МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСТИТЕ
(МГОУ)
Экономический факультет
Кафедра прикладной математики и информатики

УТВЕРЖДЕН
на заседании кафедры
протокол от «10» 06 2021 г., № 11
Заведующая кафедрой ______ /Н.М. Антипина/

ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

По учебной дисциплине
Основы экономико-математического моделирования

Направление подготовки
38.03.01 Экономика

Профиль:
Экономика предприятий и организаций

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Мытищи
2021

1. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
СПК-2 Способностью на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и экономические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты	Работа на учебных занятиях Самостоятельная работа

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания*
СПК-2	Пороговый	Работа на учебных занятиях Самостоятельная работа	Знать: основные понятия и теоремы математического моделирования; необходимые и достаточные условия экстремума функции; основные методы линейного, нелинейного и динамического программирования; классические экономические модели Уметь: составлять математические модели прикладных финансово-экономических задач и применять методы нахождения оптимального управленческого решения; эффективно использовать свойства устойчивости оптимального управленческого решения; актуально использовать классические экономико-математические модели.	Опрос. Тест. Домашнее задание Задание на практических занятиях Зачет	41-60 баллов
	Продвинутый	Работа на учебных занятиях Самостоятельная работа	Знать: основные виды экономико-математических моделей, уметь их исполь-	Опрос. Тест. Домашнее задание	61-100 баллов

			зовать и анализировать; экономико-математические методы и модели, связанные с решением оптимизационных задач; экономико-статистические модели и производственные функции при сборе и обработке баз данных. Уметь: моделировать экономический процесс организации планирования, рассчитывать параметры моделей и оптимизировать их с использованием программного обеспечения. Владеть: специальной экономической терминологией и лексикой специальности; математическими методами решения типовых организационно-управленческих задач; формализации прикладных ситуаций в рамках математического моделирования; определения минимального времени реализации проекта..	Задание на практических занятиях Зачет	

3.Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Варианты тестовых заданий

1. Решение задачи линейного программирования может быть только в:
   1. Узловых точках ОДР;
   2. На границе ОДР;
   3. Во внутренних точках ОДР;
   4. Произвольных точках.
2. Градиент указывает направление:
   1. Максимального роста функции,
   2. Роста функции,
   3. Минимального роста функции,

4. Убывания функции,
5. Неизменного значения функции.

3. Неединственность решения означает, что
   1. может быть получено большее значение функции;
   2. может быть получено меньшее значение функции;
   3. экстремальное значение достигается в ряде точек;
   4. решение не существует;
   5. необходимо сменить метод решения задачи.
4. Базисное решение может быть опорным планом, если оно:
   1. содержит только положительные значения;
   2. содержит только отрицательные значения;
   3. состоит из неотрицательных значений;
   4. состоит из целочисленых значений;
   5. содержит только нулевые значения.
5. Критерием оптимальности симплексного метода является :
   1. оценочная разность ,
   2. оценка ,
   3. значение целевой функции,
   4. неотрицательность решения,
   5. устойчивость решения.
6. Устойчивость решения – это:
   1. способность сохранять решение при изменении внешних факторов,
   2. неизменность решения,
   3. неотрицательность решения,
   4. достижение экстремального значения целевой функции,
   5. принадлежность решения области допустимых решений.
7. Если прямая задача не имеет решения, то двойственная задача:
   1. также не имеет решения,
   2. имеет решение,
   3. имеет только нулевое решение,
   4. имеет только целочисленное решение,
   5. не может быть сформулирована.
8. Для задачи формирования оптимальной производственной программы двойственная переменная у – это:
   1. теневая цена ресурсов,
   2. рыночная цена товаров,
   3. ценность ресурсов,
   4. прибыль от реализации товаров,
   5. издержки при производстве товаров.
9. Транспортная задача – это разновидность:
   1. задачи линейного программирования,
   2. задачи нелинейного программирования,
   3. задачи целочисленного программирования,
   4. задачи квадратичного программирования.
   5. особой задачи экономического анализа.
10. Первичный план перевозок в транспортной задаче можно получить используя :
    1. метод «минимального элемента»,
    2. метод Гоморри,
    3. метод наискорейшего спуска,
    4. произвольное рапределение перевозок,
    5. метод эксперых оценок.
11. План перевозок является оптималным, если оценочная разность является:
    1. неположительной,

2. неорицательной,
3. положительной,
4. отрицателной,
5. равной нулю.

12. Если m+n-1 не равно числу заполненных клеток, то это значит, что:
    1. план перевозок невырожденный,
    2. план перевозок вырожденный,
    3. задача не имеет решения,
    4. задача имеет неединственное решение,
    5. спрос не равен предложению.
13. Метод потенциалов по сравнению с первичным планом перевозок позволяет изменить суммарные затраты в сторону:
    1. уменьшения,
    2. увеличения,
    3. стабилизации,
    4. не изменяет суммарные затраты,
    5. возможности дальнейшей оптимизации.
14. Заменяя в линейной модели знаки ограничений <= или >= на знак =, можно улучшить значение целевой функции задачи линейного программирования:

А. Верно. Б. Неверно.

15. Оптимальное решение задачи ЛП, если оно конечно, можно всегда найти, зная все экстремальные точки пространства решений (координаты вершин выпуклого многогранника области допустимых значений):

А. Верно. Б. Неверно.

16. В задаче ЛП с двумя переменными целевая функция может принимать одно и тоже значение в двух различных экстремальных точках:

А. Верно. Б. Неверно

17. Изменения уровня запаса дефицитного ресурса всегда влияет на оптимальные значения как целевой функции так и переменных:

А. Верно. Б. Неверно.

18. Изменения коэффициентов целевой функции всегда приводит к изменению оптимальных значений переменных:

А. Верно. Б. Неверно

19. Каждому ограничению прямой задачи ЛП соответствует переменная двойственной задачи.

