

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Андрей Драгомирович Хлутков  
Должность: директор  
Дата подписания: 15.05.2024 15:12:54  
Уникальный программный ключ:  
880f7c07c583b07b775f6604a630281b13ca9fd2

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ  
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

**Северо-западный институт управления – филиал РАНХиГС**

Кафедра бизнес-информатики  
*(наименование кафедры)*

УТВЕРЖДЕНО  
Директор СЗИУ РАНХиГС  
А.Д.Хлутков

**ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА  
«Бизнес-информатика»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
реализуемой без применения электронного (онлайн) курса**

Б1.В.ДВ.03.02 Прогнозирование временных рядов

Прогнозирование  
*(краткое наименование дисциплины)*

38.03.05 Бизнес-информатика  
*(код, наименование направления подготовки)*

«Бизнес-аналитика»  
*(профиль)*

бакалавр  
*(квалификация)*

очная  
*(форма обучения)*

Год набора – 2023

Санкт-Петербург, 2022г.

**Автор–составитель:**

Кандидат технических наук доцент кафедры бизнес-информатики Ульзетуева Дарима Дамдиновна

**Заведующий кафедрой бизнес-информатика**

д.в.н., профессор

Наумов Владимир Николаевич

В новой редакции РПД одобрена протоколом заседания кафедры бизнес-информатики № 9 от 04.07.2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Содержание и структура дисциплины .....	6
4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине .....	8
5. Оценочные материалы промежуточной аттестации по дисциплине.....	31
6. Методические материалы по освоению дисциплины.....	38
7. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	38
7.1. Основная литература.....	38
7.2. Дополнительная литература.....	40
7.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.....	40
7.4. Нормативные правовые документы.....	41
7.5. Интернет-ресурсы.....	41
7.6. Иные источники.....	41
8. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы .....	41

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы

1.1. Дисциплина «Прогнозирование временных рядов» обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Таблица 1.1

Код компетенции	Наименование компетенции	Код Компонента компетенции	Наименование компонента компетенции
ПКС -3	Способен обосновывать решения на основе оценки и анализа целевых показателей, построения и применения алгоритмических моделей	ПКС-3.1	Применяет системный подход, методы теории принятия решений, методы оптимизации при обосновании решения

**В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы:**

Таблица 1.2

ОТФ/ТФ (при наличии профстандарта)/ профессиональные действия	Код компонента компетенции	Результаты обучения
Обоснование решений D/6  Формирование возможных решений на основе разработанных для них целевых показателей D/01/6  Анализ, обоснование и выбор решения D/02.6	ПКС-3.1	<p>на уровне знаний:</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия и основные методы теории анализа данных, интеллектуальной обработки данных, машинного обучения, теории прогнозирования, эконометрики, многомерной математической статистики;</li> <li>– средства бизнес-аналитики и бизнес-моделирования, анализа и прогнозирования временных рядов и панельных данных;</li> </ul> <p>на уровне умений:</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные, осуществлять предобработку и очистку данных;</li> <li>- использовать математические и инструментальные средства для задач описания и моделирования процессов и систем, обработки, анализа и систематизации результатов исследования для принятия решений;</li> <li>- <b>разрабатывать математические модели для решения прикладных задач</b></li> </ul>

## 2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

### Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы /144 часа.

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий (далее – ДОТ).

Доступ к системе дистанционных образовательных технологий осуществляется каждым обучающимся самостоятельно с любого устройства на портале: <https://lms.ranepa.ru/>. Пароль и логин к личному кабинету / профилю предоставляется студенту в деканате.

Таблица 2

Вид работы	Трудоемкость в акад. часах ауд./ЭО, ДОТ	Трудоемкость в астрон. часах ауд./ЭО, ДОТ
<b>Общая трудоемкость</b>	108	108
<b>Контактная работа с преподавателем</b>	52	39
Лекции	24	18
Практические занятия	28	21
Лабораторные занятия		
<b>Практическая подготовка</b>	2	12
<b>Самостоятельная работа</b>	27	40,5
Контроль	27	20,25
Формы текущего контроля	О/Т/Зад/КР	
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	Экзамен	

### Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.02 «Прогнозирование временных рядов» относится к дисциплинам по выбору учебного плана по направлению «Бизнес-информатика» 38.03.05. Преподавание дисциплины «Прогнозирование временных рядов» основано на дисциплинах – Б1.О.08.05 «Теория вероятностей и математическая статистика», Б1.О.23 «Анализ данных», Б1.О.08.06 «Эконометрика», ФТД.04 «Программирование на языке Python». В свою очередь она создаёт необходимые предпосылки для освоения программ таких дисциплин, как Б1.О.22 «Анализ и моделирование бизнес-процессов». Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины, используются студентами при выполнении выпускных квалификационных работ.

**Дисциплина изучается в 6-м семестре 3-го курса.**

**Формой промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом является экзамен.**

## 3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3

№ п/п	Наименование тем	Объем дисциплины, час.					Форма текущего контроля успеваемости**, промежуточной	
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СР		
			Л	ПЗ	КС	СРО		СП

					Р		аттестаци и***
Тема 1	Общая характеристика методов и моделей прогнозирования	6	2			4	О/Т
Тема 2	Предобработка временных рядов	12	4	4		4	О/Зад/Т
Тема 3	Простые Прогнозирование временных рядов	10	2	4		4	О/Зад/Т
Тема 4.	Методы сглаживания временных рядов	12	4	4		4	О/Зад/Т
Тема 5	Сезонные составляющие. Спектральный анализ временных рядов	16	4	8		4	О/Зад
Тема 6	Модели авторегрессии и скользящего среднего	12	4	4		4	О/Зад./КР/ Т
Тема 7	Прогнозирование с помощью нейронных сетей	11	4	4		3	О/Зад
Промежуточная аттестация		27			2*	27	Экзамен
Всего (акад./астр. часы):		108/8 1	24/18	28/21	2/1,5	27/20, 25	108/8 1

*Примечания:*

Консультация к экзамену – 2 часа

Используемые сокращения:

Л – занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях, обучающимся) ;

ПЗ – практические занятия (виды занятия семинарского типа за исключением лабораторных работ) ;

КСР – индивидуальная работа обучающихся с педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях (в том числе индивидуальные консультации) ;

СР – самостоятельная работа, осуществляемая без участия педагогических работников организации и (или) лиц, привлекаемых организацией к реализации образовательных программ на иных условиях;

СП – самопроверка;

СРО – самостоятельная работа обучающегося

контрольные работы (К), опрос (О), тестирование (Т). Выполнение задания (Зад)

## Содержание дисциплины

### Тема 1. Общая характеристика методов и моделей прогнозирования

Понятие «прогнозирование». Сущность и содержание социально-экономического прогнозирования. Виды и назначение прогнозов. Принципы социально-экономического прогнозирования. Классификация методов прогнозирования. Понятие временного ряда. Модели временного ряда. Определение и типология временных рядов. Модели временных

рядов. Составляющие модели временных рядов. Основные характеристики временных рядов. Автокорреляционная функция. Ошибки прогнозирования. Коррелограммы временного ряда. Модель белого шума. Инструментальные средства построения и анализа временных рядов. Прогнозирование в IBM SPSS, R, Python. Библиотеки прогнозирования. Классические временные ряды. Средства визуализации временных рядов.

## **Тема 2. Предобработка временных рядов**

Стационарность временных рядов. Анализ стационарности с помощью коррелограмм. Модель случайного блуждания. Критерии стационарности. Критерий Льюинга-Бокса. Критерии серий. Критерий Фостера-Стюарта. Использование статистических пакетов R, Python, SPSS, Eviews, gretl при анализе стационарности временных рядов. Анализ и борьба с аномалиями. Критерии Граббса, Роснера, Диксона, Ирвина. Анализ пропусков. Борьба с пропусками. Интерполяция и аппроксимация. Интерполяция с помощью полиномов Лагранжа, Ньютона, канонического полинома. Линейная интерполяция. Сплайн-интерполяция.

