех же условиях, чтобы через шесть лет накопить 250 000 р. (рис. 3.8).

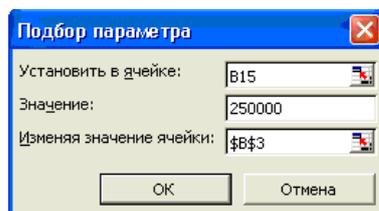


Рис. 3.8. Окно «Подбор параметров»

В результате подбора выясняется, что для первоначальная сумма для накопления 137 330,29 р. позволит накопить заданную сумму 250000 р.

Дополнительное задание

Задание 3. Сравнить доходность размещения средств предприятия, положенных в банк на один год, если проценты начисляются m раз в год, исходя из процентной ставки $j=9,5\%$ годовых (в соответствии с рисунком 3.9).

По результатам расчетов построить график изменения доходности инвестиционной операции от количества раз начисления процентов в году (капитализации).

Выясните, при каком значении j доходность составит 15% (при капитализации $m=12$).

	А	В
1	Зависимость доходности от условий капитализации	
2		
3	Таблица констант	
4	j	9,5%
5		
6	Число начислений процентов в год (m)	Доходность (%)
7	1	?
8	2	?
9	3	?
10	4	?
11	5	?
12	6	?
13	7	?
14	8	?
15	9	?
16	10	?
17	11	?
18	12	?

Рис. 3.9. Таблица для вычисления доходности

Содержание отчета:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) задание;
- 4) результаты выполнения;
- 5) вывод по работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4 ОПТИМИЗАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В EXCEL

Цель урока: научить учащихся решать оптимизационные экономические задачи различных моделей средствами ЭТ Excel.

Оборудование: персональный компьютер (ПК), программное обеспечение (ПО).

Порядок выполнения и форма отчетности

Задача оптимизации «Планирование производства».

Модель линейного программирования дает возможность определить наиболее выгодную производственную программу выпуска нескольких видов продукции при заданных ограничениях на ресурсы.

МП выпускает товары X1, X2, X3, X4, получая от реализации каждого прибыль в 60,70,120,130 руб. соответственно. Затраты на производство приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Затраты на производстве

Затраты	X1	X2	X3	X4	Всего
Трудовые	1	1	1	1	16
Сырьевые	6	5	4	1	110
Финансы	4	6	10	13	100

Определить:

- 1) максимум прибыли в зависимости от оптимального распределения затрат;
- 2) минимум ресурсов, необходимых для получения максимальной прибыли.

Этапы построения и исследования модели на компьютере:

1. Описательная информационная модель.
2. Формализованная модель.
3. Компьютерная модель.
4. Компьютерный эксперимент.
5. Анализ полученных результатов и корректировка исследуемой модели.

Построение и исследование информационной модели задачи оптимизации методом линейного программирования:

1. Описательная информационная модель
2. Формализованная модель
3. Компьютерная модель

Создание проекта с помощью MS Excel состоит из 4 этапов: создание формы для ввода условий задачи, ввод в неё исходных данных и зависимостей из математической модели (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Заполнение таблицы данными и формулами

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Переменная	X1	X2	X3	X4	Формула	Знак	Св.член
2	Значение							
3	Коэф. ЦФ	60	70	120	130	=СУММПРОИЗВ(B\$2:E\$2;B3:E3)	max	
4	Трудовые	1	1	1	1	=СУММПРОИЗВ(B\$2:E\$2;B4:E4)	<=	16
5	Сырьевые	6	5	4	1	=СУММПРОИЗВ(B\$2:E\$2;B5:E5)	<=	110
6	Финансы	4	6	10	13	=СУММПРОИЗВ(B\$2:E\$2;B6:E6)	<=	100

Ввод данных из формы в окно Excel *Поиск решения* из меню *Сервис*.

Задание параметров поиска и решение задачи Параметры поиска, в соответствии с рис. 4.1:

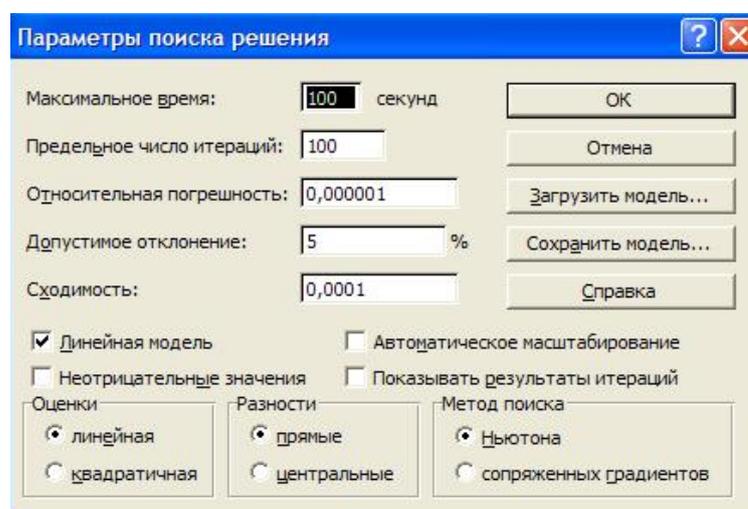


Рис. 4.1. Параметры поиска

4. Компьютерный эксперимент.

В окне Поиск Решения нажать *Выполнить*. Внести результаты эксперимента в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Результаты эксперимента с формулами

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Переменная	X1	X2	X3	X4	Формула	Знак	Св.член
2	Значение							
3	Коэф. ЦФ	60	70	120	130		Max	
4	Трудовые	1	1	1	1		<=	16
5	Сырьевые	6	5	4	1		<=	110
6	Финансы	4	6	10	13		<=	100

5. Анализ полученных результатов и корректировка исследуемой модели.

6. Домашнее задание: создать модель задачи оптимизации методом линейного программирования средствами MS Excel.

Предприятие электронной промышленности выпускает две модели телевизоров, причем каждая модель производится на отдельной технологической линии. Суточный объем производства первой линии – 60 изделий, второй линии – 75 изделий. На телевизор первой модели расходуются 10 однотипных элементов электронных схем, на телевизор второй модели – 8 таких же элементов. Максимальный суточный запас используемых элементов равен 800 единицам. Прибыль от реализации одного телевизора первой и второй моделей равна 6000 руб. и 4500 руб. соответственно. Определить оптимальный суточный объем производства первой и второй моделей.