А. Верно. Б. Неверно.

20. В моделях динамического программирования число этапов равно количеству подзадач.

А. Верно. Б. Неверно

Перечень заданий для практических занятий

1. Имеем 195 бревен длиной 6 метров. Составить модель распила бревен, если необходимо получить 50 брусьев длиной 2 м, 75 брусьев длиной 3 м и 60 брусьев длиной 5 м и требуется минимизировать остатки. Объяснить экономический смысл переменных, ограничений и целевой функции задачи.

2. По данным таблицы составить такой план загрузки станков, чтобы затраты были минимальными.

Тип аппарата	Производительность работы линии (шт.)		План
	I	II	
А	5	2	16

B	2	1	7
C	2	7	13
Затраты ден. ед. за шт.	1	5	

3. Что означают следующие термины и понятия?

Целевая функция. Допустимое множество. Оптимальное решение. Система ограничений. Тривиальные ограничения. Задача линейного программирования. Допустимое решение. Каноническая форма задачи. Стандартная форма задачи. Опорный план.

4. Составить экономико-математическую модель задачи и решить ее графическим способом. Для производства двух видов изделий A и B предприятие использует два вида сырья. Данные о количестве расхода сырья и его запасы приведены в таблице. Требуется составить такой план выпуска изделий A и B, чтобы прибыль от их реализации была максимальной.

Вид сырья	Норма расхода сырья (кг) на одно изделие		Общее кол-во сырья
	A	B	
I	12	4	300
II	4	4	120
III	3	12	252
Прибыль от реализации одного изделия	30	40	

5. Экономико-математическая модель задачи имеет вид:

$$f(x) = 2x_1 + 3x_2 \to \max$$

$$x_1 + 3x_2 \le 18 \quad (1)$$

$$2x_1 + x_2 \le 16 \quad (2)$$

$$x_2 \le 5 \quad (3)$$

$$3x_1 \le 21 \quad (4)$$

Решить задачу геометрическим методом.

6. Что означают следующие термины и понятия?

Базисные переменные. Свободные переменные. Ведущая строка. Ведущий столбец.

Ведущий элемент.

Двойственная задача. Оценки ресурсов. Транспортная задача. Метод потенциалов. Цикл пересчета. Косвенные стоимости. Задача на избыток. Задача на недостаток. Поставка. Метод минимальной стоимости.

Функция Лагранжа. Множители Лагранжа.

7. Экономико-математическая модель задачи имеет вид:

$$f(x) = 2x_1 + 3x_2 \to \max$$

$$x_1 + 3x_2 \le 18 \quad (1)$$

$$2x_1 + x_2 \le 16 \quad (2)$$

$$x_2 \le 5 \quad (3)$$

$$3x_1 \le 21 \quad (4)$$

Решить задачу симплексным методом.

8. Что означают следующие термины и понятия?

Двойственная задача. Оценки ресурсов. Теневые цены.

9. Применительно к условиям задачи 4 составить ЭММ двойственной задачи и найти ее решение, используя решение задачи 4. Объяснить экономический смысл переменных, ограничений и целевой функции прямой и двойственной задач.

10. Найти решение задачи 3 с использованием надстройки «Поиск решения» Excel. Дать интерпретацию результатам решения, представленным в отчетах по результатам, по пределам и устойчивости надстройки «Поиск решения».

11. Решить транспортную задачу распределительным методом. Данные о стоимости перевозок, мощностях поставщиков и спросе потребителей представлены в таблице.

6	4	4	5	300
6	9	5	8	300
8	2	10	6	100
150	250	100	100	

12. Составить экономико-математическую модель задачи, найти оптимальное распределение поставок и минимальные затраты на перевозку с помощью средств EXCEL. Данные о стоимости перевозок, мощностях поставщиков и спросе потребителей представлены в таблице.

Поставщики	Мощность поставщиков	Потребители и их спрос			
		1	2	3	4
		50	50	40	60
1	30	5	4	6	3
2	70	4	5	5	8
3	70	7	3	4	7

13. Необходимо распределить самолеты трех типов по четырем авиалиниям так, чтобы при минимальных суммарных эксплуатационных расходах перевезти по каждой из четырех авиалиний соответственно не менее 400, 200, 150 и 500 ед. груза.

Тип самолета	Число самолетов	Месячный объем перевозок одним самолетом по авиалиниям			
		1	2	3	4
1	50	15	10	20	50
2	20	30	25	10	17
3	30	25	50	30	45

Матрица эксплуатационных расходов на один рейс по каждому маршруту, д.е. имеет вид

$$C = \{c_{ij}\} = \begin{pmatrix} 15 & 20 & 25 & 40 \\ 70 & 28 & 15 & 45 \\ 40 & 70 & 40 & 65 \end{pmatrix}.$$

14. Гражданин Иванов собирается разместить 200 ед. денежных средств в различные инвестиционные проекты. Известно, что абсолютная величина дохода от размера x вложенных средств по рассматриваемым трем проектам описывается зависимостями:

$$f_1(x) = 0{,}1x;$$
$$f_2(x) = 3x^{2/3};$$
$$f_3(x) = 5x_{1,2}$$

Определить, как гр. Иванову следует разместить средства, чтобы получить максимальный абсолютный доход.

15.Фирма реализует автомобили через магазин и торговых агентов. При реализации x_1 автомобилей через магазины расходы на реализацию составляют $4x_1 + x_1^2$ ден. ед., а при продаже x_2 автомобилей через торговых агентов расходы составляют x_2^2 ден. ед.

Составить математическую модель задачи и найти способ реализации автомобилей, минимизирующий суммарные расходы, если общее число предназначенных к продаже автомобилей составляет 200 единиц. Задачу решить средствами Excel.

