МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ   
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

КУРСОВАЯ РАБОТА   
ЗАЩИЩЕНА С ОЦЕНКОЙ

РУКОВОДИТЕЛЬ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| доц., к.ф.-м.н., доцент |  |  |  | Петровнина Д.В. |
| должность, уч. степень, звание |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |

|  |
| --- |
| ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К КУРСОВОЙ РАБОТЕ |
| ПЯТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ |
| по дисциплине: ПРИКЛАДНЫЕ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ |
|  |
|  |

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| СТУДЕНТ ГР. № |  |  |  |  | М.Р. Назаров |
|  |  |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |

Санкт-Петербург 2021

Оглавление

[Постановка задачи 3](#__RefHeading___Toc1298_3627164421)

[Вариант задачи 3](#__RefHeading___Toc1300_3627164421)

[Задание на курсовую работу 3](#__RefHeading___Toc1302_3627164421)

[Математическая модель задачи 4](#__RefHeading___Toc1304_3627164421)

[Поиск решения MS Excel 5](#__RefHeading___Toc1306_3627164421)

[Создание приложения 6](#__RefHeading___Toc1308_3627164421)

[Описание функциональных особенностей 6](#__RefHeading___Toc1310_3627164421)

[Описание форм приложения 6](#__RefHeading___Toc1312_3627164421)

[Тестирование приложения 9](#__RefHeading___Toc1314_3627164421)

[Вывод 12](#__RefHeading___Toc1316_3627164421)

[Список используемой литературы 13](#__RefHeading___Toc1318_3627164421)

[Приложения 14](#__RefHeading___Toc1320_3627164421)

[Приложение 1. Математическая модель задачи в письменном виде. 14](#__RefHeading___Toc1322_3627164421)

[Приложение 2. Код пользовательских форм 15](#__RefHeading___Toc1324_3627164421)

[Приложение 3. Код главного модуля 18](#__RefHeading___Toc1326_3627164421)

# Постановка задачи

## Вариант задачи

**Задача 20. Пять предприятий**

Корпорация решила производить три новых изделия. Пять её предприятий имеют избыточные возможности для производства этих изделий. Общезаводские расходы на производство единицы изделия Х составили бы при этом 31, 29, 32, 28 и 29 долл. Для предприятий 1, 2, 3, 4 и 5 соответственно. Расходы на производство единицы изделия Y были бы 45, 41, 46, 42 и 43 долл. соответственно, а расходы на единицу изделия Z составили бы 38,35 и 40 долл. для предприятий 1, 2 и 3 соответственно, а предприятия 4 и 5 не имеют возможности выпускать данный вид изделий. Коммерческие прогнозы указывают на то, что должно быть произведено не менее 600, 1000 и 800 единиц изделий X, Y и Z в день.

Предприятия 1, 2, 3, 4 и 5 имеют возможность производить соответственно 400, 600, 400, 600 и 1000 изделий ежедневно независимо от изделия или комбинации изделий. Любое предприятие может производить любую комбинаций изделий в любом количестве в рамках изложенных ограничений.

Управляющий корпорацией желает знать, как распределить новые изделия по предприятиям, чтобы минимизировать общезаводские расходы.

## Задание на курсовую работу

1. На основе содержательной постановки построить математическую модель задачи, описав переменные, целевую функцию и ограничения.
2. Подготовить исходные данные для решения задачи с использованием надстройки «Поиск решения» MS Excel и решить её.
3. Cоздать приложение на выбранном вами языке программирования, играющее роль интерфейса к разработанной раннее модели и выполняющее следующие функции:

* Пользовательский ввод параметров модели.
* Проверка параметров модели на корректность/совместимость.
* Считывание параметров модели из файла MS Excel, созданного во время выполнения предыдущего этапа работы.
* Сохранение измененных/введенных параметров в тот же файл MS Excel, созданный во время выполнения предыдущего этапа работы, в соответствующие ячейки табличной модели с запросом подтверждения перезаписи предыдущих значений параметров.