## **Тема 3. Простые Прогнозирование временных рядов**

Особенности простых методов прогнозирования. Метод двух точек. Метод групповых средних точек. Прогнозирование на основе показателей динамики. Базисные и цепные показатели. Экстраполяция на основе показателей динамики. Прогнозирование на основе кривых роста. Решение задач прогнозирования с помощью метода регрессионного анализа. Регрессионная модель. Классический метод наименьших квадратов. Использование статистических языков R, Python IBM SPSS при построении регрессионных моделей.

## **Тема 4. Методы сглаживания временных рядов**

Понятие «сглаживание». Методы сглаживания. Линейные фильтры. Метод скользящего среднего. Взвешенное сглаживание. Примеры моделей сглаживания. Адаптивные методы сглаживания. Сглаживание при наличии тренда. Экспоненциальное сглаживание. Метод Брауна-Майера. Метод Хольта. Метод ETS. Особенности методов краткосрочного прогнозирования. Метод сглаживания ошибок Тригга. Метод Тригга-Лича. Метод Чоу.

Использование статистических пакетов Statistica (SPSS, Eviews) при сглаживании временных рядов. Сглаживание уровней ряда в Excel.

## **Тема 5. Сезонные составляющие. Спектральный анализ временных рядов**

Сезонные и циклические составляющие временного ряда. Фильтр Хольта-Винтерса. Выделение сезонной составляющей. Методы трендсезонной составляющей. SENSUS I, II. Тренд-циклическая составляющая. Выделение сезонной составляющей. Использование ряда Фурье при выявлении сезонной составляющей. Спектральный анализ. Спектральное окно. Использование фиктивных переменных при наличии сезонной составляющей.

## **Тема 6. Модели авторегрессии и скользящего среднего.**

Модели авторегрессии порядка  $p$ , скользящего среднего порядка  $q$ . Модель  $AR(1)$ . Свойства модели. Модель  $AR(p)$ . Модели скользящего среднего  $CC(1)$ ,  $CC(q)$ . Модели  $ARCC$  ( $ARMA$ ). Модель авторегрессии - проинтегрированного скользящего среднего ( $ARIPCC$  ( $p, q, k$ ) – модель. Нестационарные ряды. Процесс, стационарный относительно детерминированного тренда. Стохастический тренд.  $TS$  и  $DS$  ряды. Модели  $ARIMA$ . Критерии Дики-Фуллера. Развитие и иллюстрация теста Дики-Фуллера и расширенного теста Дики-Фуллера на наличие единичного корня. Понятие о тесте Филиппса-Перрона. Понятие о тесте Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin (KPSS, 1992) на стационарность.

Использование статистических пакетов Statistica (SPSS, Eviews) при построении моделей временных рядов, сглаживании и выравнивании временных рядов. Панельные данные. Коинтеграция временных рядов. Ложная регрессия. Динамические модели. ADL-модели.

### **Тема 7. Прогнозирование с помощью нейронных сетей**

Понятие тензора. Представление временного ряда с помощью тензоров. Общая характеристика keras. Keras, TensorFlow, Theano, CNTK. Фреймворк TensorBoard. Визуализация обучения с помощью TensorBoard. Машинное обучение в анализе временных рядов. Нейронные сети и глубокое обучение. Глубокое обучение для последовательностей. Рекуррентные нейронные сети. Генерация и выбор признаков для временных рядов. Производительность моделей временных рядов. Практические приложения. Медицинские приложения. Временные ряды в государственном управлении.

## **4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся**

### **4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости обучающихся**

**4.1.1. В ходе реализации дисциплины «Прогнозирование временных рядов» используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:**

Таблица 4.1

Тема (раздел)	Формы (методы) текущего контроля успеваемости
Тема 1. Общая характеристика методов и моделей прогнозирования	О/Т
Тема 2. Предобработка временных рядов	О/Зад/Т
Тема 3. Простые Прогнозирование временных рядов	О/Зад/Т
Тема 4. Методы сглаживания временных рядов	О/Зад/Т
Тема 5. Сезонные составляющие. Спектральный анализ временных рядов	О/Зад
Тема 6. Модели авторегрессии и скользящего среднего	О/Зад/Т/КР
Тема 7. Прогнозирование с помощью нейронных сетей	О/Зад

### **4.2. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся.**

#### **Типовые оценочные материалы по теме 1**

##### **Типовые вопросы для опроса по теме 1**

- 1. В чем заключается суть таких понятий, как «научное предвидение», «предсказание», «прогноз»?**
- 2. Какова роль прогнозирования при управлении социально-экономической системой? Приведите примеры**
- 3. Что понимается под интервалом упреждения?**
- 4. Приведите примеры классификация объектов прогнозирования.**
- 5. Что включает понятие «прогнозирующей системы»?**
- 6. Какие основные принципы прогнозирующей системы?**



7. Дайте определение временного ряда.
8. Приведите примеры классификации временных рядов.
9. Из каких компонентов состоит модель временного ряда? Приведите примеры временных рядов, содержащих тренд, и циклическую составляющую.
10. Приведите примеры аддитивной и мультипликативной моделей временного ряда.
11. Дайте характеристику случайной составляющей ряда. Приведите примеры моделей случайной составляющей.
12. Назовите основные характеристики временного ряда.

### Тест

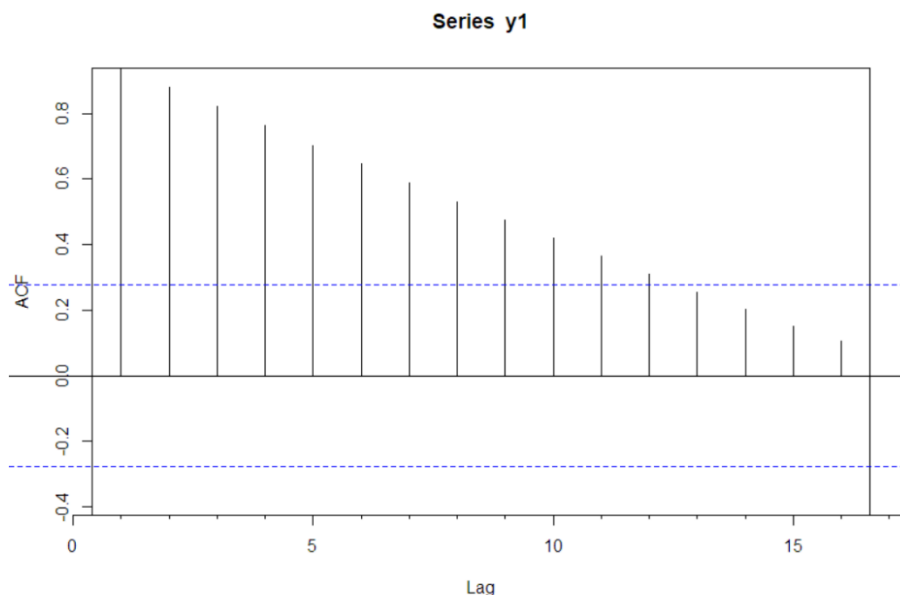
1. Информационные критерии. Что можно оценить с помощью информационного критерия Акайке?

1. стационарность
2. нестационарность
3. качество модели
4. ошибки аппроксимации модели
5. наличие аномалий

2. Компоненты модели временного ряда. Какие компоненты могут содержать модель временного ряда?