Перечень вопросов для опроса:

1. Какие задачи называются задачами линейного программирования?
2. С именами каких учёных связано создание методов решения задач линейного программирования?
3. Сформулируйте известные вам критерии оптимальности решения задачи линейного программирования.
4. Чем полезна основная задача производственного планирования? Для решения каких задач её применяют?
5. Почему все переменные неотрицательные, как называются эти ограничения?
6. Какое допустимое решение называется оптимальным?
7. Чем отличаются каноническая и стандартная задачи линейного программирования?
8. Геометрическое истолкование и свойства канонической задачи линейного программирования.
9. Типы экономических задач, сводящихся к задачам линейного программирования.
10. При решении задачи симплексным методом какой столбец называется ведущим, какая строка ведущей и какой элемент ведущим?
11. Как производится переход от одного опорного решения к другому при использовании симплексного метода решения задачи линейного программирования?
12. Почему решение считается найденным, если коэффициенты последней строки таблицы положительные?
13. Какой экономический смысл имеют коэффициенты столбца свободных членов последней таблицы?
14. Экономическая интерпретация двойственной задачи.
15. Свойства взаимно двойственных задач.
16. В чём состоит польза первой теоремы двойственности?
17. Каким образом используются переменные двойственной задачи в экономическом анализе?
18. Какой критерий оптимальности следует из первой теоремы двойственности?
19. Какую единицу измерения имеют переменные двойственной задачи линейного программирования? Чем это объясняется?
20. Поясните примером экономический смысл объективно обусловленной оценки.
21. Поясните примером экономическое значение второй теоремы двойственности.
22. Экономический смысл транспортной задачи?
23. Когда транспортная задача является задачей на избыток, а когда задачей на недостаток, как это исправить?
24. В чем суть метода северо-западного угла?
25. В чем суть метода минимальной стоимости?

26. Когда опорный план считается оптимальным, то есть решение найдено?
27. Какие типы экономических задач сводятся к транспортной задаче?
28. Что показывают цифры в строке фиктивного поставщика и в столбце фиктивного потребителя, когда транспортная задача решена?
29. Дайте сравнительную характеристику задачам линейного и нелинейного программирования.
30. Дайте характеристику области применения множителей Лагранжа в маркетинге.
31. Для чего предназначена функция Лагранжа?
32. Какие результаты позволяет получить анализ функциональной матрицы задачи математического программирования?
33. Какова экономическая интерпретация множителей Лагранжа?
34. Перечислите известные вам задачи нелинейного программирования.
35. Перечислите условия теоремы Куна-Таккера.
36. Приведите числовой пример задачи выпуклого программирования и её функции Лагранжа.
37. Для решения каких экономико-математических моделей используется принцип оптимальности Беллмана? Приведите 2-3 примера.

Примерный перечень вопросов к зачету:

1.Классификация экономико-математических моделей. Вклад российских и зарубежных ученых в развитие экономико-математических методов.
2.Понятие моделирования. Моделирование в экономике и его использование в развитии и формализации экономической теории.
3.Математическая структура модели и ее содержательная интерпретация.
4.Математическая модель и ее основные параметры. Порядок построения модели.
5.Информационное и экономическое обеспечение экономико-математического моделирования.
6.Критерии оптимальности ЭММ.
7.Постановка общей задачи линейного программирования (ЛП).
8.Стандартная задача ЛП.
9.Каноническая задача ЛП.
10. Примеры экономических задач, приводящих к задаче линейного программирования. Задача планирования производства.
11. Примеры экономических задач, приводящих к задаче линейного программирования. Задача об использовании мощностей.
12. Решение системы m линейных уравнений с n переменными, в которых $m<n$.
13. Свойства задачи линейного программирования.
14. Геометрический метод решения задачи ЛП.
15. Определение первоначального допустимого базисного решения.
16. Алгоритм отыскания максимума целевой функции.
17. Прямая и двойственная задачи линейного программирования. Экономическая интерпретация взаимно двойственных задач линейного программирования. Первая теорема двойственности: формулировка и экономическая интерпретация.
18. Свойства взаимно двойственных задач.
19. Вторая теорема двойственности: формулировка и экономическая интерпретация.
20. Третья теорема двойственности: формулировка и практическое значение.
21. Объективно обусловленные оценки благ: экономическая интерпретация, применение в анализе сбыта и цен.
22. Алгоритм решения задачи ЛП с помощью надстройки "Поиск решения".
23. Содержание отчетов по результатам, по устойчивости и отчета по пределам.
24. Содержание и математическая постановка транспортной задачи.
25. Построение компьютерной экономико-математической модели транспортной задачи.

26. Нахождение первоначального базисного распределения поставок. Метод “северо-западного угла”. Метод наименьшей стоимости.
27. Критерий оптимальности базисного распределения поставок.
28. Распределительный метод решения транспортной задачи.
29. Открытая модель транспортной задачи.
30. Решение транспортной задачи в среде Excel.
31. Содержание и математическая постановка задачи о назначениях.
32. Задачи целочисленного программирования. Методы отсечения.
33. Метод Гомори.
34. Задачи ЛП с бинарными переменными.
35. Примеры задач нелинейного программирования, их математическая постановка.
36. Классические методы определения экстремумов.
37. Метод множителей Лагранжа.
38. Определение выпуклой функции, их свойства. Задача выпуклого программирования.
39. Численные методы решения задач нелинейного программирования.
40. Решение задач выпуклого программирования градиентным методом.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Основными формами промежуточного контроля являются опрос, тест, выполнение домашних заданий, расчетных заданий, зачет во 2 семестре.

В промежуточную аттестацию включаются как теоретические вопросы, так и практические задания.