# Математическая модель задачи

Математическую модель задачи см. в Приложении 1. Математическая модель задачи в письменном виде

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Изделие X | Изделие Y | Изделие Z | Возможность производства |
| Предприятие 1 | 31$ | 45$ | 38$ | 400 шт |
| Предприятие 2 | 29$ | 41$ | 35$ | 600 шт |
| Предприятие 3 | 32$ | 46$ | 40$ | 400 шт |
| Предприятие 4 | 28$ | 42$ | — | 600 шт |
| Предприятие 5 | 29$ | 43$ | — | 1000 шт |
| Всего изделий должно быть произведено | 600 шт | 1000 шт | 800 шт |  |

— количество изделий X выпущенных на соответствующем предприятии, шт.

— количество изделий Y выпущенных на соответствующем предприятии, шт.

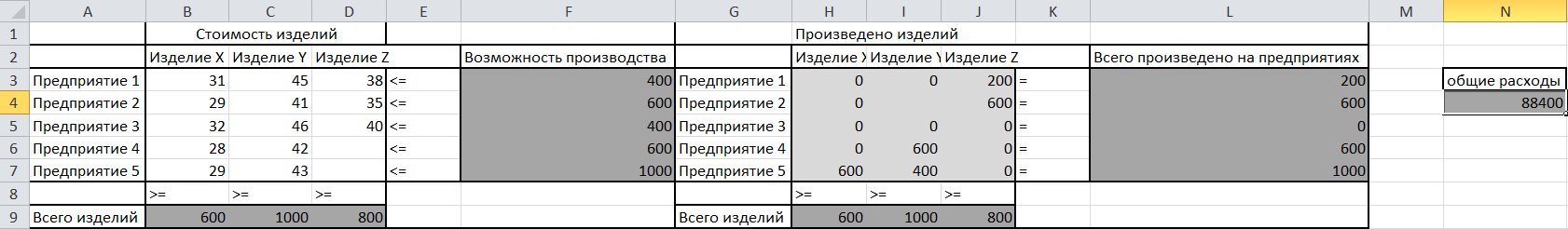
— количество изделий Z выпущенных на соответствующем предприятии, шт.

# Поиск решения MS Excel

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Стоимость изделий | |  |  |  |
|  | Изделие X | Изделие Y | Изделие Z |  | Возможность производства |
| Предприятие 1 | 31 | 45 | 38 | <= | 400 |
| Предприятие 2 | 29 | 41 | 35 | <= | 600 |
| Предприятие 3 | 32 | 46 | 40 | <= | 400 |
| Предприятие 4 | 28 | 42 |  | <= | 600 |
| Предприятие 5 | 29 | 43 |  | <= | 1000 |
|  | >= | >= | >= |  |  |
| Всего изделий | 600 | 1000 | 800 |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Произведено изделий | |  |  |  |
|  | Изделие X | Изделие Y | Изделие Z |  | Всего произведено на предприятиях |
| Предприятие 1 | 0 | 0 | 200 | = | 200 |
| Предприятие 2 | 0 |  | 600 | = | 600 |
| Предприятие 3 | 0 | 0 | 0 | = | 0 |
| Предприятие 4 | 0 | 600 | 0 | = | 600 |
| Предприятие 5 | 600 | 400 | 0 | = | 1000 |
|  | >= | >= | >= |  |  |
| Всего изделий | 600 | 1000 | 800 |  |  |

|  |
| --- |
| общие расходы |
| 88400 |



Ответ:

Разделение изделий по предприятиям:

* Предприятие 1 — 200 изделий Z;
* Предприятие 2 — 600 изделий Z;
* Предприятие 3 — ничего не производит;
* Предприятие 4 — 600 изделий Y;
* Предприятие 5 — 600 изделий X, 400 изделий Y;

Общие расходы составят 88400$

# Создание приложения

## Описание функциональных особенностей

Язык программирования: Visual Basic for Applications . Язык программирования был выбран в качестве основного из-за прямой интеграции в Excel 2010

Коды элементов см. Приложение 2. Код пользовательских форм и Приложение 3. Код главного модуля.

