



# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

к.э.н, доцент Борисова В.В.

21.12.2021

# ВВЕДЕНИЕ В ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

Лекция 2. Исследование исходных данных и методы  
прогнозирования

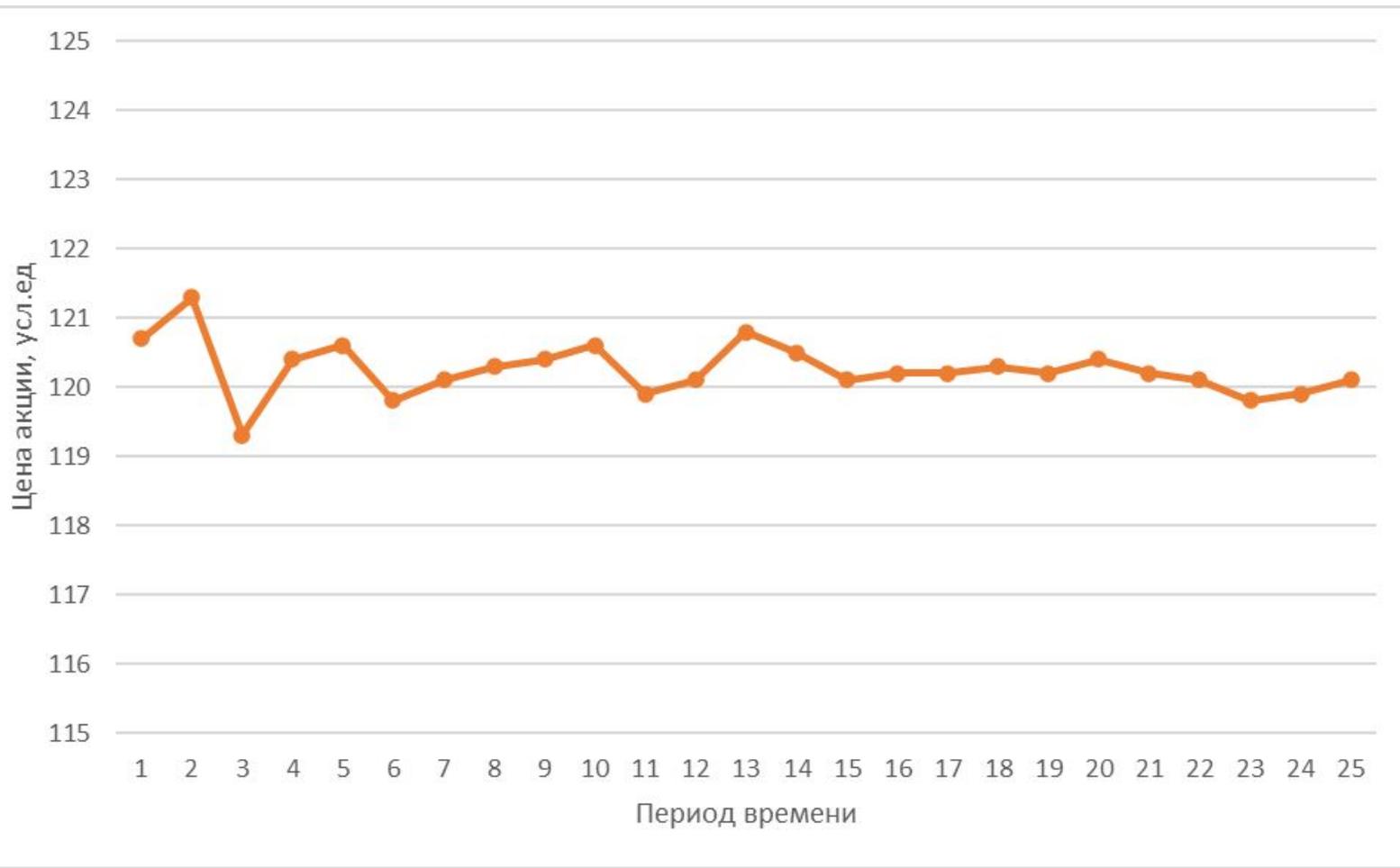
# Работа с исходным набором данных

## Оценка полезности данных

- Достоверные
- Точные
- Значимые
- Согласованные
- Собранные, через определенные интервалы времени