Содержание отчета:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) задание;
- 4) результаты выполнения;
- 5) вывод по работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5 ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Цель работы: изучить виды и области применения компьютерного информационного моделирования; выполнить работу с демонстрационными примерами компьютерных информационных моделей.

Оборудование: персональный компьютер (ПК), программное обеспечение (ПО).

Порядок выполнения и форма отчетности

1. Математическая модель полета снаряда

Запустить программу «Демонстрационная математическая модель». Познакомиться с работой модели в режиме без учета сопротивления воздуха и с учетом сопротивления воздуха.

В режиме «Сопротивление воздуха не учитывать» провести следующий эксперимент: изменяя величину начальной скорости снаряда от 60 м/с до 200 м/с с шагом 10 м/с для каждого значения скорости подбирать величину угла выстрела, при котором произойдет попадание снаряда в цель. Желательно поиск искомого значения угла осуществлять методом деления пополам. При попадании в цель фиксировать время полета снаряда. Полученные результаты занести в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Сопротивление воздуха

<i>V0 (м/с)</i>	<i>α (град)</i>	<i>t (с)</i>

Определить параметры выстрела, при которых цель будет поражена за наименьшее время. В тех случаях, если попасть в цель не удастся, в графе времени поставить прочерк.

Повторить те же эксперименты в режиме «Сопrotивление воздуха учитывать»

2. Имитационная модель системы массового обслуживания.

Запустить программу «Имитационное моделирование». Познакомиться с работой программы.

Пояснение. В магазине проводится эксперимент с целью совершенствования обслуживания покупателей. Эксперимент длится 60 минут. Управляемыми являются параметры А, В, С (см. описание на экране). Результатами эксперимента являются параметры D, E, F, G, H, I. Покупателей обслуживает один продавец.

Для заданных значений параметров С и А (например С=3 чел, А=5 мин) подобрать максимально возможное В, при котором не будет покупателей, отказавшихся от совершения покупки. Для этого изменять В от 1 мин до 10 мин с шагом 1 мин. Результаты эксперимента заносить в табл. 5.2:

Таблица 5.2

Создание таблицы для эксперимента

A	B	C	D	E	F	G	H	I

Провести численный эксперимент с целью определения режима работы продавца, при котором будет обслужено наибольшее число покупателей.

Содержание отчета:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) задание;
- 4) результаты выполнения;
- 5) вывод по работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6 ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Цель работы: ознакомление и получение практических навыков в различных методиках анализа рисков по инвестиционному проекту с помощью средств MS EXCEL.

Оборудование: персональный компьютер (ПК), программное обеспечение (ПО)

Порядок выполнения и форма отчетности

Оформление работы: работа выполняется средствами табличного процессора MS Excel. Отчет о выполнении лабораторной работы сдается в виде твердой копии.

Теоретические аспекты:

Необходимость такого анализа обоснована прежде всего тем, что построенные по любому инвестиционному проекту, потоки денежных средств относятся к будущим периодам и носят прогнозный характер. Когда мы

рассматривали методы анализа инвестиционных проектов, то предполагали, что возникающие потоки платежей CFt известны, или могут быть точно определены для каждого периода. На практике в условиях рынка, когда происходят постоянные изменения цен, процентных ставок, курсов акций, валют и т.д., потоки могут сильно отличаться от запланированных. В силу этого возрастает вероятность недостоверности используемых для расчетов числовых данных, а значит и самих результатов.

Учет и оценка возможных негативных последствий таких ошибок становится очень важной частью экспертизы рассматриваемого проекта. Основным инструментом подобных исследований служит анализ рисков.

Теория риска в применении к инвестиционному анализу начала достаточно бурно развиваться в 50-ых годах прежде всего в США и Западной Европе. В нашей стране в это время развивался математический аппарат анализа рисков применительно к теории планирования эксперимента в технических и естественных науках.

В современной отечественной практике инвестиционного проектирования понятие “анализ проектных рисков” появилось недавно. Оно объединило накопленный ранее международный опыт и отечественную теоретическую базу, став обязательным разделом любого бизнес-плана инвестиционного проекта.

В настоящее время на практике используется широкий спектр приемов и подходов, позволяющих анализировать проектные риски: метод экспертных оценок, метод аналогий, метод ставки процента с поправкой на риск, метод критических значений, построение дерева решений, анализ чувствительности, анализ сценариев, метод Монте-Карло и другие.

Подчеркну одно, достаточно важное обстоятельство: анализ рисков проекта основывается на базисном варианте, т.е. результате расчета всех показателей и критериев проекта, который используется при обосновании эффективности проекта.

Количественному анализу рисков предшествует качественный анализ.

Первым шагом в проведении качественного анализа проектных рисков является осознание и определение всех возможных рисков проекта.

В инвестиционных проектах, связанных с вложением средств в реальные активы, рекомендуется проанализировать существование таких рисков как: финансовые, технико-технологические, маркетинговые, экологические, юридические, политические, социальные и некоторые др.

Каждый из перечисленных рисков может рассматриваться с 3-ех позиций:

- 1) с точки зрения причин возникновения данного типа риска;
- 2) с позиции изучения негативных последствий при реализации данного риска;
- 3) исходя из обсуждений конкретных мероприятий, позволяющих риск минимизировать.

Кроме того, качественный анализ призван также дать определение пограничных значений возможного изменения всех факторов проекта, проверяемых на риск.

Проведение количественного анализа опирается на, упомянутый раньше, базисный вариант расчета проекта и заканчивается определением проверяемых на риск факторов проекта и их границами. Задача количественного анализа состоит в численном измерении влияния изменений рискованных факторов на эффективность проекта.

Поэтому, можно выделить 2 составляющие риска проекта:

1. чувствительность его чистой приведенной стоимости к изменению значений ключевых показателей;
2. величину диапазона возможных изменений ключевых показателей, определяющую их вероятностные распределения.

Ниже приведено краткое описание некоторых практических методов учета рисков.