Соотношение оценки и баллов в рамках процедуры оценивания

«Оценка»	Соответствие количеству баллов
Отлично	**81-100**
Хорошо	**61-80**
Удовлетворительно	**41-60**
Неудовлетворительно	**0-40**

Соотношение вида работ и количества баллов в рамках процедуры оценивания

Вид работы	количество баллов
Опрос	до 10 баллов
Тест	до 15 баллов
Домашние задания	до 10 баллов
Задания на практическом занятии	до 35 баллов
Зачет	до 30 баллов

5.4.1. *Опрос* оценивается от 0 до 10 баллов. Освоение компетенций зависит от результата *опроса*: 9-10 баллов - компетенции считаются освоенными на высоком уровне (оценка отлично); 6-8 баллов - компетенции считаются освоенными на базовом уровне (оценка хорошо); 3-5 баллов - компетенции считаются освоенными на удовлетворительном уровне (оценка удовлетворительно); 0-2 баллов - компетенции считаются не освоенными (оценка неудовлетворительно).

Критерии оценивания	Интервал оцени-

	вания
1. Самостоятельно и аргументировано делать анализ, обобщать, выводы	0-2
2. Самостоятельно, уверенно и безошибочно применяет полученные знания в решении проблем на творческом уровне	0-2
3. Умеет составить полный и правильный ответ на основе изученного материала; выделять главные положения, самостоятельно подтверждать ответ конкретными примерами, фактами	0-3
4. Понимание сущности рассматриваемых понятий, явлений и закономерностей, теорий, взаимосвязей	0-3

5.4.2. Написание *теста* оценивается по шкале от 0 до 15 баллов.

Процент правильных ответов	Баллы	Уровень освоения компетенций
81-100%	14-15 баллов	высокий
61-80%	11-13 баллов	выше базового
41-60%	8-10 баллов	базовый
21-40%	6-7 балла	ниже базового
20% и менее	менее 6 баллов	компетенции не освоены

5.4.3. Уровень *выполненных домашних заданий* оценивается по шкале от 0 до 10 баллов.

Процент правильно выполненных заданий	Баллы	Уровень освоения компетенций
81-100%	9-10 баллов	высокий
61-80%	7-8 баллов	выше базового
41-60%	5-6 баллов	базовый
21-40%	3-4 балла	ниже базового
20% и менее	менее 3 баллов	компетенции не освоены

5.4.4. Баллы по отдельным *практическим занятиям* суммируются (максимально – 35 баллов).

Уровень выполнения заданий на практическом занятии оценивается по шкале от 0 до 10 баллов: 9-10 баллов - компетенции считаются освоенными на высоком уровне (оценка отлично); 7-8 баллов - компетенции считаются освоенными на продвинутом уровне (оценка отлично); 5-6 баллов - компетенции считаются освоенными на базовом уровне (оценка хорошо); 3-4 балла - компетенции считаются освоенными на удовлетворительном уровне (оценка удовлетворительно); менее 3 баллов - компетенции считаются не освоенными (оценка неудовлетворительно).

Критерии оценивания	Интервал оценивания
1) Степень понимания задания	0-2
2) Уровень разработки экономико-математической и компьютерной моделей	0-2
3) Правильность решения учебной (профессиональной) задачи	0-2
4) Понимание и интерпретация результатов решения	0-2
5) Грамотность оформление отчета по лабораторной работе	0-2
Максимальная сумма баллов	10

5.4.5. Шкала оценивания *зачета.*

Аттестация по итогам усвоения дисциплины проводится в конце 2 семестра в форме зачета.

Цель **зачета** по дисциплине - оценить работу студента за курс, а также полученные им теоретические и практические знания, прочность их усвоения, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и использовать их в решении задач. Зачет проводится в форме устного собеседования по билетам, содержащим 1 теоретический вопрос и одну задачу, и результаты его могут быть максимально оценены в 30 баллов. Ответ на каждый вопрос оценивается по следующей шкале и суммируется в общую балльную оценку по зачету:

Качество ответа на вопрос	Оценка в баллах
Отличное	15
Хорошее	10
Удовлетворительное	7
Неудовлетворительное	0

Максимальная общая итоговая оценка по дисциплине в 100 баллов состоит из суммы баллов за текущую успеваемость (70 баллов), за выполнение зачетных заданий (30 баллов) и выглядит следующим образом:

При неудовлетворительной сдаче зачета или неявке по неуважительной причине на зачет зачетная составляющая приравнивается к нулю (0). В этом случае студент в установленном в Университете порядке обязан пересдать зачет.

При пересдаче зачета используется следующее правило для формирования рейтинговой оценки:

- 1-я пересдача – фактическая рейтинговая оценка, полученная студентом за ответ, минус 10 баллов;

- 2-я пересдача – фактическая рейтинговая оценка, полученная студентом за ответ, минус 20 баллов.

Уровень сформированности компетенций оценивается в соответствии с таблицей.

№ п/п	ФИО	Сумма баллов, набранных в семестре					ИТОГО 100 баллов
		Опрос до 10 баллов	Тест до 15 баллов	Домашние задания до 10 баллов	Задания на практических занятиях до 35 баллов	Зачет до 30 баллов	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.							

Приложение 1

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В EXCEL

Рассмотрим конкретную задачу.

Руководство фирмы предполагает производить продукцию двух моделей А и В. Их производство ограниченно наличием сырья, временем эксплуатации оборудования и денежными кредитами. Для каждого изделия модели А требуется 0,3 м^3 древесины, 0,2 часа работы станков и затратить 1,6 денежных единиц, а для изделия модели В - 0,4 м^3 древесины, 0,5 часа работы станков и 1 ден. ед. Фирма может получить от своих поставщиков до 170 м^3 древесины в неделю и использовать оборудование в течение 160 часов. На финансирование проекта предполагается выделять 800 ден. ед. Сколько изделий каждой модели следует фирме выпускать в неделю, если каждое изделие модели А должно приносить 2 ден. ед. прибыли, а каждое изделие модели В - 4 ден. ед. прибыли?

