



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

КГЭУ

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной
аттестации студентов по итогам освоения дисциплины

Анализ временных рядов

Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль) Инженерия искусственного интеллекта

Квалификация Магистр

Форма обучения Очная

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|-------|----------------------------|-------------------------------|-----------|---|
| 1 | Созыкин Андрей Влаимирович | кандидат технических наук | доцент | Кафедра информационных технологий и систем управления, ИРИТ-РТФ, УрФУ |

Оценочные материалы оформлены в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ О ПОРЯДКЕ РАЗРАБОТКИ И УТВЕРЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ – ПРОГРАММ БАКАЛАВРИАТА, ПРОГРАММ СПЕЦИАЛИТЕТА И ПРОГРАММ МАГИСТРАТУРЫ В КГЭУ

1. Цель и задачи текущего контроля и промежуточной аттестации студентов по дисциплине «Анализ временных рядов»

Цель текущего контроля - систематическая проверка степени освоения программы дисциплины «Анализ временных рядов», уровня сформированности знаний, умений, навыков, компетенций на текущих занятиях

Задачи текущего контроля:

1. определение индивидуального учебного рейтинга студентов;
2. своевременное выполнение корректирующих действий по содержанию и организации процесса обучения; обнаружение и устранение пробелов в усвоении учебной дисциплины;
3. подготовки к промежуточной аттестации.

В течение семестра при изучении дисциплины реализуется комплексная система поэтапного оценивания уровня освоения – балльно-рейтинговая система. За каждый вид учебных действий студенты получают определенное количество баллов. В течение семестра студент может набрать до 60-ти баллов.

Цель промежуточной аттестации - проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины. Аттестация проходит в форме зачета.

Задачи промежуточной аттестации:

1. определение уровня усвоения учебной дисциплины;
2. определение уровня сформированности компетенций.

2. Основное содержание текущего контроля и промежуточной аттестации студентов

В результате изучения дисциплины «Анализ временных рядов» формируются следующие компетенции или их составляющие:

2.1. Основное содержание текущего контроля

| Коды компетенций | Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении модуля / освоения дисциплины | Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении модуля/освоения дисциплины | | |
|------------------|--|--|---|--|
| | | Базовый уровень | Продвинутый уровень | Высокий уровень |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ОПК-1 | ОПК-1.1. Составляет математические модели решения задач в профессиональной деятельности ОПК-1.2. Разрабатывает методы и алгоритмы решения задач с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний ОПК-1.3. Применяет математические, естественнонаучные и социально-экономические знания для исследования объектов и решения задач в профессиональной деятельности | Решение практического задания | Решение практического задания, написание отчета | Решение практического задания, написание отчета, ответы на вопросы |

2.2. Основное содержание промежуточной аттестации студентов

| Коды компетенций | Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении модуля / освоения дисциплины | Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении модуля/освоения дисциплины | | |
|------------------|--|--|---------------------|-----------------|
| | | Базовый уровень | Продвинутый уровень | Высокий уровень |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ОПК-3 | ОПК-1.1. Составляет математические модели решения задач в профессиональной деятельности ОПК-1.2. Разрабатывает методы и алгоритмы решения задач с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний ОПК-1.3. Применяет математические, естественнонаучные и социально-экономические знания для исследования объектов и решения задач в профессиональной деятельности | Решение теста | Решение теста | Решение теста |

3. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

| п/п | Наименование компоненты | Критерии оценки | Максимальное число баллов |
|-----|----------------------------------|--|--|
| 1 | Практические занятия - 8 занятий | выполнение задания 4 балла оформление выводов 2 балла ответы на вопросы 1,5 балла | 7,5 баллов за каждое занятие 60 баллов |
| 2 | Решение теста | раскрыты теоретические предпосылки модели 10 баллов проведено моделирование, получены оценки параметров модели 20 баллов проведена оценка пригодности модели и оценка значимости коэффициентов 10 баллов | 40 баллов |
| | | ИТОГО | 100 баллов |

Содержание практических заданий

Практическое задание 1. Автокорреляция уровней временного ряда и выявление его структуры

Исходные данные представлены на трех рабочих листах Excel. Для каждого набора данных выполнить следующие задания.