Метод экспертных оценок

Состоит в возможности использования опыта экспертов в процессе анализа проекта и учета влияния разнообразных качественных факторов.

Формальная процедура экспертной оценки чаще всего сводится к следующему: руководство проекта разрабатывает перечень критериев оценки в виде экспертных (опросных) листов, содержащих вопросы и варианты ответов для каждого критерия и варианта ответа, соответственно. Назначают весовые коэффициенты, которые не известны экспертам. Последние, естественно, должны иметь полную информацию о проекте. Далее заполненные экспертные листы обрабатывают определенным образом с помощью статистических методов анализа данных (например, отбрасываются крайние варианты, если они сильно отличаются от большинства ответов, считается ожидаемое значение, среднее квадратическое отклонение и т.д.) и выдают количественный результат проведения экспертизы.

Метод аналогий

Состоит в анализе всех имеющихся данных, касающихся осуществления фирмой или банком аналогичных проектов в прошлом с целью расчета вероятностей возникновения потерь.

Здесь, очевидно, необходим банк накопленных данных о всех предшествующих проектах, создаваемых на основе их оценки уже после завершения.

Этот метод наиболее применим при оценке рисков часто повторяющихся проектов, например, в строительстве.

Метод экспертных оценок и метод аналогий можно отнести к качественному анализу.

Метод ставки процента с поправкой на риск - (метод корректировки нормы дисконта) позволяет учесть факторы риска при расчете эффективности проекта, увеличивая безрисковую ставку (например, ставку по государственным ценным бумагам) на величину надбавки за риск.

Чем больше риск, тем больше должна быть величина надбавки (премии за риск).

Возможные применяемые на практике рискованные надбавки, зависящие от сущности проекта и видов инвестиций приведены в табл. 6.1.

Поправка на риск помимо вышеизложенного метода может быть определена *пофакторным расчетом*. При этом в поправке на риск суммируется влияние учитываемых факторов.

Таблица 6.1

Ориентировочная величина поправок на риск

Величина риска	Пример цели проекта	Величина поправки на риск
Низкий	Вложения в развитие производства на базе освоенной техники и технологии	3-5
Средний	Увеличения объемов продаж освоенной продукции	8-10
Высокий	Производство и продвижение на рынок нового продукта	13-15
Очень высокий	Вложения в исследования и инновации	18-20

К числу этих факторов можно отнести:

- новизну применяемой технологии;
- степень неопределенности объемов спроса и уровня цен на производимую продукцию;
- наличие нестабильности (цикличности) спроса на продукцию;
- наличие неопределенности внешней среды при реализации проекта;
- наличие неопределенности процесса освоения применяемой техники или технологии.

Каждому фактору в зависимости от его оценки можно приписать величину поправки на риск по этому фактору, зависящую от отрасли, к которой относится проект, и региона, в котором он реализуется. В тех случаях, когда эти факторы являются независимыми и в смысле риска дополняют друг друга, поправки на риск по отдельным факторам следует сложить для получения общей поправки, учитывающей риск неполучения доходов, запланированных проектом.

Главное достоинство метода – простота расчетов. Но эта простота оборачивается и целым рядом недостатков. Основные из них:

- метод осуществляет приведение будущих потоков платежей к настоящему моменту времени, но не дает никакой информации о степени риска (возможных отклонениях результатов). Здесь результаты зависят только от величины надбавки;
- метод не учитывает того, что реальный риск снижается к концу проекта;
- нельзя получить оценку вероятностных распределений ключевых параметров.

Метод критических значений

Базируется на нахождении тех значений переменных или параметров проекта, проверяемых на риск, которые приводят расчетное значение соответствующего критерия эффективности проекта к критическому пределу (например, при каком количестве выпускаемой продукции, $NPV=0$).

Метод достоверных эквивалентов (коэффициентов определенности)

Заключается в корректировке ожидаемых значений потока платежей CF_t введением специальных понижающих коэффициентов a_t для каждого периода.

Теоретически $a_t = CCF_t/CF_t$, где CCF_t – величина чистых поступлений от безрисковой операции. Таким образом осуществляется приведение ожидаемых (запланированных) поступлений к величинам платежей, получение которых не вызывает сомнений (например, сумма процентов по банковскому депозиту).

На практике коэффициенты a_t чаще всего определяются методом экспертных оценок. После определения коэффициентов опять рассчитывают NPV для откорректированного потока платежей и принимают решение по правилу NPV.

В отличие от предыдущего, данный метод более реалистично учитывает снижение риска во времени, он тоже прост в расчетах. Наиболее трудным местом здесь является определение коэффициентов достоверности. Кроме того, он также не позволяет провести анализ вероятностных распределений ключевых параметров.

Метод анализа чувствительности

Данный метод является хорошей иллюстрацией влияния отдельных исходных факторов на конечный результат проекта.

Порядок его применения

1. Определяется формальная зависимость ключевых факторов проекта на результирующий показатель (например, это может быть формула расчета NPV чистого операционного потока, где в качестве параметров выступают объем выпуска, цена, себестоимость и др. факторы).

2. Наряду с базовыми значениями факторов, заложенными в бизнес-плане проекта, эксперты или разработчики проекта задают границы их изменений.

3. Определяется влияние каждого фактора на изменение результирующего показателя. Расчет проводится по каждому фактору, остальные при этом считаются равными наиболее вероятному (базовому) значению.

В качестве результатов применения метода определяется общая рискованность проекта и выбираются наиболее рискованный состав факторов.

Главным недостатком данного метода является предпосылка о том, что изменение одного фактора рассматривается изолированно, тогда как на практике все экономические факторы в той или иной степени коррелированы.

По этой причине применение данного метода на практике как самостоятельного инструмента анализа риска весьма ограничено.

Метод сценариев

Метод использует в качестве исходной информации разработанные экспертами или авторами проекта сценарии взаимозависимого поведения факторов проекта. Обычно таких сценариев 3 – пессимистичный, наиболее вероятный и оптимистичный. Каждый сценарий должен предусматривать информации о вероятности его реализации, что дает возможность провести вероятностный анализ рисков.