Построение математической модели

Переменные. Так как нужно определить объемы производства каждого вида моделей продукции, переменными в модели являются:

x_1 - количество выпущенных за неделю изделий модели A_1,

x_2 - количество выпущенных за неделю изделий модели A_2.

Целевая функция. Так как прибыль от реализации 1-го изделия модели А равна 2 денежным единицам, недельный доход от ее продажи составит $2*x_1$ ден. ед. Аналогично доход от реализации x_2 штук изделия модели В составит $4*x_2$ ден. ед. в неделю.

При допущении *независимости объемов сбыта* каждой из моделей общий доход равен сумме двух слагаемых - дохода от продажи модели А и дохода от продажи модели В.

Обозначив общий доход через F, можно дать следующую математическую формулировку целевой функции: определить (допустимые) значения x_1 и x_2, максимизирующие величину общего дохода $F = 2*x_1 + 4*x_2$.

Ограничения. При решении рассматриваемой задачи должны быть учтены ограничения на расход древесины, время эксплуатации оборудования и финансовые возможности фирмы.

Ограничение на расход древесины можно записать следующим образом:

$$0{,}3\, x_1 + 0{,}4\, x_2 \leq 170.$$

Ограничение на время использование оборудования можно записать следующим образом:

$$0{,}2\, x_1 + 0{,}5\, x_2 \leq 160.$$

Ограничение на использование финансов можно записать следующим образом:

$$1{,}6\, x_1 + 1{,}0\, x_2 \leq 800.$$

Поскольку x_1 и x_2 выражают еженедельный объём выпускаемых изделий, то они не могут быть отрицательными, т.е. $x_1 \geq 0$ и $x_2 \geq 0$ (условие не отрицательности переменных).

Итак, математическую модель задачи можно записать следующим образом:

$$\max F = 2\, x_1 + 4\, x_2 \text{ (целевая функция)} \qquad (1)$$

при ограничениях:

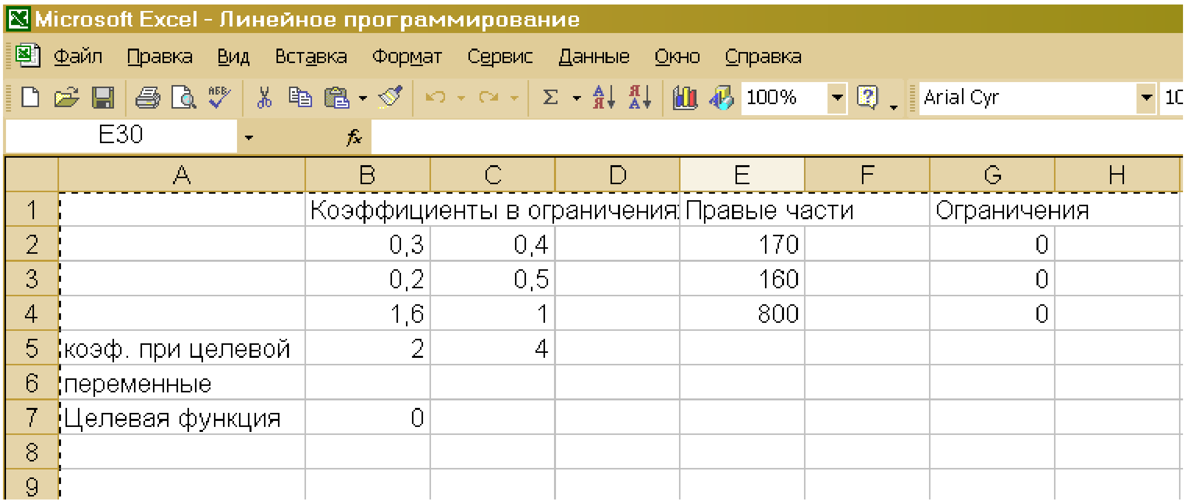
$$0{,}3\, x_1 + 0{,}4\, x_2 \leq 170 \qquad (2)$$
$$0{,}2\, x_1 + 0{,}5\, x_2 \leq 160 \qquad (3)$$
$$1{,}6\, x_1 + x_2 \leq 800 \qquad (4)$$
$$x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0 \qquad (5)$$

Процесс решения задачи средствами Microsoft Excel

Вызовите Microsoft Excel. В новой рабочей книге переименуйте "Лист№1" в *ЛР 1 Вариант №… Отчет (Фамилия № группы)*

Задание исходных данных задачи.

Начиная с ячейки с именем **A1** на Листе окна Excel постройте следующую таблицу (рис. 1.):



	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Коэффициенты в ограничениях			Правые части		Ограничения	
2		0,3	0,4		170		0	
3		0,2	0,5		160		0	
4		1,6	1		800		0	
5	коэф. при целевой	2	4					
6	переменные							
7	Целевая функция	0						
8								
9								

Рис. 1. Фрагмент Листа рабочей книги с исходными данными

В ячейки с адресами B2:C4 – двоеточие означает диапазон ячеек, начинающийся с ячейки с адресом B2 и заканчивающийся ячейкой с адресом C4 – заносятся коэффициенты при неизвестных x_1 и x_2 в ограничениях (2)–(4).

После занесения в ячейку числа или формулы необходимо нажать клавишу ENTER.

В ячейки с адресами B5:C5 занесены коэффициенты в целевой функции (1).

В строке **Переменные** ячейки B6:C6 пусты; в них после решения задачи, будут занесены рассчитанные значения переменных x_1 и x_2 .

В столбце **Ограничения** в ячейки G2:G4 занесены формулы для расчеты левых частей ограничений (2)–(5). Каждая формула начинается со знака «=».