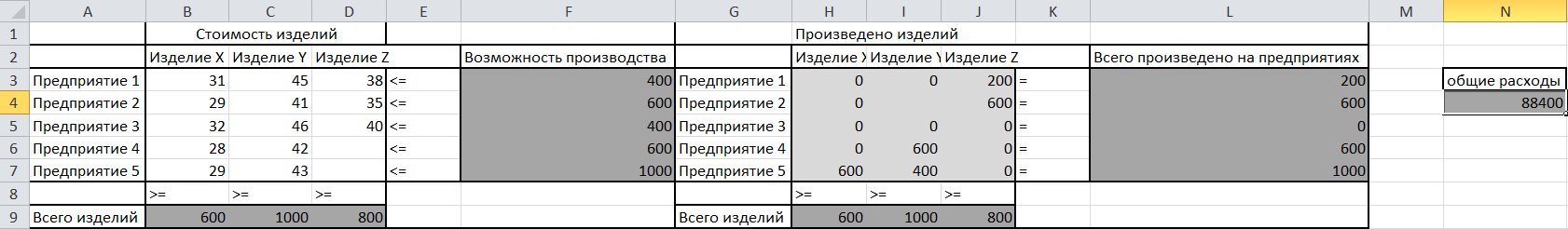
Приложение позволяет изменить цены производства деталей на каждом из производств, изменить необходимое количество каждой произведенной детали и производственные возможности каждого из предприятий. Всего приложения может изменить 21 числовое значение исходных таблиц. Поля защищены от ввода неправильно форматированных значений (например, строк).  
Изменение этих полей производится при помощи графического интерфейса — пользовательских форм.

## Описание форм приложения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| MainForm |  | Отвечает за навигацию по подразделам и запуск поиска решения. Описание кнопок:   * Предприятие 1 (CommandButton1) – Открывает форму Enterprise1; * Предприятие 2 (CommandButton2) – Открывает форму Enterprise2; * Предприятие 3 (CommandButton3) – Открывает форму Enterprise3; * Предприятие 4 (CommandButton4) – Открывает форму Enterprise4; * Предприятие 5 (CommandButton5) – Открывает форму Enterprise5; * Изменить количество изделий ( CommandButton6) — открывает форму Production; * Начать поиск решения ( CommandButton7) — запускает поиск решения. |
| Enterprise1 |  | Отвечает за изменение значений ячеек исходных таблиц.  Описание полей:   * Цена изделия X (TextBox1)— изменяет значение ячейки B3; * Цена изделия Y (TextBox2)— изменяет значение ячейки C3; * Цена изделия Z (TextBox3)— изменяет значение ячейки D3; * Возможность производства (TextBox4)— изменяет значение ячейки F3.   Описание кнопок:   * Отправить (CommandButton1) — подставляет введенные изменения в таблицу и закрывает форму. |
| Enterprise2 |  | Отвечает за изменение значений ячеек исходных таблиц.  Описание полей:   * Цена изделия X (TextBox1)— изменяет значение ячейки B4; * Цена изделия Y (TextBox2)— изменяет значение ячейки C4; * Цена изделия Z (TextBox3)— изменяет значение ячейки D4; * Возможность производства (TextBox4)— изменяет значение ячейки F4.   Описание кнопок:   * Отправить (CommandButton1) — подставляет введенные изменения в таблицу и закрывает форму. |
| Enterprise3 |  | Отвечает за изменение значений ячеек исходных таблиц.  Описание полей:   * Цена изделия X (TextBox1)— изменяет значение ячейки B5; * Цена изделия Y (TextBox2)— изменяет значение ячейки C5; * Цена изделия Z (TextBox3)— изменяет значение ячейки D5; * Возможность производства (TextBox4)— изменяет значение ячейки F5.   Описание кнопок:   * Отправить (CommandButton1) — подставляет введенные изменения в таблицу и закрывает форму. |
| Enterprise4 |  | Отвечает за изменение значений ячеек исходных таблиц.  Описание полей:   * Цена изделия X (TextBox1)— изменяет значение ячейки B6; * Цена изделия Y (TextBox2)— изменяет значение ячейки C6; * Возможность производства (TextBox4)— изменяет значение ячейки F6.   Описание кнопок:   * Отправить (CommandButton1) — подставляет введенные изменения в таблицу и закрывает форму. |
| Enterprise5 |  | Отвечает за изменение значений ячеек исходных таблиц.  Описание полей:   * Цена изделия X (TextBox1)— изменяет значение ячейки B7; * Цена изделия Y (TextBox2)— изменяет значение ячейки C7; * Цена изделия Z (TextBox3)— изменяет значение ячейки D7; * Возможность производства (TextBox4)— изменяет значение ячейки F7.   Описание кнопок:   * Отправить (CommandButton1) — подставляет введенные изменения в таблицу и закрывает форму. |
| Production |  | Отвечает за изменение значений ячеек исходных таблиц.  Описание полей:   * Всего изделий X (TextBox1)— изменяет значение ячейки B9; * Всего изделий Y (TextBox2)— изменяет значение ячейки C9; * Всего изделий Z (TextBox3)— изменяет значение ячейки D9.   Описание кнопок:   * Отправить (CommandButton1) — подставляет введенные изменения в таблицу и закрывает форму. |

