

Липецкий государственный технический университет

Факультет автоматизации и информатики

Кафедра автоматизированных систем управления

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №0

**по дисциплине «Прикладные интеллектуальные системы и экспертные
системы»**

Экспертные оценки достоверности планирования продаж

Студент

Коровайцев А.А.

Группа М-ИАП-23-1

Руководитель

Кургасов В.В.

Доцент

Липецк 2023 г.

Задание кафедры

Задать значения количества продаж по 10 товаром в течение 12 месяцев (помесячно). Для каждого из товаров спрогнозировать количество продаж на следующий, 13 месяц, и провести анализ достоверности планирования продаж.

Ход работы

Рассмотрим прогнозирование объема продаж и проанализируем точность планирования на примере комплектующих и периферии для компьютеров.

Для этого мы создадим класс, который будет описывать товар. В конструкторе этого класса мы будем принимать название товара и его количество, и если количество не будет указано, то оно будет генерироваться автоматически.

Также в классе будут методы для вычисления дополнительных значений, таких как среднее арифметическое и среднеквадратичное отклонение.

Затем мы создадим список товаров. На рисунке 1 представлен полученный набор товаров и количество продаж за последние 12 месяцев.

	Процессор	Материнская плата	Оперативная память	Видеокарта	Блок питания	Корпус	SSD	Монитор	Клавиатура	Мышь
0	111.849297	105.693453	103.501237	101.046555	135.200992	104.796761	94.666480	146.687333	101.742947	115.681060
1	89.443125	144.932369	84.787297	59.148164	124.105569	131.939097	160.931816	194.180594	108.906349	88.969619
2	107.931947	128.260567	91.588747	128.457966	92.144473	135.266730	104.460611	120.380864	111.575484	95.067904
3	129.271539	183.548795	105.725209	140.022830	104.462722	168.433187	108.174366	116.540510	93.162165	93.919666
4	108.566324	155.894761	126.230592	99.376678	130.371055	132.451737	150.871222	130.210315	148.203504	128.026104
5	80.789400	141.792235	128.325938	109.948517	140.201305	115.740841	132.179864	123.553063	116.951608	105.633853
6	112.449979	128.107044	120.951834	72.388296	122.627548	162.695544	138.623517	116.721763	114.575126	70.644078
7	83.141899	111.077333	142.135667	105.962234	114.232918	115.573924	139.366870	181.960282	105.419878	80.814404
8	121.213961	146.029940	91.441307	131.717442	144.797806	128.347580	139.809257	139.877615	125.855036	81.585510
9	131.724278	103.522300	121.506236	112.892439	167.034978	104.442471	114.072128	106.063038	126.771744	116.623708
10	49.168861	130.426713	112.571056	125.745664	125.479504	153.484619	111.117363	143.402545	129.076541	95.199813
11	81.059965	128.554182	86.256135	109.699384	129.962315	91.790414	105.301979	134.867790	91.405525	113.761367

Рисунок 1 – Набор товаров и их количество продаж за 12 месяцев

Визуализируем эти данные на графике, рисунок 2.