В ячейку B7 занести формулу =СУММПРОИЗВ(B5:C5;B6:C6), которой записана целевая функция (1). В эту же ячейку будет занесено вычисленное значение целевой функции.

Решение задачи.

Поставить курсор мыши в ячейку B7 и нажать на левую кнопку мыши – туда после решения задачи, будет занесено вычисленное значение целевой функции.

Войти в меню Сервис, выбрать в нем **Поиск решения** и щелкнуть на нем левой кнопкой мыши. На экране появится диалоговое окно **Поиск решения** (рис. 2). В поле **Установить целевую ячейку** занести $B$7. Для этого проще всего установить курсор мыши внутрь ячейки, щелкнуть в ней левой кнопкой мыши, затем щелкнуть мышью на ячейке B7.

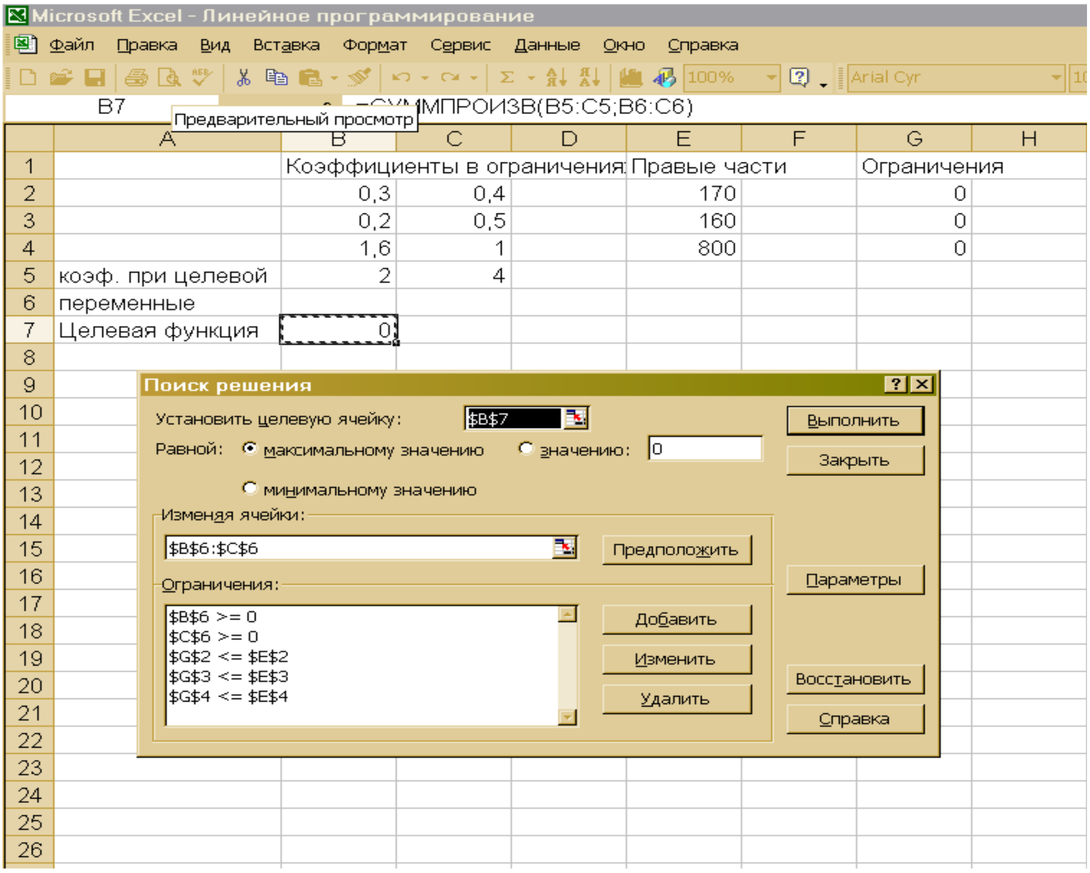


Рис. 2. Фрагмент Листа Excel на экране с диалоговым окном Поиск решения

Поскольку ищется максимум целевой функции, то после слова **Равной** выделим **Максимальному значению**, щелкнув в кружочке мышью.

В поле **Изменяя ячейки** занесем диапазон $B$6:$C$6, так как именно эти ячейки отведены под значения вычисляемых переменных.

В поле Ограничения занесем ограничения (2)–(5). Для этого щелкнем мышью на кнопке **Добавить**. Появится диалоговое окно **Добавление ограничения** (рис 3)В поле **Ссылка на ячейку** поставить курсор мыши в поле, затем поставить курсор на ячейку G2, где задана формула ограничения. В среднее поле, щелкнув на кнопке со стрелочкой, занесем соответствующий знак неравенства. В поле **Ограничение** занесем правую часть ограничения, расположенную в ячейке E2. Щелкнуть на кнопке ОК. Попадаем снова в поле **Поиск решения**. Затем повторяя описанные выше действия, заносим остальные ограничения (рис. 3).