## Тестирование приложения

Изначальная таблица:



Сценарий 1. Повышение стоимости производства изделий на предприятии 1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1.1 Запуск приложения при помощи макросов Excel | 1.2 Выбор предприятия 1 | 1.3 Изначальные данные таблицы |
| 1.4 Изменение значений и отправка формы | 1.5 Проверка изменений формы | 1.6. Запуск поиска решения |
| 1.7 Новое решение | | |

Сценарий 2. Ошибочный ввод

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1.1 Запуск приложения при помощи макросов Excel | 1.2 Выбор предприятия 1 | 1.3 Изначальные данные таблицы |
| 1.4 Изменение значений и отправка формы | 1.5 Предупреждение об ошибке |  |

# Вывод

В ходе курсовой работы были разработаны математическая модель задачи и приложение с пользовательским интерфейсом для заполнения расчетной таблиц, было найдено решение первоначально поставленной задачи:

Разделение изделий по предприятиям:

* Предприятие 1 — 200 изделий Z;
* Предприятие 2 — 600 изделий Z;
* Предприятие 3 — ничего не производит;
* Предприятие 4 — 600 изделий Y;
* Предприятие 5 — 600 изделий X, 400 изделий Y;

Общие расходы составят 88400$

# Список используемой литературы

1. Зайцев М. Г., Варюхин С. Е. Методы управления и принятия решений: примеры, задачи, кейсы: учебное пособие. – М.: Издательство «Дело» АНХ, 2008.
2. Н. Д. Берман, Н. И. Шадрина Решение задач линейного программирования в Microsoft Excel 2010 Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 27 с.

# Приложения

## Приложение 1. Математическая модель задачи в письменном виде.

## Приложение **2**. **Код пользовательских форм**

2.1 MainForm:

|  |
| --- |
| Private Sub CommandButton1\_Click()  Dim obj2 As New Enterprise1  obj2.Show  End Sub  Private Sub CommandButton2\_Click()  Dim obj3 As New Enterprise2  obj3.Show  End Sub  Private Sub CommandButton3\_Click()  Dim obj4 As New Enterprise3  obj4.Show  End Sub  Private Sub CommandButton4\_Click()  Dim obj5 As New Enterprise4  obj5.Show  End Sub  Private Sub CommandButton5\_Click()  Dim obj6 As New Enterprise5  obj6.Show  End Sub  Private Sub CommandButton6\_Click()  Dim obj6 As New Production  obj6.Show  End Sub  Private Sub CommandButton7\_Click()  SolverSolve UserFinish:=False, ShowRef:="ShowTrial"  End Sub |