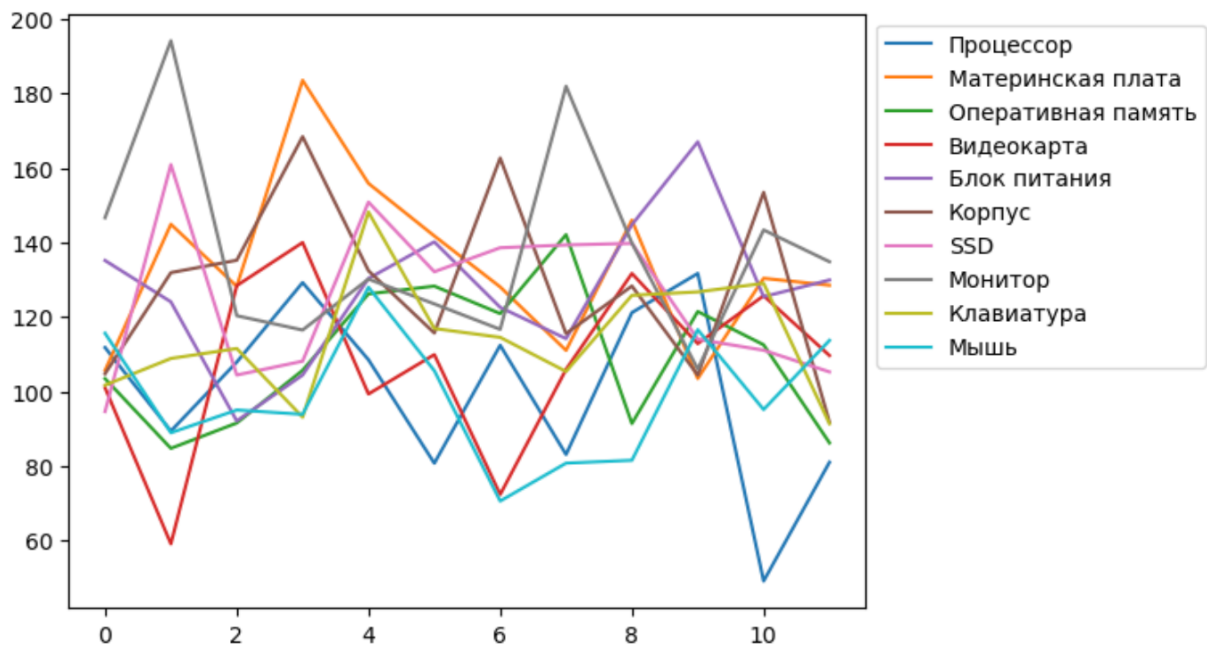


Рисунок 2 – График количество продаж товаров за 12 месяцев

Для определения продаж в 13 месяце мы будем использовать среднее арифметическое значение для каждого товара (тренд) и стандартное отклонение.

Прогнозируемое количество продаж в 13 месяце будет равно среднему значению плюс случайное значение в диапазоне от нуля до стандартного отклонения.

Результат вычисления среднего значения продаж по каждому товару представлен, представлен на рисунке 3.

```
[ 'Процессор: 100.5509',  
  'Материнская плата: 133.9866',  
  'Оперативная память: 109.5851',  
  'Видеокарта: 108.0338',  
  'Блок питания: 127.5518',  
  'Корпус: 128.7469',  
  'SSD: 124.9646',  
  'Монитор: 137.8705',  
  'Клавиатура: 114.4705',  
  'Мышь: 98.8273' ]
```

Рисунок 3 – Среднее значение продаж по каждому товару

Результат вычисления среднеквадратичного отклонения продаж по каждому продукту представлен на рисунке 3.

```
[ 'Процессор: 24.21225972056379',  
  'Материнская плата: 22.61357089060906',  
  'Оперативная память: 18.665019914866093',  
  'Видеокарта: 23.613521669537153',  
  'Блок питания: 19.29017904307056',  
  'Корпус: 23.89148067794575',  
  'SSD: 21.210034237511913',  
  'Монитор: 26.49121189909976',  
  'Клавиатура: 16.25823043269406',  
  'Мышь: 17.2870820430348' ]
```

Рисунок 3 - Результат вычисления среднеквадратичного отклонения продаж по каждому продукту

После получения данных о продажах за 13 месяцев оценим корректности планирования продаж, что путем проверки трех условий:

1. Продажи (обозначаемые как X_i) должны быть близки к их среднему значению. Это указывает на стабильность продаж.

2. Прогнозируемые значения (X_i) не должны быть слишком близкими к нулю. Это подтверждает адекватность выбранного периода для прогнозирования.

3. В данных не должно быть нулевых значений. Это гарантирует правильную выборку периодичности анализа данных.

Результаты проверки каждого из этих условий отображены на соответствующих графиках: первое условие - на рисунке 5, второе условие - на рисунке 6, третье условие - на рисунке 7.

	Процессор	Материнская плата	Оперативная память	Видеокарта	Блок питания	Корпус	SSD	Монитор	Клавиатура	Мышь
0	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
1	True	True	True	True	True	True	True	False	True	True
2	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
3	True	False	True	True	True	True	True	True	True	True
4	True	True	True	True	True	True	True	True	False	True
5	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
6	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
7	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
8	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
9	True	True	True	True	True	False	True	True	True	True
10	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
11	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
12	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True

```
1 condition_one.all()
```

```
Процессор      True
Материнская плата False
Оперативная память True
Видеокарта     True
Блок питания   False
Корпус         True
SSD            True
Монитор        False
Клавиатура     False
Мышь           True
```

Рисунок 5 – Проверка первого условия

```
3 condition_two = p0_np > (2 * msd_np)
4 condition_two
```

```
array([ True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,  True,
        True])
```

```
1 [f'{product.name}: {condition_value}' for product, condition_value in zip(products, condition_two)]
```

```
['Процессор: True',
 'Материнская плата: True',
 'Оперативная память: True',
 'Видеокарта: True',
 'Блок питания: True',
 'Корпус: True',
 'SSD: True',
 'Монитор: True',
 'Клавиатура: True',
 'Мышь: True']
```