В целом метод позволяет получать достаточно наглядную картину для различных вариантов реализации проектов, а также предоставляет информацию о чувствительности и возможных отклонениях, а применение программных средств типа MS Excel позволяет значительно повысить эффективность

подобного анализа путем практически неограниченного увеличения числа сценариев и введения дополнительных переменных.

Анализ вероятностных распределений потоков платежей

В целом применение этого метода анализа рисков позволяет получить полезную информацию об ожидаемых значениях NPV и чистых поступлений, а также провести анализ их вероятностных распределений.

Вместе с тем использование этого метода предполагает, что вероятности для всех вариантов денежных поступлений известны либо могут быть точно определены. В действительности в некоторых случаях распределение вероятностей может быть задано с высокой степенью достоверности на основе анализа прошлого опыта при наличии больших объемов фактических данных. Однако чаще всего такие данные недоступны, поэтому распределения задаются исходя из предположений экспертов и несут в себе большую долю субъективизма.

Построение деревьев решений

Данный метод также относится к наиболее точным вероятностным методам анализа рисков и предполагает исследование проектов с длительным периодом инвестирования. Метод особенно полезен в ситуациях, когда решения, принимаемые в каждый момент времени, сильно зависят от решений, принятых ранее, и в свою очередь определяют сценарии дальнейшего развития событий.

Ограничением практического использования данного метода является исходная предпосылка о том, что проект должен иметь обозримое или разумное число вариантов развития. Кроме того, вероятностная оценка каждого варианта обычно также разрабатывается экспертными методами и носит субъективный характер, как в предыдущем методе.

Имитационное моделирование

Анализ рисков с использованием метода имитационного моделирования (метода Монте-Карло) представляет собой соединение методов анализа чувствительности и анализа сценариев на базе теории вероятности. Вместо того чтобы создавать отдельные сценарии (наилучший, наихудший), в имитационном методе компьютер генерирует сотни возможных комбинаций параметров (факторов) проекта с учетом их вероятностного распределения. Каждая комбинация дает свое значение NPV, и в совокупности аналитик получает вероятностное распределение возможных результатов проекта. Реализация этой достаточно сложной методики возможна только с помощью современных информационных технологий.

Имитационное моделирование строится по следующей схеме:

- формулируются параметры (факторы), влияющие на денежные потоки проекта;
- строится вероятностное распределение по каждому параметру (фактору);

Как правило, предполагается, что функция распределения является нормальной, следовательно, для того чтобы задать ее, необходимо определить только два момента (математическое ожидание и дисперсию):

- компьютер случайным образом выбирает значение каждого фактора риска, основываясь на его вероятностном распределении;
- эти значения факторов риска комбинируются с параметрами (факторами), по которым не ожидается изменение (например, налоговая ставка или норма амортизации), и рассчитывается значение чистого денежного потока для каждого года. По чистым денежным потокам рассчитывается значение чистого дисконтированного дохода (NPV);
- описанные выше действия повторяются много раз (обычно около 500 имитаций), что позволяет построить вероятностное распределение NPV;
- результаты имитации дополняются вероятностным и статистическим анализом.

Метод Монте-Карло является мощным средством анализа инвестиционных рисков, позволяя учитывать максимально возможное число факторов внешней среды. Необходимость его применения в отечественной финансовой практике обусловлена особенностями российского рынка, характеризующегося субъективизмом, зависимостью от внеэкономических факторов и высокой степенью неопределенности.

Но, тем не менее, этот подход не лишен недостатков:

- существование коррелированных параметров сильно усложняет модель, оценка их зависимости не всегда доступна аналитикам;
- иногда трудно даже приблизительно определить для исследуемого параметра (фактора) или результирующего показателя вид вероятностного распределения;

Выполните следующие задание:

1. Компания «АВС» рассматривает возможность выпуска двух новых изделий – X и Y. Оба продукта изготавливаются на одинаковом оборудовании и имеют схожий технологический процесс производства. Ниже в табл. 6.2 и 6.3 приведены данные по характеристикам двух инвестиционных проектов.

Таблица 6.2

Характеристики инвестиционного проекта по выпуску продукта «X»

Показатели	Диапазон изменений	Наиболее вероятное значение
Объем выпуска, Q	15 000 – 25 000	20 000
Цена за штуку, P	1 500 – 2 500	2 000
Переменные затраты, V	1 000 – 1 400	1 200
Постоянные затраты, F	2 500 000	2 500 000
Амортизация, A	линейная	линейная
Налог на прибыль, T	20-24%	20%
Норма дисконта, r	8%-15%	12%
Срок проекта, n	5	5
Остаточная стоимость, RV	7 000 – 12 000	7 200
Начальные инвестиции, IC	30 000 000	30 000 000

Характеристики инвестиционного проекта по выпуску продукта «У»

Показатели	Диапазон изменений	Наиболее вероятное значение
Объем выпуска, Q	5 000 – 7 000	6 000
Цена за штуку, P	23 500 – 27 500	25 000
Переменные затраты, V	14 000 – 17 000	15 200
Постоянные затраты, F	20 000 000	20 000 000
Амортизация, A	линейная	линейная
Налог на прибыль, T	20-24%	20%
Норма дисконта, r	8%-15%	12%
Срок проекта, n	5	5
Остаточная стоимость, RV	7 000 – 12 000	7 200
Начальные инвестиции, IC	56 000 000	56 000 000

– определите критерий NPV при наиболее вероятных значениях ключевых параметров двух проектов;

– рассчитайте критические значения всех ключевых параметров проектов;

– проведите анализ чувствительности NPV проектов по отношению к изменению ключевых факторов проекта;

– сформулируйте общие выводы по рискованности проектов «Х» и «У».

Определите, какие параметры оказывают наиболее сильное влияние на эффективность проектов;

– выберите более предпочтительный проект.

В расчетах используйте инструмента MS Excel «Таблица подстановки».

Содержание отчета:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) задание;
- 4) результаты выполнения;
- 5) вывод по работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7 ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Цель работы: изучить виды и области применения компьютерного информационного моделирования; выполнить работу с демонстрационными примерами компьютерных информационных моделей.

Экономическая модель “Штатное расписание больницы”

I. Постановка задачи

Заведующий больницей должен составить штатное расписание, т.е. определить, сколько сотрудников, на каких должностях и с каким окладом он должен принять на работу.