1. Считать данные из файла.
2. Построить график. Сделать предположения о структуре временного ряда.
3. Рассчитать значения автокорреляционной функции.
4. Построить коррелограмму. На основании графика и коррелограммы сделать вывод о структуре временного ряда.

В отчет

1. Зарисовать полученный график временного ряда.
2. Зарисовать коррелограмму.
3. Записать вывод.

Контрольные вопросы

1. Структура временного ряда.
2. Понятия лага и порядка коэффициента автокорреляции.
3. Понятие автокорреляционной функции и коррелограммы.
4. До какого порядка следует рассчитывать автокорреляционную функцию.
5. Связь коррелограммы и структуры временного ряда.

Практическое задание 2. Моделирование тренд-сезонных временных рядов

1. Считать данные из файла.
2. Построить график (точечный) по исходным данным.
3. Рассчитать коэффициенты автокорреляции и построить коррелограмму
4. Определить тип модели: аддитивная / мультипликативная
5. Рассчитать сезонную компоненту S .
6. Подобрать и рассчитать трендовую компоненту T .
7. Получить $Y_{расч}$.
8. Построить графики (на одном графике!) Y , $Y_{расч}$, $T_{расч}$
9. Определить R^2 .

В отчет

1. Зарисовать график исходных данных.
2. Зарисовать коррелограмму. Сделать вывод о периоде цикличности k .
3. Записать полученные значения оценки сезонности S_1, S_2, \dots, S_k .
4. Зарисовать итоговый график из п.6
5. Записать R^2 и сделать вывод о качестве модели.

Контрольные вопросы

1. Аддитивная модель
2. Мультипликативная модель.
3. Алгоритм моделирования данных.

Практическое задание 3. Модели экспоненциального сглаживания

1. Считать данные из файла.
2. Построить график (точечный) по исходным данным.
3. Рассчитать S_0 по первой половине наблюдений.
4. Рассчитать S_t – значение экспоненциальной средней в моменты времени t для значений α от 0 до 1 с шагом 0,2.
5. Рассчитать прогнозные значения в текущий момент времени на 1 шаг времени вперед y_{t+1} .
6. Построить графики расчетных данных для $\alpha=0, 0.4, 0.8, 1$. Сделать вывод.
7. Найти $SS_{ост}$ для различных значений α . Какое значение α является оптимальным?
8. Найти оптимальное значение α минимизируя $SS_{ост}$. Сравнить с п.6.

В отчет

1. Зарисовать график исходных и расчетных данных.
2. Записать выводы о влиянии параметра модели на степень фильтрации.
3. Записать оптимальное значение параметра модели.

Контрольные вопросы

1. Область применения модели экспоненциального сглаживания.
2. Метод адаптации модели экспоненциального сглаживания.
3. Влияние параметра α на степень фильтрации данных.

4. Использование экспоненциальной средней для краткосрочного прогнозирования.

Практическое задание 4. Модели линейного роста

1. Считать данные из файла.
2. Построить график (точечный) по исходным данным.
3. В качестве начальных значений a_0 и a_1 принять МНК оценки уравнения $y_t = a_0 + a_1 t$.

Модель Брауна

4. Рассчитать $a_{0,t}$ и $a_{1,t}$ в моменты времени t для значений β от 0 до 1 с шагом 0,2.
5. Рассчитать прогнозные значения в текущий момент времени на 1 шаг времени вперед $\hat{y}_\tau(t) = \hat{a}_{1,t} + \hat{a}_{2,t} \tau$ для $\tau = 1$.
6. Построить графики расчетных данных для $\beta = 0, 0.4, 0.8, 1$. Сделать вывод.
7. Найти $SS_{\text{ост}}$ для различных значений β . Какое значение β является оптимальным?
8. Найти оптимальное значение β минимизируя $SS_{\text{ост}}$. Сравнить с п.6.