1. Тренд
2. случайная составляющая
3. сезонная составляющая
4. циклическая составляющая
5. аномальные компоненты
6. временная компонента
7. гармоника

3. Коррелограмма



Выберите модель временного ряда, коррелограмма для которого приведена выше

1.  $t \leftarrow c(1:50)$   
 $y1 \leftarrow -17.6 + 3.4 * t + rnorm(50, 0, 1.5)$
2.  $t \leftarrow c(1:50)$   
 $y1 \leftarrow -17.6 - 0.2 * \log(t) + rnorm(50, 0, 1.5)$
3.  $t \leftarrow c(1:50)$

```
y1<-17.6-runif(50,0,2)
```

4. **t<-c(1:50)**

```
y1<-17.6-rnorm(50,0,2)+runif(50,0,2)
```

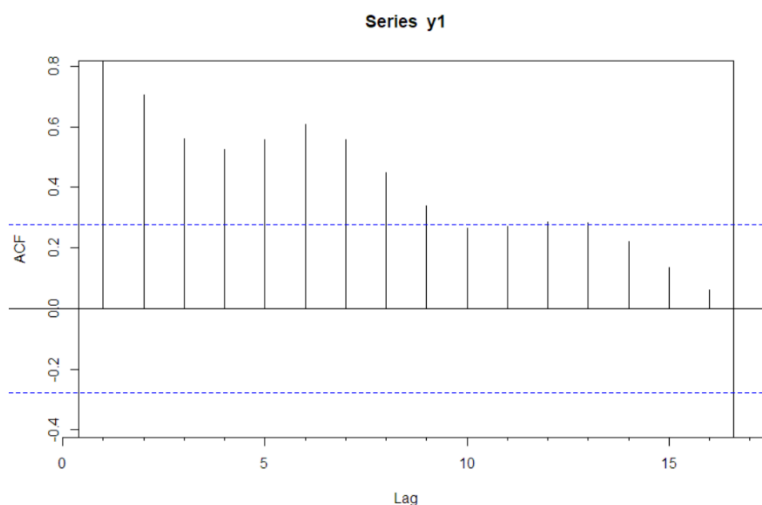
5. **t<-c(1:50)**

```
y1<-17.6-sin(1:50)+runif(50,0,2)
```

6. **t<-c(1:50)**

```
y1<-17.6+3.4*t+rnorm(50,0,1.5)
```

4. Коррелограмма. Какими свойствами обладает модель временного ряда, если ее коррелограмма автокорреляционной функции имеет вид



1. наличие тренда
2. наличие сезонной составляющей
3. стационарностью
4. отсутствие тренда
5. эргодичностью

5. Отличия временных рядов от пространственных выборок. Выберите свойства, отличающие временные ряды от пространственной выборки

1. во временном ряду существенен порядок наблюдений, а в выборке не существен
2. уровни временного ряда измеряются в количественной шкале, а в пространственной выборке в любой шкале
3. члены временного ряда и наблюдения выборки независимы
4. члены временного ряда в общем случае статистически зависимы, а наблюдения независимы
5. члены временного ряда не являются одинаково распределенными, а наблюдения одинаково распределены
6. наблюдения выборки могут быть оценены с помощью статистических характеристик, а во временном ряду таких характеристик нет

6. Ошибка прогноза. Ошибка прогноза вычисляется по формуле

$$\sum |e_j|/N$$

где  $e_j$  - ошибка  $j$ -го наблюдения. Как называется данная ошибка?

1. MAE

2. MAPE
3. RSME
4. MASE
5. MPE

7. Ошибки прогноза. Ошибка прогноза вычисляется по формуле  $\sum e_j^2/N$

где  $e_j$  - ошибка  $j$ -го наблюдения. Как называется данная ошибка?

1. MAE
2. MSE
3. SSE
4. MAPE
5. MASE
6. RMSE

8. Планирование и прогнозирование. Чем отличается планирование от прогнозирования? Какими свойствами обладает планирование в отличие от прогнозирования?

1. носит директивный характер
2. имеет больший срок
3. имеет ресурсную обеспеченность
4. носит вероятностный характер
5. предусматривает несколько вариантов

9. Прогнозирование. Выберите свойства, которыми должно удовлетворять прогнозирование

1. вероятностный характер прогноза
2. носит характер исследования
3. горизонт прогноза не может быть больше периода ретроспекции
4. ошибки прогноза не могут быть больше 50%
5. обязательны несколько вариантов прогноза

10. модель временного ряда. Скрипт для синтеза уровней временного ряда имеет вид  $y_1 <- -17.6 + 3.4 * t + rnorm(50, 0, 1.5)$

$y\_ts1 <- ts(y_1, frequency = 12, start = c(2011, 1))$

Чему равен размер временного ряда?

11. Автокорреляционная функция

Укажите, какими свойствами обладает автокорреляционная функция

1. Для лага, равного нулю функция равна единице
2. Для лага, равного бесконечности функция равна нулю
3. Значения функции для лага, равного единице значительно отличаются от нуля
4. функция четная
5. функция нечетная

## Типовые оценочные материалы по теме 2

### Типовые вопросы для опроса по теме 2

1. Дайте определение стационарного временного ряда. Что понимается под стационарностью в узком и широком смысле?
2. Определите автокорреляционную и частную автокорреляционную функции.
3. Приведите примеры коррелограмм и анализа стационарности временного ряда с их помощью.
4. Назовите критерии проверки стационарности временного ряда.

5. Как применяется критерий Льюинга-Бокса при проверке стационарности временного ряда?
6. Что такое модель случайного блуждания. Как прогнозируются уровни временного ряда с ее помощью?
7. Назовите способы борьбы с пропусками наблюдений.
8. Как определить и бороться с аномалиями? Какие статистические критерии при этом используются?

**Задания по теме 2.**

**Задание 1. Стационарный временной ряд. Модели временных рядов.**

Дана модель временного ряда.

$$y_t = 12,3 - 3t + 2 \cos \frac{2\pi}{T} t - 3 \sin \frac{2\pi}{T} t + \varepsilon_t;$$

$$\varepsilon_t \rightarrow N(0,3);$$

**Синтезировать ряд по заданной модели.**

**Проверить стационарность временного ряда по статистическим критериям**

t	y(t)
1	25,17
2	25,14
3	23,55
4	25,74
5	24,66
6	25,57
7	24,00
8	24,01
9	24,27
10	23,16
11	24,53
12	25,54
13	24,79
14	24,66
15	25,55
16	24,33
17	26,44
18	24,99
19	23,36
20	27,27

**Тест**

1. Критерии обнаружения выбросов

Укажите, какие критерии используются для выявления аномалий?

1. Критерий Граббса
2. Критерий Роснера
3. Критерий KPSS
4. Критерий Диксона
5. Критерий Бокса-Пирса

2. Критерий KPSS

Критерий KPSS предназначен для...

1. проверки нулевой гипотезы о том, что временной ряд не является TS-стационарным рядом
2. проверки нулевой гипотезы о том, что временной ряд является TS-стационарным рядом
3. проверки нулевой гипотезы о том, что временной ряд не является DS-стационарным рядом
4. проверки единичной гипотезы о том, что временной ряд не является DS-стационарным рядом
5. проверки нулевой гипотезы о том, что временной ряд не является TS и DS-стационарным рядом

### Типовые оценочные материалы по теме 3

#### Типовые вопросы для опроса по теме 3

1. В чем особенности простых методов прогнозирования?
2. Какие недостатки методов простой экстраполяции?
3. Как осуществляется прогнозирование на основе метода двух крайних точек, метода средних групповых точек? Сравните данные методы. Укажите их достоинства и недостатки.
4. Назовите показатели динамики. Как находятся средние показателей динамики?
5. Как использовать методы регрессионного анализа при решении задач прогнозирования?
6. Какие проблемы возникают при решении задачи прогнозирования с помощью методов регрессионного анализа?
7. Как использовать методы регрессионного анализа при решении задач прогнозирования?
8. Какие проблемы возникают при решении задачи прогнозирования с помощью методов регрессионного анализа?
9. Назовите особенности регрессионной модели прогнозирования.
10. Приведите примеры возможности использования регрессионных моделей в экономике.
11. Дайте общую характеристику метода наименьших квадратов.
12. Какие ограничения и допущения принимаются при использовании метода наименьших квадратов для оценки коэффициентов уравнения регрессии?
13. Как интерпретируются параметры простой линейной модели прогнозирования?