## Типы данных

- Кросс-секционные
- Временной ряд



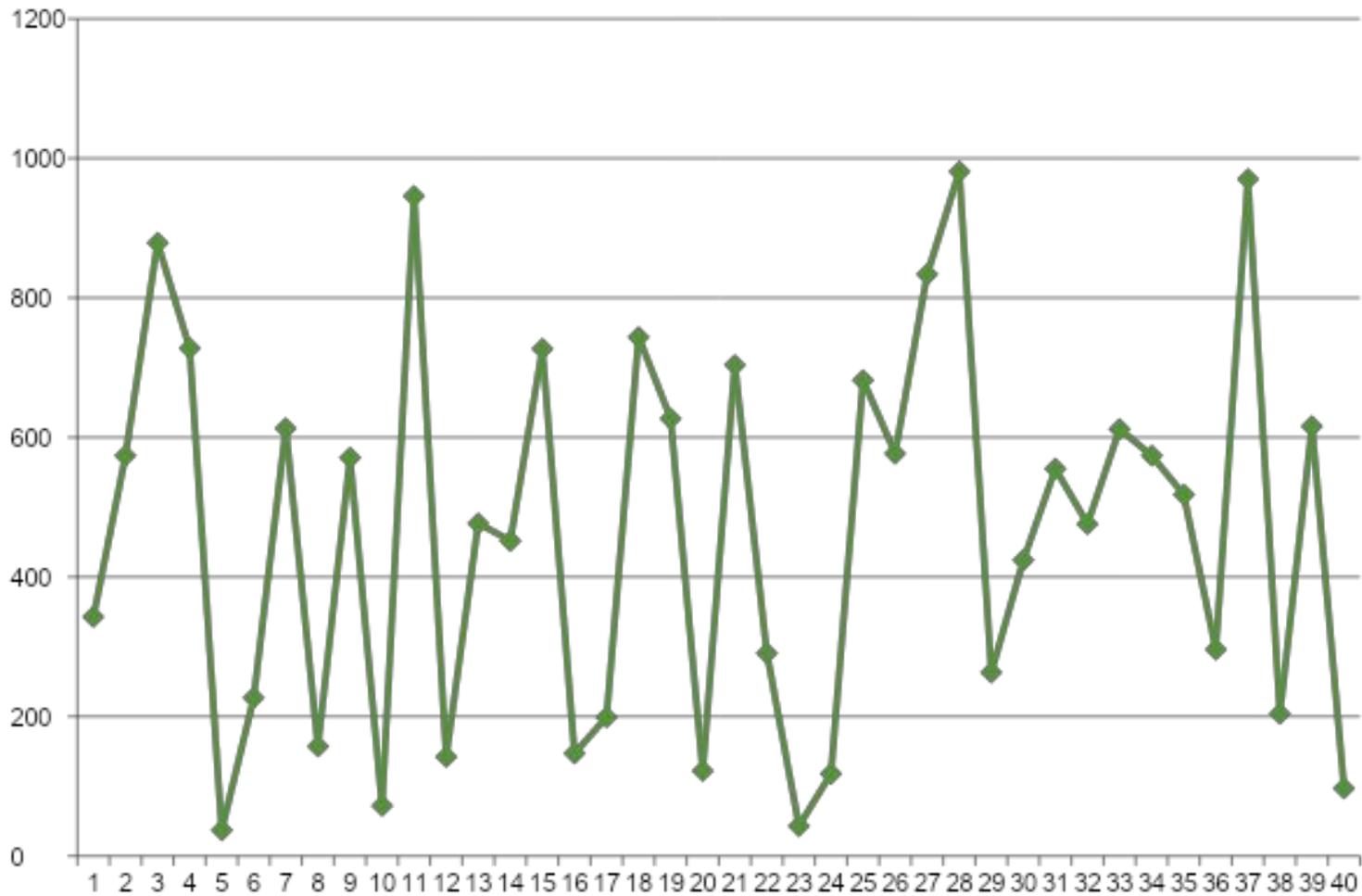
Модели  
поведения  
данных в наборе  
(временной ряд)