Модель Хольта

9. Рассчитать $a_{0,t}$ и $a_{1,t}$ в моменты времени t для значений $\alpha_1 = \alpha_2 = 0,1$.
10. Рассчитать прогнозные значения в текущий момент времени на 1 шаг времени вперед $\hat{y}_\tau(t) = \hat{a}_{1,t} + \hat{a}_{2,t} \tau$ для $\tau = 1$.
11. Найти $SS_{\text{ост}}$.
12. Найти оптимальные значения α_1 и α_2 минимизируя $SS_{\text{ост}}$.

В отчет

1. Зарисовать график исходных и расчетных данных.
2. Записать выводы о влиянии параметров модели на степень фильтрации.
3. Записать оптимальные значения параметров модели.

Контрольные вопросы

1. Область применения моделей линейного роста.
2. Формулы расчета a_1 и a_2 в модели Брауна.
3. Влияние параметра β на степень фильтрации данных в модели Брауна.
4. Формулы расчета a_1 и a_2 в модели Хольта.

Практическое задание 5. Моделирование стационарного процесса

Смоделировать процесс белого шума

1. Сгенерировать 200 случайных значений ряда в интервале от 0 до 1.
2. Используя функцию нормального распределения, получить значения квантилей для параметров $m=0$ и $\sigma=1$. Использовать полученные значения в качестве значения ряда.
3. Рассчитать математическое ожидание и дисперсию для построенного ряда.
4. Построить график процесса.
5. Построить коррелограмму.

Смоделировать стационарный процесс с $m=2$ и $\sigma=5$

6. Сгенерировать 200 случайных значений ряда в интервале от 0 до 1.
7. Используя функцию нормального распределения, получить значения квантилей для параметров $m=2$ и $\sigma=5$. Использовать полученные значения в качестве значения ряда.
8. Рассчитать математическое ожидание и дисперсию для построенного ряда.
9. Построить график процесса. Сравнить с п. 5.
10. Построить коррелограмму.

Смоделировать стационарный процесс с $m=-2$ и $\sigma=0,2$

11. Сгенерировать 200 случайных значений ряда в интервале от 0 до 1.

12. Используя функцию нормального распределения, получить значения квантилей для параметров $m=-2$ и $\sigma=0,2$.
13. Рассчитать математическое ожидание и дисперсию для построенного ряда.
14. Построить график процесса. Сравнить с п.п. 5 и 9.

Смоделировать процесс авторегрессии с $m=0$, $\sigma=1$ и $a=0.8$

15. Смоделировать стационарный процесс с $m=0$ и $\sigma=1$.
16. Смоделировать процесс авторегрессии $y_t = a y_{t-1} + \varepsilon_t$ с $a=0.8$. Использовать полученные значения в качестве значения ряда.
17. Рассчитать математическое ожидание, дисперсию и коэффициент автокорреляции для построенного ряда.
18. Построить график процесса.
19. Построить коррелограмму.

Смоделировать процесс авторегрессии с $m=0$, $\sigma=1$ и $a=-0.8$

20. Смоделировать стационарный процесс с $m=0$ и $\sigma=1$.
21. Смоделировать процесс авторегрессии $y_t = a y_{t-1} + \varepsilon_t$ с $a=0.8$. Использовать полученные значения в качестве значения ряда.
22. Рассчитать математическое ожидание, дисперсию и коэффициент автокорреляции для построенного ряда.
23. Построить график процесса. Сравнить с п. 18.
24. Построить коррелограмму. Сравнить с п. 19.

Смоделировать процесс авторегрессии с $m=0$, $\sigma=1$ и $a=0.8$

25. Смоделировать стационарный процесс с $m=0$ и $\sigma=1$. Использовать 50 точек.
26. Смоделировать процесс авторегрессии $y_t = a y_{t-1} + \varepsilon_t$ с $a=0.8$. Задать начальное значение $Y_0=8$. Использовать полученные значения в качестве значения ряда.
27. Рассчитать математическое ожидание, дисперсию и коэффициент автокорреляции для построенного ряда.
28. Построить график процесса. Сравнить с п. 18. Каким образом начальное значение влияет на сгенерированный ряд данных?
29. Построить коррелограмму. Сравнить с п. 19.