#### Задания по теме 3.

##### Задание 1.

Построить линейные модели динамики методами двух крайних и двух средних точек для временного ряда

45	48	50	47	51	53	54	54	59	40
46	43	43	40	39	35	35	36	35	33
29	28	25	27	25	22	9	7	23	22
17	21	24	14	19	29	26	25	24	25

##### Тест

1. Абсолютный прирост

Временной ряд задан последовательностью  
 $y_t = c(9, 12, 16, 21, 22, 25, 28, 29, 33)$   
 Чему равен средний абсолютный прирост?

2. Интерполяционный полином  
 Заданы значения уровней временного ряда

t	1	2	4
y	4	6	9

полином какого порядка будет интерполировать данные точки?

3. Интерполяция  
 Заданы значения уровней временного ряда

t	0	2	4
y	4	6	10

Чему равно аппроксимированное значение функции для момента времени равного 3 при использовании интерполяционного полинома?

4. Канонический полином  
 Заданы значения уровней временного ряда

t	0	2	4
y	4	6	9

Чему равен коэффициент при  $t^2$ ?

5. Коэффициент роста  
 Временной ряд задан последовательностью  
 $y_t = c(9, 12, 16, 21, 22, 25, 28, 29, 33)$

Чему равен средний коэффициент роста? Ответ округлить с точностью до двух знаков после запятой

6. Кривые роста  
 Временной ряд задан таблицей

$t_i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$y_i$	39	49	48	42	28	24	22	20	16

Используя метод двух крайних точек определить прогнозируемое значение уровня временного ряда на один шаг.

Используя линейное уравнение кривой роста, которые определяются с помощью классического метода наименьших квадратов, найти прогнозируемое значение уровня временного ряда на один шаг. Значение округлить с точностью до двух знаков после запятой

7. Метод двух крайних точек  
 Временной ряд задан таблицей

$t_i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$y_i$	40	50	48	42	28	24	22	20	16

Используя метод двух крайних точек определить прогнозируемое значение уровня

временного ряда на один шаг

8. Прогнозирование с помощью абсолютного прироста

Временной ряд задан последовательностью

$y < -c(9, 12, 16, 21, 22, 25, 28, 29, 33)$

Чему равно прогнозируемое значение уровня временного ряда при прогнозе на два шага, если для этого используется средний абсолютный прирост?

9. Прогнозирование с помощью коэффициента прироста

Временной ряд задан последовательностью

$y < -c(9, 12, 16, 21, 22, 25, 28, 29, 33)$

Чему равно прогнозируемое значение уровня временного ряда, если использовать средний коэффициент роста? При расчете использовать значение коэффициента роста, округленное с точностью до двух знаков после запятой. Ответ округлить до целых.

#### Типовые оценочные материалы по теме 4

Типовые вопросы для опроса по теме 4

1. Что такое «сглаживание»? Его цели.
2. Что такое фильтр? Модель фильтра.
3. Метод скользящего среднего. Достоинства и недостатки метода скользящего среднего.
4. Что будет с результатами сглаживания, увеличить размер окна сглаживания?
5. Для чего используются взвешенные методы сглаживания?
6. В каких случаях используют методы адаптивного сглаживания?
7. Как оценить качество сглаживания?
8. Метод экспоненциального сглаживания. От чего зависит выбор параметра фильтра при экспоненциальном сглаживании?
9. Назовите варианты моделей ETS

Задания по теме 4.

**Задание 1.** Сглаживание временных рядов. Пример задачи. Выполнить сглаживание временного ряда методом скользящего среднего для окна равного трем, пяти, семи.

Дата	Золотовалютные резервы
0	182,2
7	182,3
14	184,6
21	185,2
28	188,2
35	188,5
42	194,2
49	195,4
56	195,6
63	197,9
70	201,7
77	204,1
84	204,4
91	205,9
98	208,1
105	212

112	217,1
119	225,7
126	231,1
133	236,1
140	236,7
147	243,3
154	247
161	247,9
168	246
175	247,2
182	250,6
189	253,2
196	255,7
203	262,9
210	265,6
217	266,9
224	277
231	275
238	258,5
245	260,4
252	260,7
259	259
266	261
273	266,6
280	267,9
287	266,5
294	267,3
301	269,1
308	274,2
315	277
322	278,9
329	283,4
336	290,1
343	293,8
350	295,8
357	299,2
364	303
371	303,9
378	301,7
385	302,7
392	303,8
399	304,6
406	309,5
413	311,2
420	311,1
427	315,3
434	317,3



441	321,7
448	332,6
455	338,7
462	346,3
469	356,6
476	361,2
483	369
490	372,1
497	386,3
504	394,3
511	402,2
518	403,6
525	406,5
532	405
539	406,6
546	406
553	408,4
560	411,2
567	413,1
574	417,3
581	416,8
588	420,2
595	414,7
602	413,8
609	416
616	417,1
623	420,9
630	422,5
637	425,1
644	424,8
651	434

Оценить качество сглаживания. Выполнить медианное сглаживание

### Тест

1. (- выберите один вариант ответа)

Тенденция временного ряда характеризует совокупность факторов, ...

1. оказывающих сезонное воздействие
2. не оказывающих влияние на уровень ряда
3. оказывающих единовременное влияние
4. оказывающих долговременное влияние и формирующих общую динамику изучаемого показателя

2. (- выберите один вариант ответа)

Под автокорреляцией уровней временного ряда подразумевается \_\_\_\_\_ зависимость между последовательными уровнями ряда:

1. детерминированная
2. корреляционно-функциональная
3. корреляционная
4. функциональная

3. выберите несколько вариантов ответа)

Компонентами временного ряда являются:

1. коэффициент автокорреляции
2. лаг
3. тренд
4. циклическая (сезонная) компонента

4. В стационарном временном ряде трендовая компонента ...

1. имеет линейную зависимость от времени
2. имеет нелинейную зависимость от времени
3. отсутствует
4. присутствует

5.. Период ряда. ежемесячные данные по рождаемости в г. Нью-Йорк, собранные в период с января 1946 г. по декабрь 1959 г. представлены в виде временного ряда.

Пример заимствован из электронной книги A Little Book of R for Time Series и исходные данные можно загрузить с сайта проф. Роба Хиндмана (Rob J. Hyndman)

Скрипт для работы с ним имеет вид:

```
births <- scan("http://robjhyndman.com/tsdldata/data/nybirths.dat")
birthstimeseries <- ts(births, frequency=12, start=c(1946,1))
birthstimeseries
head(birthstimeseries)
```

Чему равен период сезонной составляющей временного ряда? Ответ дать числом

6. Параметр фильтра

Укажите какой параметр используется в фильтре простого экспоненциального сглаживания

1. размер окна
2. альфа
3. бета
4. гамма
5. пси

7. Простое экспоненциальное сглаживание

Какими свойствами обладает фильтр простого экспоненциального сглаживания?

1. Временной ряд считается стационарным. Тренд отсутствует
2. При определении сглаженного значения учитываются все предыдущие уровни временного ряда
3. Вес каждого предыдущего значения уровня временного ряда меньше на величину  $\alpha(1-\alpha)$
4. Вес каждого предыдущего значения уровня временного ряда меньше на величину  $\alpha$
5. Прогнозируемое значение уровня временного ряда зависит от параметра фильтра

8. Фильтр Брауна-Майера

Сколько уравнений задают поведение фильтра экспоненциального сглаживания Брауна-Майера, если сглаживаемый фильтр содержит кубический полиномиальный тренд?

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4
5. 5

9. Фильтр скользящего среднего

Какими свойствами обладает фильтр простого скользящего среднего?