Рисунок 6 – Проверка второго условия

	Процессор	Материнская плата	Оперативная память	Видеокарта	Блок питания	Корпус	SSD	Монитор	Клавиатура	Мышь
0	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
1	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
2	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
3	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
4	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
5	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
6	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
7	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
8	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
9	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
10	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
11	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True
12	True	True	True	True	True	True	True	True	True	True

1	<code>condition_three.all()</code>
Процессор	True
Материнская плата	True
Оперативная память	True
Видеокарта	True
Блок питания	True
Корпус	True
SSD	True
Монитор	True
Клавиатура	True
Мышь	True

Рисунок 7 – Проверка третьего условия

Для удобства оценки достоверности планирования, мы представим полученные результаты в единой таблице (рисунок 8), используя цветовую кодировку.

Зеленый цвет будет означать высокую достоверность ("зеленый" уровень), в то время как другие цвета могут указывать на необходимость возможной "интуитивной" или "ручной" корректировки данных.

Это будет полезно для оценки степени достоверности автоматизированного планирования продаж для различных товарных позиций комплектующих и периферии компьютеров.

Товар	Уровень достоверности	Условие 1	Условие 2	Условие 3
Процессор	Зеленый	True	True	True
Материнская плата	Желтый	False	True	True
Оперативная память	Зеленый	True	True	True
Видеокарта	Зеленый	True	True	True
Блок питания	Желтый	False	True	True
Корпус	Зеленый	True	True	True
SSD	Зеленый	True	True	True
Монитор	Желтый	False	True	True
Клавиатура	Желтый	False	True	True
Мышь	Зеленый	True	True	True

Рисунок 8 – Цветовая интерпретация полученных результатов

Как видно из рисунка 8, условие стабильности продаж не выполняются для таких товаров, как материнская плата, блоки питания, монитор и клавиатура.

Полный код лабораторной работы доступен в приложении А.

Вывод

В ходе выполнения данной лабораторной работы мною были составлены и проверены экспертные оценки достоверности планирования продаж для 10 товаров на срок 12 месяцев.

Как оказалось в результате интерпретации полученных результатов условие стабильности продаж не выполняются для товаров: материнская плата, блоки питания, монитор и клавиатура. Их уровень достоверности – желтый, в это же время для остальных товаров – зеленый.

Приложение А

Исходный код

```
#!/usr/bin/env python
# coding: utf-8

# ## Лабораторная работа №0
# ### Задание
# ##### Задать значения количества продаж по 10 товарам в течении 12 месяцев
# (помесячно) .
# ##### Для каждого из товаров спрогнозировать количество продаж на следующий,
# 13 месяц и провести анализ достоверности планирования продаж.

# In[1]:

# Модуль random используется для генерации случайных чисел и других случайных
# операций.
import random

# Модуль numpy (сокращение от "Numerical Python") предоставляет
# функциональность для эффективной работы
# с массивами и математическими операциями на ними.
import numpy as np

# Модуль pandas предназначен для работы с данными в виде таблиц и
# датафреймов. Он обеспечивает
# удобные средства для анализа и манипуляции данными.
import pandas as pd

# Модуль matplotlib.pyplot используется для создания графиков и визуализации
# данных.
# Он предоставляет множество функций для построения различных типов графиков.
import matplotlib.pyplot as plt

# Модуль warnings используется для управления предупреждениями во время
# выполнения программы.
# В данном фрагменте кода устанавливается игнорирование предупреждений типа
# FutureWarning,
# что может быть полезным, чтобы скрыть определенные сообщения о будущих
# изменениях в библиотеках.
import warnings
warnings.simplefilter(action='ignore', category=FutureWarning)

# In[2]:

class Product:
    """
    Класс Product представляет товар с указанным именем и количеством (по
    умолчанию None).

    Атрибуты:
    - name (str): Имя товара.
    - count (list или float): Количество товара в виде списка значений (если
    указано) или случайно
    сгенерированное количество в течение 12 месяцев (если count равно
    None).

    Методы:
    - __init__(self, name, count=None): Конструктор класса. Создает экземпляр
```

```

товара с заданным именем и количеством.
    Если count не указан, генерирует случайное количество.
    """
    def __init__(self, name, count=None):
        self.name = name
        if count is not None:
            self.count = count
        else:
            min_rand = random.randint(100, 150)
            delt_rand = 20
            self.count = np.random.normal(min_rand, delt_rand, 12)

    def __str__(self):
        """
        Возвращает строковое представление товара, включая его имя и
        количество за 12 месяцев.
        """
        return f'{self.name}: {[i for i in self.count]}'

    def __repr__(self):
        """
        Возвращает строковое представление товара, включая его имя и
        количество за 12 месяцев.
        """
        return f'{self.name}: {[i for i in self.count]}'

    def to_dict(self):
        """
        Преобразует товар в словарь, где ключ - имя товара, а значение -
        список количества за 12 месяцев.
        """
        return {
            self.name: self.count
        }

    def sum(self):
        """
        Возвращает общую стоимость товара за 12 месяцев.
        """
        return sum(self.count)

    def avg(self):
        """
        Возвращает среднюю цену товара за 12 месяцев.
        """
        return round(sum(self.count) / len(self.count), 4)

    def msd(self):
        """
        Возвращает среднеквадратичное отклонение (СКО) количества товара за
        12 месяцев.
        """
        avg_value = self.avg()
        upper_value = sum([(v - avg_value) ** 2 for v in self.count])
        msd_square = upper_value / (len(self.count) - 1)
        return msd_square ** 0.5

# In[3]:

# Создаем список продуктов.
products = [