**Горизонтальная модель**



Модели  
поведения  
данных в наборе  
(временной ряд)

**Тренд и циклическая  
составляющая**



Модели  
поведения  
данных в наборе  
(временной ряд)

**Циклическая/ сезонная  
составляющая**

---

Наличие тренда

---

Наличие сезонной составляющей

---

Стационарность

---

Случайность

**Что мы  
анализируем в  
наборах  
данных?**

# Чем анализируем?

- ⊗ **Автокорреляция** – статистическая взаимосвязь между величиной и ее запаздыванием на один или более периодов времени
- Используется при проверке временного ряда на стационарность, случайность.
- Применяется при поиске тренда и сезонной составляющей.
- **Коэффициент автокорреляции** с запаздыванием на  $k$ -периодов

$$r_k = \frac{(n-p) \sum_{t=1}^{n-p} y_t y_{t+p} - \sum_{t=1}^{n-p} y_t \sum_{t=1}^{n-p} y_{t+p}}{\sqrt{((n-p) \sum_{t=1}^{n-p} y_t^2 - (\sum_{t=1}^{n-p} y_t)^2) \cdot ((n-p) \sum_{t=1}^{n-p} y_{t+p}^2 - (\sum_{t=1}^{n-p} y_{t+p})^2)}}$$

где  $p = 0, 1, 2 \dots n - 2$ ;  $t = 1, 2 \dots n - p$

$n$  – длина исходного ряда;  $p$  – период (порядок) смещения.

# Автокорреляционный анализ

- Вычисление коэффициентов автокорреляции порядка  $p$
- Проверка значимости коэффициентов
  - Если  $n > 50$  – по  $u$  – статистике
  - Если  $n < 50$  – по  $t$  – статистике

# Проверка значимости при $n > 50$

- Расчет  $u$ -статистики для полученного коэффициента автокорреляции порядка  $p$  осуществляется по формуле:

$$\tilde{u} = \frac{|r_k|}{1/\sqrt{N}},$$

где  $\tilde{u}$  – расчетное значение  $u$ -статистики;

$r_k$  – коэффициент автокорреляции порядка  $p$ ;

$N$  – длина смещенного ряда порядка  $p$ .

Если  $\tilde{u} > u_{\alpha/2}$ , то коэффициент автокорреляции порядка  $p$  признается статистически значимым.

Если  $\tilde{u} \leq u_{\alpha/2}$ , то коэффициент автокорреляции порядка  $p$  признается статистически не значимым.

# Проверка значимости при $n < 50$

- Расчет  $t$ -статистики для полученного коэффициента автокорреляции порядка  $p$  провести по формуле:

$$\tilde{t} = \frac{|r_k| \sqrt{k}}{\sqrt{1 - r_k^2}},$$

где  $\tilde{t}$  – расчетное значение  $t$ -статистики;

$r_k$  – коэффициент автокорреляции порядка  $p$ ;

$k = N - 2$  ( $N$  – длина смещенного ряда порядка  $p$ ).

Если  $t_{\text{расч}} > t_{\text{крит}}$ , то коэффициент корреляции признается значимым для ряда и свидетельствует о статистической существенной зависимости между переменными.