Информационная модель

Исходными данными являются:

Общий месячный фонд заработной платы, который составляет 10 000\$. Для нормальной работы больницы нужно:

- 5 - 7 санитарок;
- 8 - 10 медсестер;
- 10 - 12 врачей;
- 1 зав. аптекой;
- 3 зав. отделениями;
- 1 главврач;
- 1 завхоз;
- 1 зав. больницей.

На некоторых должностях число людей может меняться. Например, зная, что найти санитарок трудно, руководитель может принять решение сократить число санитарок, чтобы увеличить оклад каждой из них.

Допустим, решено, что: медсестра должна получать в 1,5 раза больше санитарки, т.е. $A=1,5, B=0$;

врач – в 3 раза больше санитарки, т.е.	$A=3 \quad B=0$
зав. отделением – на 30\$ больше, чем врач, т.е.	$A=3 \quad B=30$
зав. аптекой – в 2 раза больше санитарки, т.е.	$A=2 \quad B=0$
завхоз – на 40\$ больше медсестры, т.е.	$A=1,5B=40$
главврач – в 4 раза больше санитарки, т.е.	$A=4 \quad B=0$
зав. больницей – на 20\$ больше главврача, т.е.	$A=4 \quad B=20$

II. Разработка модели

Заведующий принимает для себя следующую модель задачи. За основу берется оклад санитарки, а все остальные вычисляются через него: во столько-то раз или на столько-то больше.

Математическая модель

Взяв первоначально какие-либо приемлемые значения неизвестных, подсчитаем сумму. Если эта сумма равна фонду заработной платы, то нам повезло. Если фонд заработной платы превышен, то можно снизить оклад санитарки, либо отказаться от услуг какого-либо работника, и т.д. Прodelать такую работу вручную трудно. Но нам поможет компьютерная модель, разработанная в электронных таблицах MS Excel.

Компьютерная модель

1. Создайте табл. 7.1 и сохраните её в свою папку под именем **Больница**.

2. В столбце D следует вычислить заработную плату для каждой должности.

В постановке задачи было объяснено, что заработная плата вычисляется по формуле $A \cdot C + B$.

В нашей таблице коэффициенты A и B находятся в столбцах A и B, а C - зарплата санитарки указана в ячейке H2. Обратите внимание, что формулы вычисления зарплаты сотрудников должны содержать абсолютный адрес ячейки H2. Введите следующие данные:

- в ячейку D2 введите формулу $=A2*\$H\$2+B2$
- скопируйте формулу из ячейки D2 в ячейки D3:D9.

– при копировании адрес ячейки с зарплатой санитарки остался постоянным (абсолютным), а адреса А2 и В2 перенастраиваются (они относительные).

Таблица 7.1

Создание таблицы «Больница»

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
1	Коэффиц иент А	Коэффиц иент В	Должность	Зарплата сотрудника	Количество сотруд ников	Суммар ная зарплата		Зарплата санитарки
2	1	0	Санитарка		7			150,00
3	1,5	0	Медсестра		9			
4	3	0	Врач		10			
5	3	30	Зав. отделением		3			
6	2	0	Зав. аптекой		1			
7	1,5	40	Завхоз		1			
8	4	0	Главврач		1			
9	4	20	Зав. больницей		1			
10			Суммарный месячный фонд зарплаты:					

3. В столбце F следует вычислить заработную плату всех сотрудников каждой должности.

В столбце E указано количество сотрудников каждой должности. Данные в ячейках **E2:E4** могут изменяться в пределах штатного расписания, а количество сотрудников на других должностях неизменно (см. постановку задачи). Введите следующие данные:

– в ячейку F2 введите формулу **=D2*E2** (т.е. "зарплата" * "количество сотрудников");

– скопируйте формулу из ячейки F2 в **F3:F9**;

– ячейке F10 найдите суммарный месячный фонд заработной платы всех сотрудников, т.е. сумму значений ячеек **F2:F9**;

– оформите табл. 7.2.

4. Составьте штатное расписание: вносите изменения в зарплату санитарки в ячейке **H2** или меняйте количество сотрудников в ячейках **E2:E4** (см. постановку задачи) до тех пор, пока полученный суммарный месячный фонд заработной платы не будет равен заданному (т.е. в ячейке **F10** необходимо получить значение приблизительно равное **10000**).

Таблица 7.2

Таблица «Больница»

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
1	коэф. А	коэф. В	Должность	Зарплата сотрудника	Количество сотрудников	Суммарная зарплата		Зарплата санитарки
2	1	0	Санитарка	150,00	7	1050,00		150,00
3	1,5	0	Медсестра	225,00	9	2025,00		

4	3	0	Врач	450,00	10	4500,00		
5	3	30	Зав. отделением	480,00	3	1440,00		
6	2	0	Зав. аптекой	300,00	1	300,00		
7	1,5	40	Завхоз	265,00	1	265,00		
8	4	0	Главврач	600,00	1	600,00		
9	4	20	Зав. больницей	620,00	1	620,00		
10			Суммарный месячный фонд зарплаты:			10800,00		

5. Сохраните таблицу и предъявите учителю файл работы Больница с 1 листом «Модель».

Содержание отчета:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) задание;
- 4) результаты выполнения;
- 5) вывод по работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8 ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ И ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В КОМПАС 3Д

Цель работы: построить аксонометрию крышки.

Оборудование: персональный компьютер (ПК), программное обеспечение (ПО).

Теоретический материал

Общие принципы твердотельного моделирования

Для того чтобы создать объемную модель, на выбранной плоскости проекций вычерчивают плоскую фигуру, называемую эскизом, а затем ее перемещают в пространстве, след от перемещения эскиза определяет форму элемента (например, поворот дуги окружности вокруг оси образует сферу или тор, смещение многоугольника – призму, и т.д.).

Формообразующее перемещение эскиза называют операцией.