2.2 Enterpise1:

|  |
| --- |
| Private Sub CommandButton1\_Click()  Range("B3").Value = CInt(Me.TextBox1)  Range("C3").Value = CInt(Me.TextBox2)  Range("D3").Value = CInt(Me.TextBox3)  Range("F3").Value = CInt(Me.TextBox4)  Unload Me  End Sub  Private Sub UserForm\_Initialize()  Me.TextBox1 = Range("B3").Value  Me.TextBox2 = Range("C3").Value  Me.TextBox3 = Range("D3").Value  Me.TextBox4 = Range("F3").Value  End Sub |

2.3 Enterprise2:

|  |
| --- |
| Private Sub CommandButton1\_Click()  Range("B4").Value = CInt(Me.TextBox1)  Range("C4").Value = CInt(Me.TextBox2)  Range("D4").Value = CInt(Me.TextBox3)  Range("F4").Value = CInt(Me.TextBox4)  Unload Me  End Sub  Private Sub UserForm\_Initialize()  Me.TextBox1 = Range("B4").Value  Me.TextBox2 = Range("C4").Value  Me.TextBox3 = Range("D4").Value  Me.TextBox4 = Range("F4").Value  End Sub |

2.4 Enterprise3:

|  |
| --- |
| Private Sub CommandButton1\_Click()  Range("B5").Value = CInt(Me.TextBox1)  Range("C5").Value = CInt(Me.TextBox2)  Range("D5").Value = CInt(Me.TextBox3)  Range("F5").Value = CInt(Me.TextBox4)  Unload Me  End Sub  Private Sub UserForm\_Initialize()  Me.TextBox1 = Range("B5").Value  Me.TextBox2 = Range("C5").Value  Me.TextBox3 = Range("D5").Value  Me.TextBox4 = Range("F5").Value  End Sub |

2.5 Enterprise4:

|  |
| --- |
| Private Sub CommandButton1\_Click()  Range("B6").Value = CInt(Me.TextBox1)  Range("C6").Value = CInt(Me.TextBox2)  Range("F6").Value = CInt(Me.TextBox4)  Unload Me  End Sub  Private Sub UserForm\_Initialize()  Me.TextBox1 = Range("B6").Value  Me.TextBox2 = Range("C6").Value  Me.TextBox4 = Range("F6").Value  End Sub |

2.6 Enterprise5:

|  |
| --- |
| Private Sub CommandButton1\_Click()  Range("B7").Value = CInt(Me.TextBox1)  Range("C7").Value = CInt(Me.TextBox2)  Range("F7").Value = CInt(Me.TextBox4)  Unload Me  End Sub  Private Sub UserForm\_Initialize()  Me.TextBox1 = Range("B7").Value  Me.TextBox2 = Range("C7").Value  Me.TextBox4 = Range("F7").Value  End Sub |

2.7 Production:

|  |
| --- |
| Private Sub CommandButton1\_Click()  Range("B9").Value = CInt(Me.TextBox1)  Range("C9").Value = CInt(Me.TextBox2)  Range("D9").Value = CInt(Me.TextBox3)  Unload Me  End Sub  Private Sub UserForm\_Initialize()  Me.TextBox1 = Range("B9").Value  Me.TextBox2 = Range("C9").Value  Me.TextBox3 = Range("D9").Value  End Sub |

## Приложение **3**. Код главного модуля

Module1:

|  |
| --- |
| Option Explicit  Sub formMenu()  Dim objMenu As New MainForm  objMenu.Show  End Sub |