```

```

    Product(name='Процессор'),
    Product(name='Материнская плата'),
    Product(name='Оперативная память'),
    Product(name='Видеокарта'),
    Product(name='Блок питания'),
    Product(name='Корпус'),
    Product(name='SSD'),
    Product(name='Монитор'),
    Product(name='Клавиатура'),
    Product(name='Мышь')
]

# Возвращаем список продуктов.
products

# In[4]:

def convert_list_products_to_dict(p_list: list):
    """
    Конвертирует лист продуктов в словарь для визуализации в датафрейме.
    """
    result = {}
    for p in p_list:
        result[p.name] = p.count
    return result

# In[5]:

df = pd.DataFrame(convert_list_products_to_dict(products))
df

# In[6]:

# Визуализируем количество продуктов на графике, отображая данные для каждого
# продукта.

for product in products:
    plt.plot([i for i in range(12)], product.count, label=product.name)

plt.legend(bbox_to_anchor=(1, 1)) # Создаем легенду для отображения названий
# продуктов.
plt.show()

# In[7]:

# Вычисляем средние значения для каждого продукта из списка products и
# сохраняем их в список p0.
p0 = [product.avg() for product in products]

# Создаем список строк, в которых каждая строка содержит имя продукта и его
# среднее значение,
# используя списки p0 и products в соответствии с итерацией через zip().
[f'{p.name}: {p_avg}' for p_avg, p in zip(p0, products)]

```

```

# In[8]:

# Вычисляем значения СКО (среднеквадратичного отклонения) для каждого
# продукта в списке products.
msd_products = [product.msd() for product in products]

# Создаем список строк, в которых каждая строка содержит имя продукта и его
# MSD значение,
# используя списки msd_products и products в соответствии с итерацией через
# zip().
[f'{product.name}: {msd_value}' for msd_value, product in zip(msd_products,
products)]

# In[9]:

# Генерируем предсказанные значения, добавляя к средним значениям p0
# случайный шум
# с нормальным распределением. Это позволяет смоделировать случайную
# изменчивость данных.
predict_values = p0 + np.random.normal(0, msd_products, len(msd_products))

predict_values

# In[10]:

# Обновляем значения 'count' для продуктов в соответствии с предсказанными
# значениями 'predict_values'.
for product, predict_value in zip(products, predict_values):
    product.count = np.append(product.count, predict_value)
products

# In[11]:

# Создаем DataFrame (таблицу) на основе словаря, полученного из списка
# продуктов 'products'
# с помощью функции 'convert_list_products_to_dict'.
df = pd.DataFrame(convert_list_products_to_dict(products))
df

# In[12]:

for product in products:
    plt.plot([i for i in range(13)], product.count, label=product.name)
plt.legend(bbox_to_anchor=(1, 1))
plt.show()

# In[13]:

# Вычисляем уровень достоверности для каждого продукта, используя отношение
# СКО к среднему значению.
reliability = [msd_value / p0_value for msd_value, p0_value in
zip(msd_products, p0)]