Для построения твердотельных моделей используются следующие типы операций:

- 1)  - Выдавливание эскиза в направлении, перпендикулярном плоскости эскиза;
- 2)  - Вращение эскиза вокруг оси, лежащей в плоскости эскиза;
- 3)  - Кинематическая операция – перемещение эскиза вдоль указанной направляющей;
- 4)  - Построение тела по нескольким сечениям-эскизам;

Деталь любой формы можно представить как совокупность отдельных геометрических тел. Научившись строить отдельные геометрические тела,

можно с помощью булевых операций (объединения, вычитания и пересечения) над объемными элементами (сферами, призмами, цилиндрами, конусами, пирамидами) построить любую деталь. В данной лабораторной работе рассмотрены приемы построения моделей многогранников (призм и пирамид) и тел вращения (цилиндров и конусов).

В качестве примера рассмотрим приемы построения прямой шестигранной призмы, основание которой лежит на горизонтальной плоскости. Для того чтобы начать построение любой модели следует:

1. Выбрать в Дереве построения плоскость, на которой будет располагаться основание модели, изображаемое эскизом.

Эскиз удобно строить, когда его плоскость совпадает с плоскостью экрана (если плоскость эскиза перпендикулярна плоскости экрана, построение совершенно невозможно). Выберем Горизонтальную плоскость ZX и установим ориентацию детали «Сверху» для того, чтобы эскиз был виден в натуральную величину и не был искажен;

2. Перейти в режим вычерчивания эскиза с помощью кнопки  Эскиз;

В этом режиме доступны все команды построения графических объектов. Эскиз вычерчивается с учетом следующих требований:

- контуры в эскизе изображаются стилем линии "Основная";
- в эскизе может быть один или несколько контуров;
- если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контуров несколько, все они должны быть замкнутыми;
- если контуров несколько, один из них должен быть наружным, а другие – вложенными в него;
- допускается один уровень вложенности;
- контуры в эскизе не пересекаются и не имеют общих точек.

3. Для точности построения эскиза следует также включить Привязки (Пересечение, Выравнивание, Точка на кривой);

4. Вычертим основной линией правильный шестиугольник, используя способ построения по описанной окружности радиусом R 40 мм, с углом первой вершины 270° ;

5. Для возвращения в режим работы с деталью после создания эскиза отожмем кнопку Эскиз  на панели текущего состояния. Построенный эскиз автоматически отображается в Дереве построения.

6. Для создания твердотельной модели призмы используем операцию Выдавливания. Тело выдавливания образуется путем перемещения эскиза в направлении, перпендикулярном его плоскости.

Для вызова команды нажмите кнопку  Операция выдавливания на инструментальной панели редактирования детали или выберите ее название из меню Операции. (рис. 8.1).

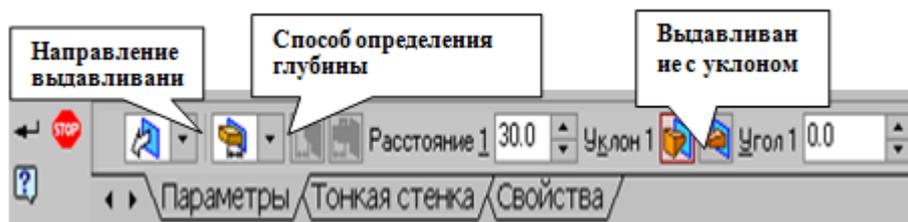


Рис. 8.1. Панель свойств операции Выдавливание

В нижней строке экрана появится Панель свойств операции выдавливания, где можно задать параметры операции.

С помощью списка Направление на вкладке Параметры Панели свойств задайте Прямое направление, в котором требуется выдавливать эскиз (рис. 8.2).

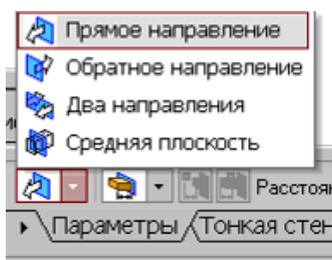


Рис. 8.2. Список Направление выдавливания

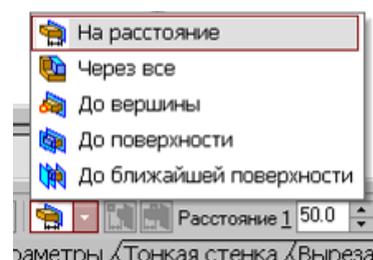


Рис. 8.3. Список Способ определения глубины выдавливания

Способ определения расстояния, на которое будет выдавлен эскиз, выбирается из списка Способ (рис. 8.3). Выберем способ – На расстояние.

Введем в поле Расстояние на вкладке Параметры величину, характеризующую глубину выдавливания, равную 50 мм.

Выдавливать можно с уклоном, задавая угол, тогда вместо призмы получится усеченная пирамида.

Чтобы подтвердить выполнение операции, нажмите кнопку  Создать объект на Панели специального управления. Прервать выполнение операций можно, нажав кнопку  Прервать команду на Панели специального управления или клавишу <Esc>.

На рис. 8.4 показана построенная призма, для которой выбрана ориентация Изометрия XYZ и полутонный с каркасом вид отображения.

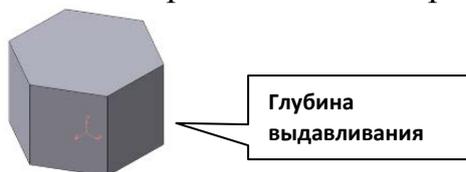


Рис. 8.4. Твёрдотельная модель шестигранной призмы

Построенную модель сохраните под именем Призма в папке, созданной при выполнении лабораторной работы № 2. Файл твердотельной модели - детали имеет расширение *.m3d.

Построение тел вращения

В качестве примера рассмотрим построение не усеченного и усеченного конусов, основание которых расположено на горизонтальной плоскости, а ось – на фронтальной плоскости.

Последовательность построения.

1. Выберем фронтальную плоскость.
2. Построим эскиз, изображенный на рис. 8.5, с использованием привязок Пересечение, Выравнивание, Точка на кривой.

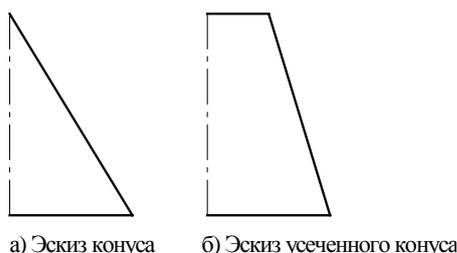


Рис. 8.5. Эскизы для построения конусов вращением

Для создания элемента вращения к эскизу предъявляются следующие требования:

- ось вращения должна быть изображена в эскизе отрезком со стилем *Осевая*;
- ось вращения должна быть одна.