1. сглаживание производится на центр окна сглаживания

2. каждое наблюдение имеет постоянный вес
3. все наблюдения зависят от его положения в окне фильтра
4. фильтр не позволяет вычислить значения для первых и последних значений временного ряда
5. сглаживание производится на правый край фильтра

10. Аддитивная модель сглаживания

Ряд задан последовательностью  $y \leftarrow c(10,12,11,13,14,13,17,16,19,19,22, 24)$ . Чему равно прогнозируемое значение уровня временного ряда на один шаг прогноза? При решении задачи прогнозирования использовать функцию `ets`. Использовать модель с аддитивным трендом и аддитивной моделью случайной составляющей. Ответ округлить с точностью одного знака после запятой

11. Дисперсия фильтра

Дисперсия стационарного временного ряда равна 20. Чему равна дисперсия сглаженного ряда в при использовании простого экспоненциального сглаживания, если его параметр равен 0,33? Ответ дать с точностью до целых

12. Прогнозирование. Ряд задан последовательностью  $y \leftarrow c(10,12,11,13,14,13,17,16,19,19,22, 24)$ . Чему равно прогнозируемое значение уровня временного ряда на один шаг прогноза? При решении задачи прогнозирования использовать функцию `ets`. Вид модели не указывать. Ответ округлить с точностью одного знака после запятой

13. Фильтр взвешенного скользящего среднего WMA

Найти сглаженное значение фильтра WMA. если размер окна сглаживания равен 5, а значения ряда приведены в таблице

t	1	2	3	4	5
y	9	8	5	8	6

Сглаживание выполнить на правый край

Формула фильтра имеют вид

$$s = \frac{\sum(w_i * y_i)}{\sum(w_i)}$$

14. Фильтр сглаживания Хольта-Винтерса

Ряд задан последовательностью  $y \leftarrow c(10,12,11,13,14,13,17,16,19,19,22, 24)$ .

Решена задача фильтрации с помощью метода Хольта-Винтерса. Задачу решить в RStudio.

При ее решении вид модели не задавать. Чему равно значение информационного критерия Акайке. Ответ дать с точностью одного знака после запятой

## Типовые оценочные материалы по теме 5

1. Какими параметрами можно характеризовать стационарный периодический временной ряд?
2. Как выглядит модель периодического временного ряда, содержащего две гармоники, если она представлена с помощью тригонометрического ряда Фурье?
3. Как подтверждается наличие колебательного процесса во временном ряде?
4. Как выявить гармоническую составляющую с помощью коррелограммы, периодограммы и спектрограммы?
5. Для чего используется спектральное окно? Назовите виды спектральных окон. Чем они отличаются друг от друга?

### 6. Сравните аддитивную и мультипликативную сезонные

### составляющие временного ряда.

#### Задания по теме 5.

**Задание 1.** Сезонные составляющие временного ряда. Пример задачи. Построить модель временного ряда с учетом сезонной составляющей.

квартал	y
1	5,40
2	3,54
3	4,49
4	7,15
5	9,40
6	10,97
7	1,13
8	5,13
9	11,19
10	7,63
11	5,82
12	4,52
13	7,31
14	9,84
15	5,85
16	3,36

#### Типовые оценочные материалы по теме 6

##### Типовые вопросы для опроса по теме 6

1. Что представляют авторегрессионные модели? Какова их сущность и возможности применения при прогнозировании различных социально-экономических процессов?
2. Дайте характеристику  $AR(1)$  моделей. Назовите условия стационарности для таких моделей. Как проверяется стационарность таких моделей?
3. Дайте характеристику  $AR(2)$  моделей. Сформулируйте условия стационарности таких моделей. Как оцениваются параметры модели  $AR(2)$ ?
4. В чем суть моделей скользящего среднего? Какова сфера их применения? Дайте характеристику моделей  $CC(k)$ .

##### Задания по теме 6.

**Задание 1.** Модели ARIMA. Пример задачи.

Построить модель ARIMA для временного ряда

Date	Electricity
01.01.1993	126,5
01.02.1993	119,4
01.03.1993	114,2
01.04.1993	100
01.05.1993	80,8
01.06.1993	89,1
01.07.1993	96,1
01.08.1993	104,4

01.09.1993	114,1
01.10.1993	133
01.11.1993	123,1
01.12.1993	145
01.01.1994	138,7
01.02.1994	135,5
01.03.1994	133,8
01.04.1994	130,5
01.05.1994	104,8
01.06.1994	111,8
01.07.1994	112,6
01.08.1994	134,2
01.09.1994	137,9
01.10.1994	133,6
01.11.1994	131,1
01.12.1994	147,3
01.01.1995	133,6
01.02.1995	133,4
01.03.1995	131,6
01.04.1995	119
01.05.1995	91,9
01.06.1995	108,3
01.07.1995	169,9
01.08.1995	188,2
01.09.1995	190,4
01.10.1995	194,1
01.11.1995	156,5
01.12.1995	178,7

Выбрать параметры временного ряда

**Контрольная работа по теме 6.**  
**Дан временной ряд**

Год	Уровень ряда
1	3,5
2	7
3	12,5
4	5
5	7,5
6	5
7	9,5
8	11
9	5,5
10	10
11	7,5
12	15
13	12,5
14	10

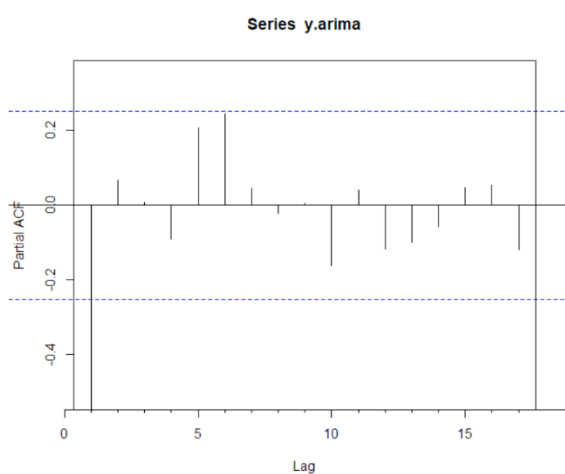
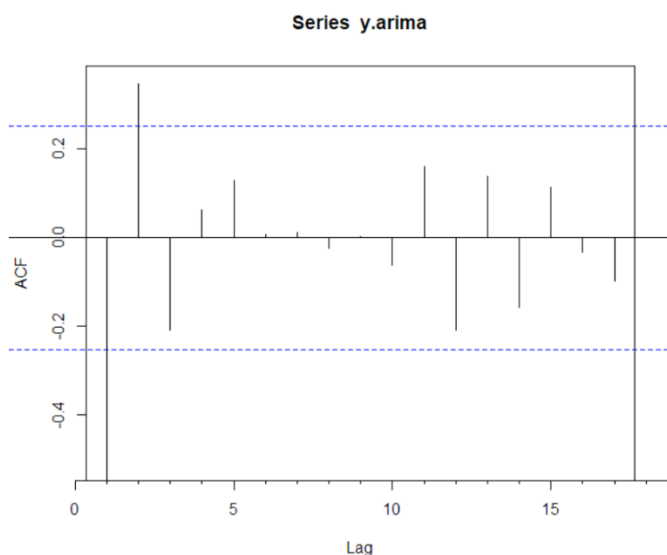
15	7,5
16	12
17	15,5
18	20
19	8,5
20	12
21	12,5
22	16
23	20,5
24	15
25	17,5
26	15
27	20,5
28	24
29	15,5
30	17
31	14,5
32	23
33	26,5
34	20
35	19,5
36	21
37	27,5
38	29
39	19,5
40	25
41	19,5
42	31

1. Исследовать стационарность временного ряда по статистическим критериям
2. Выполнить сглаживание скользящим средним
3. Выполнить экспоненциальное сглаживание с учетом тренда
4. Выявить аддитивную сезонную составляющую при числе сезонов, равном 4
5. Построить модель тренда+ сезонной составляющей. Оценить ошибку аппроксимации
6. Построить модель ARIMA(1,1,0)