```

```

# Создаем список строк, в которых каждая строка содержит имя продукта и его
уровень достоверности.
[f'{product.name}: {reliability_value}' for product, reliability_value in
zip(products, reliability)]

# ##### Первое условие
# ##### Величины  $\{X_i\}$  лежат близко к своему среднему значению. Это
условие означает, что продажи стабильные
# #####  $\hat{X}_i - \hat{p}_0 < 2\hat{\sigma}$  для всех  $i$ 
# In[14]:

# Преобразуем списки p0 и msd_products в массивы NumPy для выполнения
операций с массивами.
p0_np = np.array(p0)
msd_np = np.array(msd_products)

# Создаем DataFrame 'products_df' на основе словаря, полученного из списка
продуктов 'products'.
products_df = pd.DataFrame(convert_list_products_to_dict(products))

# Вычисляем 'condition_one', сравнивая каждое значение в 'products_df' с
условием.
# Условие считается истинным, если разница между значением 'products_df' и
'p0_np' меньше 2-х раз 'msd_np'.
condition_one = products_df - p0_np < (2 * msd_np)
condition_one

# In[15]:

condition_one.all()

# ##### Второе условие
# ##### Экстраполируемые значения  $\{X_i\}$  с большей степенью достоверности
не равны 0. Это условие означает, что период для прогноза не слишком велик
# #####  $\hat{p}_0 > 2\hat{\sigma}$ 
# In[16]:

# Создаем новое условие 'condition_two', сравнивая каждое значение в 'p0_np'
с условием.
# Условие считается истинным, если значение в 'p0_np' больше чем два раза
'msd_np'.
condition_two = p0_np > (2 * msd_np)
condition_two

# In[17]:

[f'{product.name}: {condition_value}' for product, condition_value in
zip(products, condition_two)]

# ##### Третье условие
# ##### Среди  $\{X_i\}$  не встречаются нулевые значения. Это условие означает,

```

```

что периодичность анализа данных выбрана правильно
# ##### $ X_i > 0 $ для всех $ i $

# In[18]:

# Создаем список строк, в которых каждая строка содержит имя продукта и
результат 'condition_three'.
condition_three = products_df > 0
condition_three

# In[19]:

condition_three.all()

# ### Составим таблицу для визуализации достоверности планирования

# In[20]:

def get_color_by_condition(c1, c2, c3):
    """
    Функция определяет уровень достоверности на основе трех условий.

    Аргументы:
    - c1 (bool): Первое условие.
    - c2 (bool): Второе условие.
    - c3 (bool): Третье условие.

    Возвращает:
    - str: Уровень достоверности, который может быть "Зеленый", "Желтый",
    "Оранжевый" или "Красный".
    """
    if c1 and c2 and c3:
        return "Зеленый"
    elif (not c1 and c2 and c3) or (c1 and not c2 and c3):
        return "Желтый"
    elif not c1 and not c2 and c3:
        return "Оранжевый"
    else:
        return "Красный"

# In[21]:

# Создаем заголовок таблицы 'table_header' с названиями столбцов.
table_header = ["Товар", "Уровень достоверности", "Условие 1", "Условие 2",
"Условие 3"]

# Создаем пустой список 'table_data' для хранения данных, которые будут
добавлены в таблицу.
table_data = []

# Вычисляем результаты условий 'condition_one', 'condition_two' и
'condition_three'.
condition_one_result = condition_one.all()
condition_two_result = condition_two
condition_three_result = condition_three.all()

```

```

# В цикле добавляем данные о продуктах и их уровне достоверности в список
'table_data'.
for i in range(len(products)):
    table_data.append({
        "Товар": products[i].name,
        "Уровень достоверности":
get_color_by_condition(condition_one_result[i], condition_two_result[i],
condition_three_result[i]),
        "Условие 1": condition_one_result[i],
        "Условие 2": condition_two_result[i],
        "Условие 3": condition_three_result[i]
    })

# Создаем DataFrame 'table' на основе данных из 'table_data' и с заданным
заголовком 'table_header'.
table = pd.DataFrame(table_data, columns=table_header)

# Выводим полученную таблицу 'table'.
table

# In[22]:

def color_rows_by_reliability(val):
    if val == "Зеленый":
        return 'background-color: green'
    elif val == "Желтый":
        return 'background-color: yellow'
    elif val == "Оранжевый":
        return 'background-color: orange'
    elif val == "Красный":
        return 'background-color: red'
    else:
        return ''

# In[23]:

table_style = table["Уровень достоверности"].to_frame().applymap(lambda x:
color_rows_by_reliability(x))
styled_table = table.style.apply(lambda x: table_style, axis=None)
styled_table

```