3. Для возвращения в режим работы с деталью после создания эскиза отождем кнопку Эскиз  на панели текущего состояния (рис. 8.6). Построенный эскиз автоматически отображается в Дереве построения.



Рис. 8.6. Панель свойств команды Вращение

4. Для создания твердотельной модели конуса используем операцию Вращения, тело образуется вращением эскиза вокруг оси. Для вызова команды используйте кнопку  Вращение.

5. Возможны два способа построения элемента вращения – Тороид (получается сплошной элемент) и Сфероид (получается тонкостенная оболочка - элемент с отверстием вдоль оси вращения).

На панели свойств команды Вращение выберем Способ построения – Сфероид.

6. Выберем Прямое направление вращения из списка Направление на панели свойств .

7. Выберем тип построения модели без тонкой стенки с помощью списка на закладке Тонкая стенка панели свойств команды Вращение (рис. 8.7., 8.8).

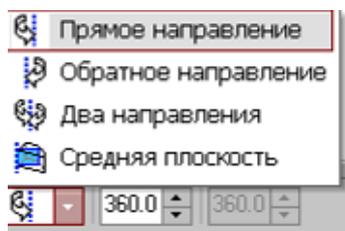


Рис. 8.7. Выбор направления вращения

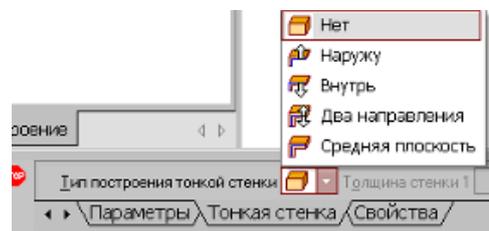


Рис. 8.8. Тип построения тонкой стенки

8. Угол вращения 360° задается в окне на панели свойств команды Вращение.

9. Чтобы подтвердить выполнение операции, нажмите кнопку  Создать объект на Панели специального управления.

Твердотельные модели конусов показаны на рис. 8.9.

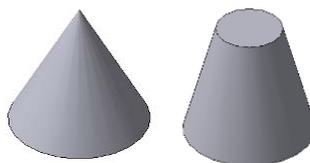


Рис. 8.9. Твердотельные модели конусов

Редактирование (изменение моделей)

Для исправления ошибок в построениях следует щелкнуть правой кнопкой мыши на нужной строке в Дереве построения, откроется контекстное меню (рис. 8.10), из которого выбирается пункт Редактировать элемент для изменения параметров операции или пункт Редактировать эскиз для исправления эскиза.

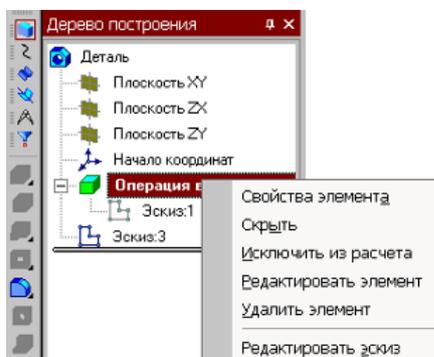


Рис. 8.10. Редактирование моделей

Операция приклеивания

На инструментальной панели Редактирование детали расположены кнопки вызова команд редактирования созданного основания модели (рис. 8.11).

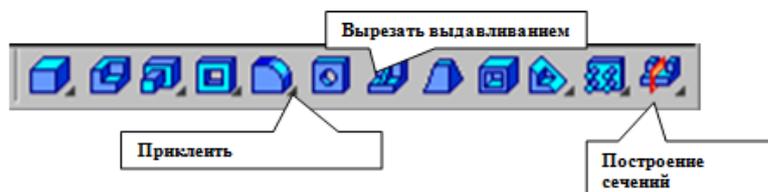


Рис. 8.11. Компактная панель Редактирование детали

После создания основания детали можно приклеивать к нему или вычитать из него формообразующие элементы.

Они, как и основание, могут представлять собой элементы четырех типов: элементы выдавливания, элементы вращения, кинематические элементы, элементы по сечениям.

Приклеивание или вырезание формообразующего элемента начинается с создания его эскиза.

Перед созданием эскиза необходимо выбрать грань, на которой он будет расположен. Для указания грани подведите к ней курсор в окне модели. Когда курсор примет вид , щелкните левой клавишей мыши.

Приклеим к призме цилиндр высотой 40 мм, основание которого (окружность радиусом 30 мм) лежит на верхнем основании призмы.

Чтобы активизировать кнопку  Эскиз следует обязательно выбрать грань, эскиз приклеиваемого элемента строится также как основание детали.

Команда Приклеить выдавливанием вызывается одноименной кнопкой , расположенной в расширенном меню Редактирование детали на Компактной панели. На панели Свойств в окне Расстояние укажем высоту 40 мм для приклеиваемого цилиндра. Операция приклеивания завершается нажатием на кнопку Создать объект . Полученное в результате операции приклеивания выдавливанием геометрическое тело изображено на рис. 8.12.



Рис. 8.12. Геометрическое тело

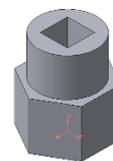


Рис. 8.13. Готовая деталь

Операция вырезания

Вырежем в созданном геометрическом теле квадратное отверстие на глубину 50 мм. Эскизом отверстия будет квадрат со стороной 30 мм, построенный на верхнем основании цилиндра.

Для вызова команды нажмите кнопку Вырезать выдавливанием  на инструментальной панели редактирования детали. На панели Свойств в окне Расстояние укажем глубину отверстия 50 мм. Полученное геометрическое тело изображено на рис. 8.13.

Построение усеченного геометрического тела

Для отсечения части детали используется кнопка Сечение на панели Редактирование. Возможны два способа построения:

- Сечение поверхностью;
- По эскизу.