Смоделировать процесс авторегрессии с $m=0$, $\sigma=1$ и $a=0.2$

30. Смоделировать стационарный процесс с $m=0$ и $\sigma=1$. Использовать 50 точек.
31. Смоделировать процесс авторегрессии $y_t = a y_{t-1} + \varepsilon_t$ с $a=0.2$. Задать начальное значение $Y_0=8$. Использовать полученные значения в качестве значения ряда.
32. Рассчитать математическое ожидание, дисперсию и коэффициент автокорреляции для построенного ряда.
33. Построить график процесса. Сравнить с п. 28.
34. Построить коррелограмму. Сравнить с п. 29.

В отчет (для каждого из процессов)

1. Зарисовать полученный график.
2. Зарисовать полученную коррелограмму.
3. Записать теоретические и полученные по смоделированным данным
 - математическое ожидание;
 - дисперсию;
 - коэффициенты автокорреляции;
 - стационарность/ обратимость процесса.

Контрольные вопросы

1. Понятие стохастического процесса
2. Понятие стационарного временного ряда.
3. Процесс порождения данных.
4. Модель авторегрессии первого порядка.
5. Условие стационарности для AR(1).

Практическое задание 6. Модели ARIMA

1. Считать данные из файла.
2. Построить график.
3. При необходимости убрать зависимость от времени
4. Найти мат. ожидание и дисперсию процесса.
5. Найти частные коэффициенты автокорреляции r_k^{part} .
6. Найти коэффициенты автокорреляции r_k .
7. Построить автокорреляционную и частную автокорреляционную функции.
8. Сделать предположения о порядке процесса p и q.
9. Рассчитать параметры модели
10. Провести оценку модели.
11. Подобрать оптимальную модель, изменяя p и q.
12. Записать уравнение. Построить график.

В отчет (для каждого из процессов)

1. Записать уравнения процесса для различных сочетаний p и q.
2. Для каждой модели сравнить критерии Шварца и Акайке. Сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Идентификация стационарной модели ARMA.
2. Q-статистика Лjunga – Бокса.
3. Критерий Шварца.
4. Критерий Акайке.
5. Оценивание коэффициентов модели.
6. Диагностика оцененной модели.

Практическое задание 7. Тесты на единичные корни

1. Считать данные из файла.
2. Построить график.
3. Провести тесты и определить спецификацию модели
4. Сделать выводы о типе нестационарности

Практическое задание 8. Коинтеграция временных рядов

1. Считать данные из файла.
2. Провести тесты и определить спецификацию модели
3. Определить, существует ли взаимосвязь временных рядов
4. Сделать выводы

Контрольные вопросы для коллоквиумов:

1 часть.

1. Дайте определение временного ряда;

2. Примеры задач, сводящихся к анализу временных рядов;

3. Расскажите о типах временных рядов, какие методы сведения временного ряда к аддитивной модели вы можете назвать;
 4. Расскажите о том, какие есть компоненты во временном ряду, как можно отличить сезонность от циклической части;
 5. Дайте определение шумов, какие типы шумов могут быть, почему шум *i.i.d.* имеет особое значение;
 6. Дайте определение детерминистическому и стохастическому временным рядам, приведите примеры;
 7. Дайте определения стационарности, приведите примеры стационарных в узком и широком смыслах задач, а также пример нестационарной задачи анализа временных рядов;
 8. Приведите примеры тестов временных рядов на стационарность, зачем они нужны.
 9. Приведите примеры многопараметрических временных рядов, в чем отличие экзогенных факторов и многопараметрических факторов;
 10. Расскажите об основных статистических характеристиках временных рядов;
 11. Расскажите о методах анализа остаточной части временных рядов;
 12. Расскажите о методах скользящего среднего, какие типы бывают и зачем они нужны.
 13. Назовите особенности моделей авторегрессии-скользящего среднего.
 14. Назовите условия для использования простого и сезонного дифференцирования в APCC моделях.
 15. Расскажите о разнице между моделями ARMA, ARIMA, SARIMA, SARIMAX.
 16. Назовите смысл порядков модели SARIM (p,d,q)(P,D,Q)s.
 17. Расскажите, как следует выбирать порядки моделей APCC.
 18. Назовите разницу между: AIC, BIC и RSS.
 19. Приведите примеры многомерных временных рядов и рядов с экзогенными факторами. Какие APCC модели для них можно использовать?
 20. Расскажите, что такое обобщенная адаптивная модель.
- 2 часть.
1. Расскажите какие признаки бывают у временных рядов. Приведите примеры.
 2. Ответьте на вопрос, почему и когда следует рассматривать отдельные признаки временных рядов и когда сами временные ряды.
 3. Назовите цели использования разведывательного анализа данных.