### Тест

#### 1. Модели ARIMA

Коррелограммы автокорреляционной и частной автокорреляционной функции имеют вид:



2. Укажите, к какому какой моделью описывается временной ряд

- **ARIMA(1,0,0)**
- **ARIMA(1,1,0)**
- **ARIMA(0,0,1)**
- **ARIMA(2,0,0)**
- **ARIMA(1,0,1)**

3. Модель SARIMA

Временной ряд задан с помощью функций

```
y<-c(8,8.2,6,6.7,9.1,9.6,7.5,7.6,11,11.8,9.1,9.9,12.8,13,9.6,9.8)
```

```
y.ts<-ts(y,frequency = 4)
```

Определить вид модели, которая будет определена при автоматическом выборе функции

- **ARIMA(1,0,0)(0,1,0)[4]**
- **ARIMA(1,0,0)(0,1,0)[12]**
- **ARIMA(1,1,0)**
- **ARIMA(1,0,0)(0,0,1)[4]**
- **ARIMA(1,1,0)(0,1,0)[4]**

4. Одиночный корень

С помощью какого критерия анализируется проблема единичного корня?

- **Критерия Дики-Фуллера**
- **Критерия Льюинга-Бокса**
- **Критерия KPSS**
- **Критерия Хольта**

- **Критерия Краскалла**

5. Синтез временных рядов

Временной ряд синтезирован с помощью предложения

$t \leftarrow c(1:100)$

$y_3 \leftarrow -4 + 0.3 * t + \text{arima.sim}(n=100, \text{list}(ma=-0.7, ar1=0.7, ar2=0.3))$

Выполнить проверку данного ряда на единичные корни по критерию Дики-Фуллера. Определить наблюдаемое значение критерия Дики-Фуллера и критерия KPSS. Значения критериев определить до целого.

- **ADF=-7; kpss=2**
- **ADF=-1; KPSS=3**
- **ADF=0.2; KPSS=1**

6. Коэффициент автокорреляции. Модель временного ряда имеет вид  $y_t = 0,7y_{t-1} + \epsilon_t$

Чему равен коэффициент автокорреляции первого порядка. Ответ дать с точностью до одного знака после запятой

7. Прогнозирование ARIMA

Временной ряд задан последовательностью значений его уровней

$y \leftarrow c(6,7,7,8,9,8,10,9,11,10,12)$

Выполните прогнозирование уровня временного ряда на один шаг с помощью модели ARIMA(1,1,0). Ответ дать с точностью до целого значения

8. Характеристические корни

Чему равен характеристический корень модели, если она имеет вид

$y_t = 0,7y_{t-1} + \epsilon_t$

Ответ дать с точностью до одного знака после запятой

## Типовые оценочные материалы по теме 7

### Типовые вопросы для опроса по теме 7

1. Дайте определение тензора. Приведите примеры тензоров.
2. Как с помощью тензоров представить последовательность и временной ряд?
3. Назовите математические операции над тензорами
4. Что такое рекуррентная нейронная сеть?
5. Как задается рекуррентный слой в Keras?
6. Дайте характеристику программных средств, используемых при построении сетей глубокого обучения. Охарактеризуйте программно-аппаратный стек поддержки глубокого обучения в Python

### Задания по теме 7.

Задание 1. Прогнозирование с помощью нейронных сетей. Исследуйте набор данных electricity.txt. Данный файл можно загрузить с репозитория поставщика на GitHub <https://github.com/laiquokun/multivariate-time-series-data/raw/master/electricity/electricity.txt>. При решении задачи использовать рекомендации Э.Нильсен. Практический анализ временных рядов: прогнозирование со статистикой и машинное обучение. Материал по данной книге можно скачать по адресу: <http://www.williamspublishing.com/Books/978-5-907365-04-9.html>



## 5. Оценочные материалы промежуточной аттестации по дисциплине

### 5.1 Экзамен проводится с применением следующих методов (средств):

Экзамен проводится в компьютерном классе в устной форме. Во время экзамена проверяется уровень знаний по «Прогнозирование временных рядов», а также уровень умений решать учебные задачи анализа данных с использованием программных приложений. К экзамену студенты должны решить задания по всем темам учебной дисциплины. Результаты решения задач могут быть использованы при решении практической задачи в соответствии с имеемым перечнем задач. Пример задач приведен в программе. При ответе на вопросы студент показывает умение решать практические задачи с использованием интегрированных средств разработки IDE Rstudio, Anaconda navigator (Jupyter Notebook )

Промежуточная аттестация может проводиться устно в ДОТ/письменно / тестирование. Для успешного освоения курса учащемуся рекомендуется ознакомиться с литературой, размещенной в разделе 6, и материалами, выложенными в ДОТ.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Показатели и критерии оценивания компетенций с учетом этапа их формирования

### Оценочные средства для промежуточной аттестации

Таблица 4.2

Код компетенции	Наименование компетенции	Код компонента компетенции	Наименование компонента компетенции
ПКС -3	Способен обосновывать решения на основе оценки и анализа целевых показателей, построения и применения алгоритмических моделей	ПКС-3.1	Способен применять системный подход, методы теории принятия решений, методы оптимизации при обосновании решения

### Показатели и критерии оценивания компетенций с учетом этапа их формирования

Таблица 4.3

Код компонента компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания
ПКС-3.1	Применяет системный подход, методы теории принятия решений, методы оптимизации при обосновании решения	Представлена прогнозная модель в соответствии с выбранным или указанным методом описания и моделирования. Выполнено обоснование сделанного вывода, обоснован ход

		<p>моделирования, обработки и интерпретации полученных результатов.</p> <p>Сделаны правильные ответы на поставленные вопросы или тесты.</p>
--	--	---

Для оценки сформированности компетенций, знаний и умений, соответствующих данным компетенциям, используются контрольные вопросы, а также задачи, при решении которых необходимо построить модели прогнозирования, верифицировать их и определить прогнозные значения.

### **Типовые оценочные материалы промежуточной аттестации.**

#### **Типовые вопросы, выносимые на экзамен:**

1. Дать определение «прогнозированию». Сформулировать сущность и содержание социально-экономического прогнозирования.
2. Назвать виды и назначение прогнозов. Сформулировать принципы социально-экономического прогнозирования.
3. Дать классификацию методов прогнозирования.
4. Дать определение и определить типологию временных рядов.
5. Привести модели временных рядов. Составляющие модели временных рядов. Основные характеристики временных рядов.
6. Дать определение коррелограммы. Объяснить особенности автокорреляционной и частной автокорреляционной функции. Построить коррелограммы в  $R$ .
7. Дать определение стационарности временных рядов. Привести свойства стационарности.
8. Объяснить назначение и организацию предобработки временных рядов и выявления аномалий.
9. Привести критерии стационарности Льюинга-Бокса, Аббе. Привести пример расчета показателей стационарности.
10. Привести критерии стационарности серий, критерии стационарности Фостера-Стюарта, Дики-Фуллера. Выполнить проверку стационарности временного ряда на примере.
11. Дайте характеристику общей организации решения задач прогнозирования временных рядов в  $R$ . Назвать библиотеки и используемые функции. Привести пример решения задачи прогнозирования.
12. Дать характеристику простых методов прогнозирования, метода двух точек, метода групповых средних точек. Привести примеры.
13. Дать характеристику назначения и содержания методов интерполяции. Объяснить сущность кусочно-линейной интерполяции. Охарактеризовать и привести пример прогнозирования с помощью канонического полинома.
14. Дать характеристику интерполяционных полиномов Лагранжа и Ньютона и привести примеры их использования.
15. Дать общую характеристику прогнозирования на основе показателей динамики. Определить понятия базисных и цепных показателей. Привести примеры.
16. Дать характеристику методов прогнозирования на основе показателей динамики. Описать и найти различия между прогнозированием с помощью среднего прироста и с помощью среднего коэффициента роста.
17. Дать характеристику методов прогнозирования на основе кривых роста. Привести примеры полиномиальные модели и моделей с насыщением.