Рассмотрим второй способ – сечение по эскизу. В качестве эскиза выберем отрезок, вычерченный по указанным в задании размерам на фронтальной плоскости проекций основной линией и являющийся следом секущей плоскости (рис. 8.14).

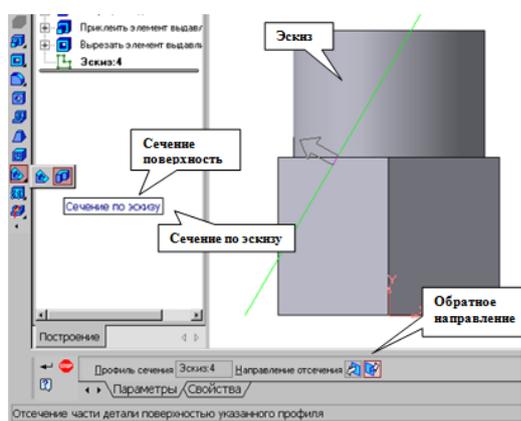


Рис. 8.14. Отсечение части детали по эскизу

Часть модели удаляется перемещением указанного эскиза в направлении, которое показывается на фантоме в окне модели в виде стрелки. Для изменения направления отсечения используется переключатель **Направление отсечения**  на вкладке Параметры Панели свойств (рис. 8.15). Выберем обратное направление.

После выбора направления отсечения и настройки свойств поверхности нажмите кнопку  Создать объект на Панели специального управления.

Усеченное геометрическое тело изображено на рис. 8.16.

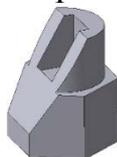


Рис. 8.15. Усеченное геометрическое тело

Порядок выполнения и форма отчетности

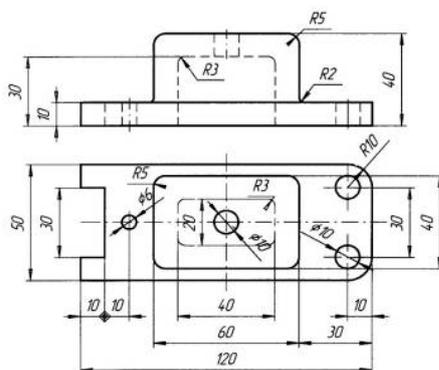


Рис. 8.16. Чертеж детали

1. Войти в систему КОМПАС 3D и создать новый документ – «Деталь».

С помощью появившейся панели инструментов можно выполнить аксонометрию детали. В окне «Дерево построения» будет отображаться последовательность построения. Любую операцию можно удалить, исправить или исключить из расчетов. Удаленный объект восстановить нельзя. При работе в КОМПАС-3D перед построениями нужно установить шаг курсора на 1 мм  1 .

2. Выбрать плоскость XY на «Дереве построения». На рабочем поле щелкаем правой кнопкой мыши и выбираем «Эскиз», либо на панели инструментов нажимаем кнопку .

3. В выбранной плоскости с помощью группы команд «Геометрия» рисуем основание детали, помещая центр детали в центр координат.

4. Выбираем группу команд «Редактирование детали» и команду «Операция выдавливания» . После этого в свойствах выбираем расстояние 10 мм и нажимаем . Нажав колесико на мышке деталь можно вращать. Нажав на пиктограмму  можно получить полутонное изображение детали (рис. 8.17).



Рис. 8.17. Деталь, после операции выдавливания

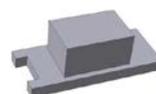


Рис. 8.18. Деталь, после операции приклеить выдавливанием

5. Выбираем плоскость XY, правая кнопка мыши (ПКМ) – «Нормально к...», ПКМ - . На самой детали рисуем выступающую часть.

6. Выбираем группу команд «Редактирование детали» и команду «Приклеить выдавливанием» . После этого в свойствах выбираем расстояние 40 мм и нажимаем  (рис. 8.18).

7. Выбираем плоскость XY, ПКМ – «нормально к...», ПКМ - . На детали рисуем все отверстия.

8. Выбираем группу команд «редактирование детали» и команду «вырезать выдавливанием» . После этого в свойствах выбираем обратное направление и расстояние 40 мм и нажимаем  (рис. 8.19).

9. Выбираем плоскость XY, ПКМ – «Нормально к...», ПКМ - . На детали рисуем полость.



Рис. 8.19. Деталь, после операции вырезать выдавливанием



Рис. 8.20. Деталь, после операции выдавливания

10. Выбираем группу команд «Редактирование детали» и команду «Вырезать выдавливанием» . После этого в свойствах выбираем обратное направление и расстояние 30 мм и нажимаем  (рис. 8.20).

11. Выбираем группу команд «Редактировать деталь» и команду «Скругления» , выбираем ребра детали с одинаковым радиусом скругления (если выделяете несколько ребер нужно держать нажатой клавишу <Ctrl>) и в свойствах вводим радиус и нажимаем . Ребра выделяются если курсор принял форму .

В результате работы должна получиться деталь в аксонометрии, как показано на рис. 8.21, 8.22.



Рис. 8.21. Готовая деталь



Рис. 8.22. Готовая деталь

Содержание отчета:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) задание;
- 4) результаты выполнения;
- 5) вывод по работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Петлина, Е. М. Компьютерное моделирование: учебное пособие для СПО [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/83270.html> (дата обращения: 08.10.2021).

2. Боев, В. Д. Компьютерное моделирование: учебное пособие для СПО [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/102191.html> (дата обращения: 08.10.2021).

3. Акопов, А. С. Компьютерное моделирование: Учебник и практикум для СПО [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/475883>

4. Забелин, Л. Ю. Компьютерная графика и 3D-моделирование: учеб. пособие для СПО [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/106619.html>

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. ОПТИМИЗАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В EXCEL.....	4
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2. ОПТИМИЗАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В EXCEL.....	6
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. ОПТИМИЗАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В EXCEL.....	12
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. ОПТИМИЗАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В EXCEL.....	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.....	20
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.....	21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	28
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ И ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В КОМПАС 3Д.....	31
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	40

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ
для студентов специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции,
процессов и услуг (по отраслям)» всех форм обучения

Составитель

Барбарош Александр Александрович

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 22.11.2021.

Уч.-изд. л. 2,5.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский проспект 14