4. Назовите некоторые методы выделения признаков во временных рядах. Приведите примеры.
5. Назовите некоторые методы отбора признаков во временных рядах. Приведите примеры.
6. Назовите разницу между частотным и временным представлением временных рядов.
7. Сравните цели и особенности использования классических статистических методов и методов машинного обучения в приложениях ко временным рядам.
8. Назовите задачи и методы кластеризации временных рядов. Приведите примеры.
9. Назовите методы расчета расстояний и метрик временных рядов. Приведите примеры использования.
10. Назовите методы поиска аномалий во временных рядах. Приведите примеры.
11. Назовите особенности использования глубокого обучения в приложениях ко временным рядам.
12. Приведите примеры архитектур полносвязных нейронных сетей для анализа временных рядов.
13. Приведите примеры архитектур сверточных нейронных сетей для анализа временных рядов.
14. Приведите примеры архитектур рекуррентных нейронных сетей для анализа временных рядов.
15. Приведите примеры архитектур нейронных сетей с использованием слоев внимания для анализа временных рядов.
16. Объясните важность и смысл расширенной свертки в анализе временных рядов.
17. Объясните важность и смысл использования слоев внимания в анализе временных рядов.
18. Сравните различные подходы к глубокому обучению нейронных сетей в приложениях к анализу временных рядов. Приведите примеры.

Пример типового кейса для проведения промежуточной аттестации

1. Получить данные из файла.
2. Построить график
3. Сделать предположение о подходящей модели
4. Построить модель, получить оценки параметров модели
5. Оценить качество/пригодность модели
6. Получить расчетные
7. Сделать прогноз
8. Построить графики исходных, расчетных и прогнозных данных (все на одном графике)

Примерный вариант итогового теста:

1. Выберите **верное** определение тренда временного ряда:
 - Часть любого ряда с почти монотонным (или локально монотонным) поведением и высокой интенсивностью.
 - Часть временного ряда со сравнительно высокой частотой повторений значений.
 - Стохастическая часть ряда, которая может быть как стационарной, так и не стационарной.
2. Выберите **неверное** утверждение о модели временного ряда:
 - Редкие, но регулярные события должны быть рассмотрены как циклическая часть ряда.
 - Редкие и иррегулярные события могут быть исключены или обработаны как аномальные явления.
 - Циклическость может быть включена в тренд.
3. Выберите выражение для процесса случайного блуждания:
 - $y(t)=c/(1+\exp(-k(t-m)))$.
 - $y_n=y_{(n-1)}+\varepsilon_n$.
 - $y(t)=a \cdot t+b$.
4. Выберите определение не стационарного временного ряда:
 - Временной ряд, в котором последующие одна за другой части различаются.
 - Временной ряд, в котором среднее и дисперсия постоянны для любого сегмента ряда.
 - Временной ряд, в котором каждая часть одинаковая, независимо от того когда она выбрана.
5. Выберите выражение для автокорреляционной функции:
 - $\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} y_i$.
 - $\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (y_i - ev)^2$.
 - $\frac{1}{N} \frac{\sum_{i=0}^{N-1} (y_k - ev)(y_{i-k} - ev)}{var(y)}$.
6. Выберите выражение для метрики SMAE:
 - $\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - ev(y))^2}$.
 - $\frac{1}{N} \sum_{n=0}^N \frac{|\hat{y}_n - y_n|}{|y_n| + |\hat{y}_n|}$.
 - $\frac{1}{n} \sum_{n=0}^N |\hat{y}_n - y_n|$.
7. Выберите выражение для экспоненциального среднего:
 - $\hat{y}_n = \alpha y_n + (1 - \alpha) \hat{y}_{n-1}$.
 - $y_{ma}(n) = \frac{1}{m} \sum_{i=n-m}^n w_i y$
 - $\hat{y}_n = \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{n-i}$.
8. Выберите выражение для ARMA процесса:
 - $\hat{y}_n = \sum_{i=0}^p w_i x_i(n)$.
 - $\hat{y}_n = \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{n-i} + \sum_{i=0}^q \beta_i \varepsilon_{n-i}$.
 - $\hat{y}_n = \frac{1}{m} \sum_{i=n-m}^n w_i y_i$.
9. Выберите причину предпочтения модели ARIMA по сравнению с моделью ARMA:
 - Выбор ARIMA в случае слишком высокого порядка AR или MA в ARMA.
 - Выбор ARIMA в случае слишком зашумленных данных
 - Выбор ARIMA в случае нестационарного временного ряда.
10. Выберите причину предпочтения модели SARIMA по сравнению с моделями ARMA и ARIMA:

- Выбор SARIMA в случае высокое влияние сезонности или нестационарное сезонное поведение.
 - Выбор SARIMA в случае, когда ряд напоминает модель случайного блуждания.
 - Выбор SARIMA в случае не стационарного поведения тренда.
11. Выберите **неверное** утверждение касательно преобразования признаков временного ряда:
- Разведывательный анализ данных позволяет получить начальные предположения об особенностях поведения данных.
 - Выбор признаков может быть как с учителем, так и без учителя.
 - Выделение признаков – это задача представления данных в виде, пригодном для их последующей обработки каким-либо методом.
12. Выберите функция расстояния для кластеризации временного ряда (или его сегмента) в случае, когда у вас нет требований по совпадению временного поведения сегментов.
- Расстояние Эвклида.
 - Расстояние косинусов.
 - Расстояние с динамическим сжатием по времени (DTW).
13. Выберите **неверное** утверждение касательно определения аномального поведения:
- Использование изоляционного леса – это задача с учителем;
 - Использование автокодирующей сети — это задача полу-контролируемого обучения;
 - Использование одноклассового метода опорных векторов — это задача обучения без учителя.
14. Выберите **неверное** утверждение касательно классификации временных рядов
- Шейплет – это часть временного ряда, которая в наибольшей степени характеризует его класс.
 - Ансамблевые методы классификации (как RISE и TSF) – это комбинация определённых точечных признаков и метода случайного леса.
 - Метод NIVE-COTE как правило уступает таким методам, как классификация на основе словарей (BOSS).
15. Выберите **неверное** утверждение касательно предсказания значений временных рядов:
- Классические методы машинного обучения как правило дают наибольшую точность, но имеют высокую временную сложность.
 - Метод SARIMXA (в т.ч. ARIMA) как правило плохо обрабатывают большие объемы данных.
 - Не параметрические методы (например, Holt-Winter) позволяют достигнуть лучших показателей в случае однопеременных данных небольшого размера.
16. Выберите **неверное** утверждение касательно использования методов глубокого обучения в анализе временных рядов:
- Одномерная расширенная свертка – это наиболее популярное решение так как обеспечивает сравнительно низкую вероятность переобучения при высокой величине рецептивного поля.
 - Рекуррентные сети часто не позволяют достигать высоких результатов в силу высокой сложности их тренировки.
 - Методы нелинейной авторегрессии (NAR, NARX) показывают наилучшие результаты в задаче предсказания.