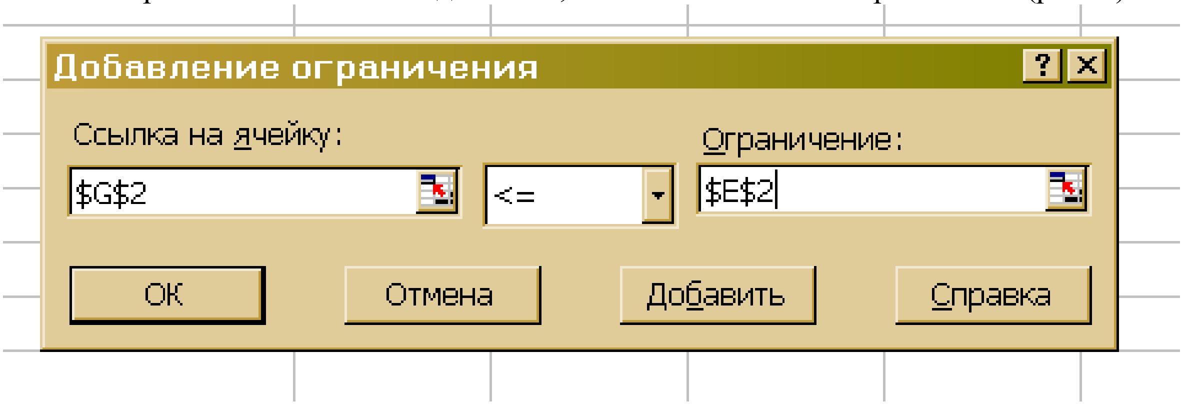


Рис. 3. Диалоговое окно **Добавление ограничения**

Снова в поле **Поиск решения** (рис. 2). Щелкнуть мышью на кнопке **Параметры**.

На экране появится диалоговое окно **Параметры поиска решения**. В этом окне (рис. 4) устанавливаются параметры поиска решения. Здесь отметить квадратики **Линейная мо-**

дель, **Неотрицательные значения**, **Автоматическое масштабирование**. Щелкнем на кнопке ОК.

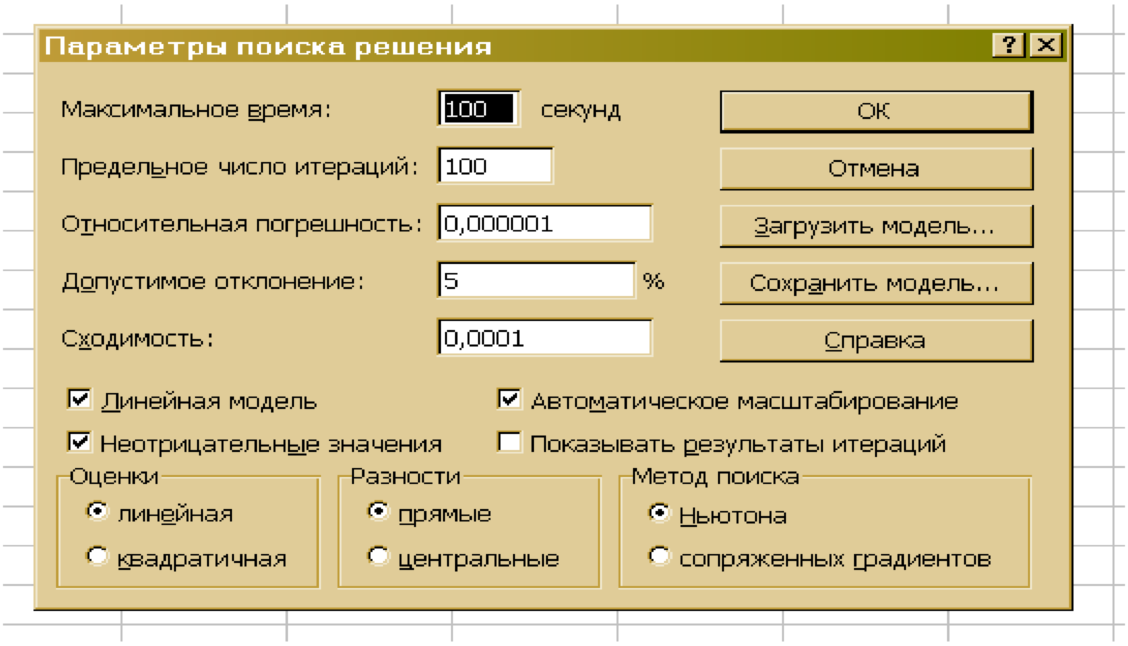


Рис. 4. Диалоговое окно **Параметры поиска решения**

Снова попадаем в диалоговое окно **Поиск решения**. В этом окне (рис. 2) щелкнем левой кнопкой мыши на кнопку **Выполнить**. На экран выводится окно **Результаты поиска решения** (рис. 5).

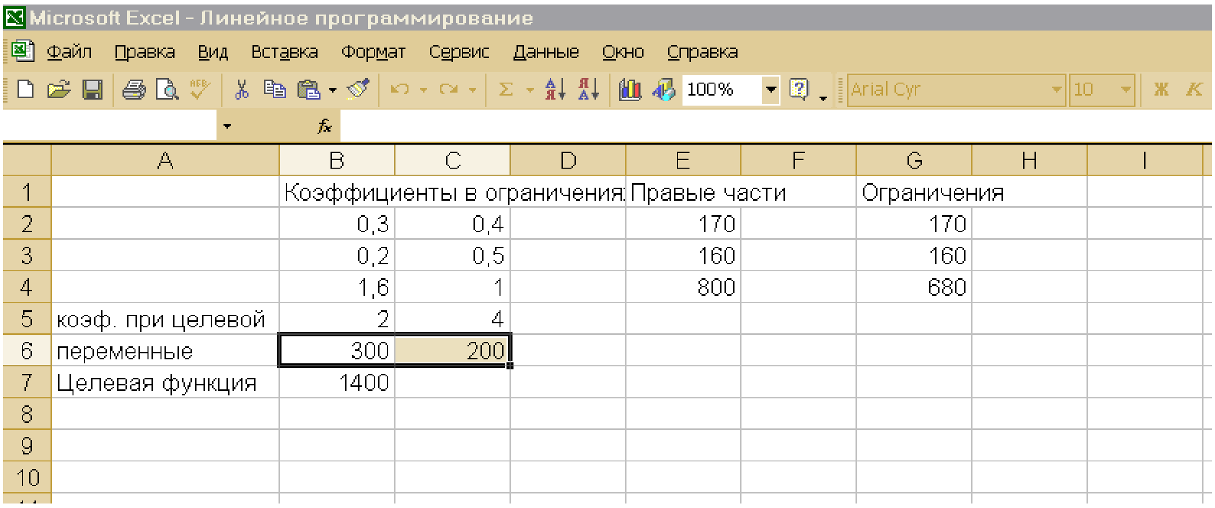


Рис. 5. Результаты решения задачи, расположенные на Листе экрана

Одновременно на Листе экрана также появляются результаты решения задачи: В столбце Ограничения выводятся их рассчитанные значения . В строке переменные – значения рассчитанных переменных x_1 и x_2 . В ячейке с целевой функцией – рассчитанное значение целевой функции.