Если  $t_{\text{расч}} \leq t_{\text{крит}}$ , то коэффициент корреляции признается незначимым

# Принципы выбора метода прогнозирования

Принцип  
системности

Принцип  
природной  
специфичности

Принцип  
оптимальности  
затрат

# Метод или способ?



**Способ** - это система предписаний, рекомендаций, предостережений, последовательность операций, выполнение которых способствует достижению поставленной цели



**Метод** - инструмент познания, с помощью которого появляются новые сведения об изучаемом объекте. Конкретный метод — это не только инструмент познания или преобразования, но и специфическая форма знания о том, как в определенных условиях действовать для достижения желаемого результата

# Метод или модель?

- **Метод прогнозирования** представляет собой последовательность действий, которые нужно совершить для получения модели прогнозирования. По аналогии с кулинарией метод есть последовательность действий, согласно которой готовится блюдо — то есть делается прогноз.
- **Модель прогнозирования** есть функциональное представление, адекватно описывающее исследуемый процесс и являющееся основой для получения его будущих значений. В той же кулинарной аналогии модель есть список ингредиентов и их соотношение, необходимый для нашего блюда — прогноза.

# Многообразие методов прогнозирования

- Вызвано
  - многообразием условий, в которых функционируют объекты прогнозирования;
  - своеобразием каждого из этих объектов и значительным отличием их друг от друга.
- Эффективность применения каждого метода прогнозирования зависит от того, насколько прогнозируемый объект похож на тот, для которого метод был предложен и проверен
- Основные группы
  - Фактографические
  - Экспертные
  - Комбинированные



# Классификация методов прогнозирования

Общий взгляд

# Классификация методов прогнозирования



# Аппарат прогнозирования для стационарных данных

## Методы применяются в случаях

- Стабильности воздействий внешней среды
- Для упрощения в силу недостатка данных
- Возможности простой корректировки
- Возможности простого преобразования ряда в стабильный
- Когда ряд представляет собой множество ошибок прогноза

## Методы

- Наивные
- Простое усреднение
- Скользящие средние
- Простое экспоненциальное сглаживание
- Методы Бокса - Дженкинса

# Аппарат прогнозирования для данных, имеющих тренд

## Методы применяются в случаях

- Повышения ПТ и применения новых технологий
- Увеличения потребностей в товарах и услугах
- Влияния покупательской способности денег на общие экономические показатели
- Возрастания признания продукта (услуги) на рынке

## Методы

- Скользящие средние
- Линейное экспоненциальное сглаживание Хольта
- Простая регрессия
- Экспоненциальные модели
- Методы Бокса - Дженкинса

# Аппарат прогнозирования для данных с сезонной компонентой

## Методы применяются в случаях

- Влияния погодных условий
- Наличия годовых циклов

## Методы

- Классическое разложение
- Экспоненциальное сглаживание Винтера
- Многомерная регрессия
- Методы Бокса - Дженкинса

# Аппарат прогнозирования для данных с сезонной компонентой

## Методы применяются в случаях

- Влияния погодных условий
- Наличия годовых циклов

## Методы

- Классическое разложение
- Экспоненциальное сглаживание Винтера
- Многомерная регрессия
- Методы Бокса - Дженкинса

# Аппарат прогнозирования для циклических рядов

## Методы применяются в случаях

- Оценка влияния бизнес-цикла
- Изменения в общественных вкусах
- Изменения в народонаселениях
- Сдвиги в цикле производства продуктов потребления

## Методы

- Классическое разложение
- Экономические индикаторы
- Эконометрические модели
- Многомерная регрессия
- Методы Бокса - Дженкинса

# Другие факторы, которые надо учитывать при прогнозировании

- Временной горизонт
- Наличие ППП

# Виды ошибок прогноза

◦ Общая ошибка прогноза:

$$\varepsilon_t = y_t - \hat{y}_t$$

◦ Среднее абсолютное отклонение (MAD):

$$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|$$

◦ Среднеквадратическая ошибка (MSE):

$$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2$$

◦ Средняя абсолютная ошибка (MAPE, %)

$$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t}$$

◦ Средняя процентная ошибка (MPE, %)

$$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{(y_t - \hat{y}_t)}{y_t}$$