18. Дать характеристику линейной и нелинейной регрессии. Описать организацию линеаризации нелинейных моделей. Продемонстрировать использование регрессионных моделей в R для прогнозирования.
19. Продемонстрировать использование регрессионных моделей в SPSS для прогнозирования.
20. Сделать обзор методов и инструментов оценки качества построенных регрессионных моделей. Привести примеры их использования в R.
21. Сделать обзор методов и инструментов оценки качества построенных регрессионных моделей. Привести примеры их использования в SPSS. Дать характеристику влиятельных наблюдений.
22. Дать определение понятия «сглаживание». Сделать обзор методов сглаживания.
23. Охарактеризовать линейные фильтры. Объяснить сущность метода скользящего среднего. Применить функции `sma`, `ma` в R для решения задач сглаживания. Объяснить организацию использования надстройки «Анализ данных» при решении задачи сглаживания.
24. Объяснить, когда может использоваться взвешенное сглаживание. Привести примеры полиномиальных моделей сглаживания. Объяснить существование понятия «краевые эффекты».
25. Дать характеристику адаптивных методов сглаживания. Объяснить сущность метода экспоненциального сглаживания. Привести пример использования надстройки «Анализ данных» при решении задачи экспоненциального сглаживания.
26. Дать общую характеристику функции `ets`. Сформулировать классификационные признаки моделей экспоненциального сглаживания. Привести примеры использования функции в excel.
27. Дать общую характеристику функции `ets`. Сформулировать классификационные признаки моделей экспоненциального сглаживания. Привести примеры использования функции в R.
28. Охарактеризовать содержание методов сглаживания при наличии тренда. Описать метод Брауна-Майера. Привести пример решения задачи сглаживания в R.
29. Дать характеристику моделей сглаживания Хольта, Хольта-Винтерса. Привести пример использования функции `HoltWinters`. Дать характеристику результатов выполнения функции.
30. Дать характеристику метода сглаживания с учетом тренд-циклической составляющей. Назовите этапы выделения сезонной составляющей и построения тренда. Объясните особенности аддитивной и мультипликативной моделей. Приведите пример использования функции `decompose`.
31. Объясните, как можно определить период сезонных колебаний с помощью коррелограммы, периодограммы и спектрограммы.
32. Дайте характеристику использования ряда Фурье при выявлении сезонной составляющей. Продемонстрируйте организацию использования надстройки excel «Анализ Фурье».
33. Опишите организацию использования фиктивных переменных при решении задачи прогнозирования в случае наличия сезонной составляющей.
34. Охарактеризуйте модель  $AR(1)$ . Сделайте обзор свойств модели.
35. Охарактеризуйте модели  $AR(2)$ ,  $AR(p)$ . Сделайте обзор их свойств.
36. Охарактеризуйте модели скользящего среднего  $CC(1)$ ,  $CC(q)$ . Сделайте обзор их свойств.
37. Охарактеризуйте модели  $ARCC$  (ARMA). Сделайте обзор их свойств.
38. Дайте общую характеристику нестационарных моделей. Объясните особенности модели авторегрессии - проинтегрированного скользящего среднего  $ARPPCC$  (ARIMA)  $(p, q, k)$  – модель. Приведите примеры использования функции `arima` в R для прогнозирования временных рядов.

39. Дайте характеристику динамических моделей на примере моделей ADL.
40. Дайте характеристику понятие коинтеграции временных рядов.
41. Дайте определение тензора. Характеризуйте представление временных рядов и последовательностей с помощью тензоров.
42. Дайте характеристику библиотеки Keras, программно-аппаратного скета, используемого при решении задач глубокого обучения.

**Типовые контрольные задания на экзамен:**

**Задача 1.** Проверить стационарность временного ряда с помощью критерия Фостера-Стюарта

Даты	Объем золотовалютных запасов
26.12.2012	77,8
02.01.2013	77,1
09.01.2013	78,9
16.01.2013	79,1
23.01.2013	82,7
30.01.2013	84,1
06.02.2013	84,3
13.02.2013	88
20.02.2013	86,7
27.02.2013	86,4
05.03.2013	84,6
12.03.2013	84,6
19.03.2013	84,8
26.03.2013	83,7
02.04.2013	83,6
09.04.2013	83,5
16.04.2013	83,2
23.04.2013	82,8
30.04.2013	82,7
07.05.2013	83,4
14.05.2013	82,7
21.05.2013	83,2
28.05.2013	85,4
04.06.2013	85,6
11.06.2013	86,2
18.06.2013	87,4
25.06.2013	87,9
02.07.2013	88,3
09.07.2013	89,2
16.07.2013	89,2
23.07.2013	88,9
30.07.2013	88,7
06.08.2013	89
13.08.2013	89,6
20.08.2013	88,3
27.08.2013	88,8
03.09.2013	89,1
10.09.2013	90
17.09.2013	92,6
24.09.2013	94,3
01.10.2013	95,3
08.10.2013	98,3
15.10.2013	100,1
22.10.2013	105,2
29.10.2013	107,3
05.11.2013	112,8
12.11.2013	113,1
19.11.2013	113,9

26.11.2013	117,1
03.12.2013	121,6
10.12.2013	120,3
17.12.2013	119,8
24.12.2013	120,7
31.12.2013	124,5
07.01.2014	124,6

**Задача 2.** Исследовать регрессионную модель, описывающую временной ряд. Данные хранятся в таблице. При построении временного тренда в качестве базового уровня выбрать 1955 год.

Год	Уровень ряда
1955	8,8
1956	9,9
1957	8,7
1958	11,3
1959	10,4
1960	10,9
1961	10,7
1962	10,9
1963	8,8
1964	11,4
1965	9,8
1966	13,9
1967	12,1
1968	14
1969	13,2
1970	15,6
1971	15,4
1972	14
1973	17,6
1974	15,4
1975	10,9
1976	17,5
1977	15
1978	18,5
1979	14,2
1980	14,9
1981	12,6
1982	15,2
1983	15,9
1984	14,4
1985	16,8
1986	18
1987	18,3
1988	17
1989	18,8
1993	15,7
1998	15,1
2001	19,4
2002	19,6
2003	17,8
2004	18,8
2005	18,5

При построении модели регрессии выбрать полиномиальную модель. Подобрать ее порядок. Спрогнозировать значение уровня временного ряда на 2006 год

**Задача 3.** Исследовать регрессионную модель, описывающую временной ряд. В качестве базового уровня выбрать 1955 год. Данные хранятся в таблице.

Год	Уровень ряда
1955	8,8
1956	9,9
1957	8,7
1958	11,3
1959	10,4
1960	10,9
1961	10,7
1962	10,9
1963	8,8
1964	11,4
1965	9,8
1966	13,9
1967	12,1
1968	14
1969	13,2
1970	15,6
1971	15,4
1972	14
1973	17,6
1974	15,4
1975	10,9
1976	17,5
1977	15
1978	18,5
1979	14,2
1980	14,9
1981	12,6
1982	15,2
1983	15,9
1984	14,4
1985	16,8
1986	18
1987	18,3
1988	17
1989	18,8
1993	15,7
1998	15,1
2001	19,4
2002	19,6
2003	17,8
2004	18,8
2005	18,5

Выполнить сглаживание временного ряда с помощью модели экспоненциального сглаживания с учетом тренда (модель Брауна – Майера). Спрогнозировать значение уровня ряда на 2006 год.

**Задача 4.** Имеется выборка, которая описывает динамику ряда за указанный отрезок времени. В качестве базового уровня выбрать 1959 год.

Year	Y
1959	117,5
1970	129,9
1979	137,4

1989	147
1992	148,3
1993	148,3
1994	148
1995	147,9
2002	145,2

– Построить линейную регрессионную модель.