Итак найдено **решение:** $\boldsymbol{x_1 = 300}$**,** $\boldsymbol{x_2 = 200}$**,** $\boldsymbol{Fmax = 1400}$**.**

В окне **Результаты поиска решения** (рис. 6) содержится тип отчета: **Результаты, Устойчивость**, **Пределы**. Для получения всех видов отчетов надо щелкнуть кнопкой мыши на каждом из них – соответствующие строчки будут закрашены – а затем на ОК. Отчеты отображаются в нижней строке Листа на экране Excel. Для их вызова необходимо щелкнуть на соответствующем отчете.

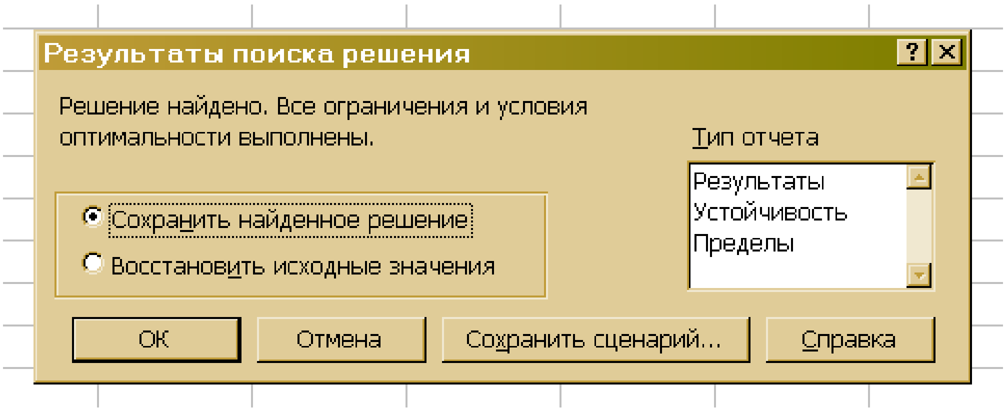


Рис. 6. Диалоговое окно **Результаты поиска решения**

В **отчете по результатам** (рис. 7) приведены значения неизвестных и целевой функции, а также данные о выполнении ограничений. В графе Статус указаны связанные и несвязанные переменные.

В **отчете по устойчивости** (рис. 8) приведены границы устойчивости неизвестных задачи – допустимое увеличение и уменьшение коэффициентов целевой функции, границы устойчивости двойственных оценок. В графе **Нормированная стоимость** элемент этой графы показывает, на сколько уменьшится значение функции, если в решении переменную увеличить на единицу.

В **отчете по пределам** (рис. 9) показаны нижние и верхние пределы изменения неизвестных и значения целевой функции при этих изменениях.

Microsoft Excel 10.0 Отчет по результатам
Рабочий лист: [Линейное программирование.xls]Лист1
Отчет создан: 29.07.2004 18:25:17

Целевая ячейка (Максимум)

Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат
$B$7	Целевая функция Коэффициенты в ограничениях	0	1400

Изменяемые ячейки

Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат
$B$6	переменные Коэффициенты в ограничениях	0	300
$C$6	переменные	0	200

Ограничения

Ячейка	Имя	Значение	Формула	Статус	Разница
$G$3	Ограничения	160	$G$3<=$E$3	связанное	0
$G$2	Ограничения	170	$G$2<=$E$2	связанное	0
$G$4	Ограничения	680	$G$4<=$E$4	не связан.	120
$C$6	переменные	200	$C$6>=0	не связан.	200
$B$6	переменные Коэффициенты в ограничениях	300	$B$6>=0	не связан.	300

Рис. 7. Отчет по результатам

Microsoft Excel 10.0 Отчет по устойчивости
Рабочий лист: [Линейное программирование.xls]Лист1
Отчет создан: 29.07.2004 18:28:35

Изменяемые ячейки

Ячейка	Имя	Результ. значение	Нормир. стоимость	Целевой Коэффициент	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
$B$6	переменные Коэффициенты в ограничениях	300	0	2	1	0,4
$C$6	переменные	200	0	4	1	1,333333333

Ограничения

Ячейка	Имя	Результ. значение	Теневая Цена	Ограничение Правая часть	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
$G$3	Ограничения	160	5,714285714	160	52,5	24,70588235
$G$2	Ограничения	170	2,857142857	170	14	42
$G$4	Ограничения	680	0	800	1E+30	120

Рис. 8. Отчет по устойчивости

Microsoft Excel 10.0 Отчет по пределам
Рабочий лист: [Линейное программирование.xls]Отчет по пределам 1
Отчет создан: 29.07.2004 18:29:57

Ячейка	Целевое Имя	Значение
$B$7	Целевая функция Коэффициенты в ограничениях	1400

Ячейка	Изменяемое Имя	Значение	Нижний предел	Целевой результат	Верхний предел	Целевой результат
$B$6	переменные Коэффициенты в ограничениях	300	0	800	300	1400
$C$6	переменные	200	0	600	200	1400

Рис. 9. Отчет по пределам