– Построить модель параболического вида.

– Построить модель третьего порядка.

Выбрать лучшую модель с помощью критериев  $R^2$ , F.

Сравнить с логарифмической и степенной моделями, построенными с помощью мастера диаграмм.

**Задача 5.** Построить коррелограмму временного ряда курса евро и временного ряда остатков  $\Delta y_j = y_j - y_{j-1}$ . Максимальный размер лага для коррелограммы равен 8. Сделать вывод о стационарности рядов, используя критерий Льюинга-Бокса.

	Курс доллара США		Курс евро	
	руб./долл. США	в процентах к предыдущему месяцу	руб./евро	в процентах к предыдущему месяцу
<b>2006</b>				
Январь	28,12	97,7	34,04	99,6
Февраль	28,12	100,0	33,33	97,9
Март	27,76	98,7	33,47	100,4
Апрель	27,27	98,2	34,19	102,1
Май	26,98	98,9	34,64	101,3
Июнь	27,08	100,4	33,98	98,1
Июль	26,87	99,2	34,11	100,4
Август	26,74	99,5	34,31	100,6
Сентябрь	26,78	100,2	33,98	99,0
Октябрь	26,75	99,9	34,03	100,1
Ноябрь	26,31	98,4	34,68	101,9
Декабрь	26,33	100,1	34,70	100,1
<b>2007</b>				
Январь	26,53	100,8	34,39	99,1
Февраль	26,16	98,6	34,52	100,4
Март	26,01	99,4	34,69	100,5
Апрель	25,69	98,7	35,07	101,1
Май	25,90	100,8	34,82	99,3
Июнь	25,82	99,7	34,72	99,7
Июль	25,60	99,2	34,93	100,6
Август	25,65	100,2	35,01	100,2
Сентябрь	24,95	97,3	35,35	101,0
Октябрь	24,72	99,1	35,59	100,7
Ноябрь	24,35	98,5	36,04	101,3
Декабрь	24,55	100,8	35,93	99,7
<b>2008</b>				
Январь	24,48	99,7	36,17	100,7
Февраль	24,12	98,5	36,41	100,7
Март	23,52	97,5	37,07	101,8

	Курс доллара США		Курс евро	
	руб./долл. США	в процентах к предыдущему месяцу	руб./евро	в процентах к предыдущему месяцу
Апрель	23,65	100,6	36,89	99,5
Май	23,74	100,4	36,78	99,7
Июнь	23,46	98,8	36,91	100,3
Июль	23,45	100,0	36,53	99,0
Август	24,58	104,8	36,23	99,2
Сентябрь	25,25	102,7	36,37	100,4
Октябрь	26,54	105,1	35,04	96,4
Ноябрь	27,61	104,0	35,72	101,9
Декабрь	29,38	106,4	41,44	116,0
<b>2009</b>				
Январь	35,41	120,5	45,66	110,2
Февраль	35,72	100,9	45,35	99,3
Март	34,01	95,2	44,94	99,1
Апрель	33,25	97,8	43,84	97,5
Май	30,98	93,2	43,38	98,9
Июнь	31,29	101,0	43,82	101,0
Июль	31,76	101,5	44,69	102,0
Август	31,57	99,4	45,30	101,4
Сентябрь	30,09	95,3	44,01	97,1
Октябрь	29,05	96,5	43,07	97,9
Ноябрь	29,82	102,6	44,36	103,0
Декабрь	30,24	101,4	43,39	97,8
<b>2010</b>				
Январь	30,43	100,6	42,46	97,9
Февраль	29,95	98,4	40,80	96,1
Март	29,36	98,0	39,70	97,3
Апрель	29,29	99,7	38,70	97,5
Май	30,50	104,1	37,63	97,2
Июнь	31,20	102,3	38,19	101,5
Июль	30,19	96,8	39,47	103,4
Август	30,66	101,6	39,03	98,9

**Задача 6.** Сгенерировать временной ряд, модель которого имеет вид:

$$\varepsilon_t = 0,3\varepsilon_{t-1} - 0,1\varepsilon_{t-2} + v_t;$$

$$y_t = \frac{2}{1+0,1e^{-0,1t}} + 0,2\cos\frac{2\pi}{T}t - 2,8\sin\frac{2\pi}{T}t + 0,12\cos\frac{4\pi}{T}t - 1,3\sin\frac{4\pi}{T}t + \varepsilon_t;$$

$$T = 12$$

$$v_t \square N(0,3)$$

#### **Шкала оценивания.**

Оценка результатов производится на основе балльно-рейтинговой системы (БРС). Использование БРС осуществляется в соответствии с приказом от 06 сентября 2019 г. №306 «О применении балльно-рейтинговой системы оценки знаний обучающихся».

Схема расчетов сформирована в соответствии с учебным планом направления,



согласована с руководителем научно-образовательного направления, утверждена деканом факультета.

Схема расчетов доводится до сведения студентов на первом занятии по данной дисциплине, является составной частью рабочей программы дисциплины и содержит информацию по изучению дисциплины, указанную в Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в РАНХиГС.

В случае если студент в течение семестра не набирает минимальное число баллов, необходимое для сдачи промежуточной аттестации, то он может заработать дополнительные баллы, отработав соответствующие разделы дисциплины, получив от преподавателя компенсирующие задания.

В случае получения на промежуточной аттестации неудовлетворительной оценки студенту предоставляется право повторной аттестации в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии.

Обучающийся, набравший в ходе текущего контроля в семестре от 51 до 70 баллов, по его желанию может быть освобожден от промежуточной аттестации.

Количество баллов	Оценка	
	прописью	буквой
96-100	отлично	А
86-95	отлично	В
71-85	хорошо	С
61-70	хорошо	Д
51-60	удовлетворительно	Е

Шкала перевода оценки из многобалльной в систему «зачтено»/«не зачтено»:

от 0 по 50 баллов	«не зачтено»
от 51 по 100 баллов	«зачтено»

Перевод балльных оценок в академические отметки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»

- «Отлично» (А) - от 96 по 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено максимальным числом баллов.

- «Отлично» (В) - от 86 по 95 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

- «Хорошо» (С) - от 71 по 85 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

- «Хорошо» (D) - от 61 по 70 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

- «Удовлетворительно» (Е) - от 51 по 60 баллов – теоретическое содержание курса

освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий выполнены с ошибками.

Оценочные средства (формы текущего и промежуточного контроля)	Показатели оценки	Критерии оценки
Опрос	Корректность и полнота ответов	Опрос проводится в ходе занятия и его результаты могут быть учтены при оценке посещаемости занятий
Тест	1) Правильность решений; 2) Корректность ответов	Максимальное количество баллов за итоговый тест составляет 15 баллов. Тесты по отдельным темам входят в итоговый тест, который проводится перед или во время экзамена в зависимости от формы его проведения: очной или дистанционной
Задание	1)Правильность решений; 2)Правильные ответы на вопросы при устной защите заданий	Максимально 6 баллов за одно задание
Контрольная работа	1) правильность решения; 2) корректность выводов 3) обоснованность решений	Максимальное количество баллов за контрольную работу – 15. Максимальный балл выставляется если правильно решены все шесть задач, оформлен отчет по итогам их решения, в отчет вставлены скрипты
Экзамен	1)Полнота ответов на вопросы или правильность ответов на предложенные тесты; 2)Правильное решение задачи, а также полные и правильные ответы на вопросы по задаче	Максимальное количество баллов - 30. В случае дистанционной формы проведения экзамена в сумму баллов входят баллы, полученные в результате итогового тестирования

## 6. Методические материалы по освоению дисциплины

Рабочей программой дисциплины предусмотрены следующие виды аудиторных занятий: лекции, практические занятия, контрольные работы. На лекциях рассматриваются наиболее сложный материал дисциплины. Для развития у студентов креативного мышления и логики в каждом разделе предусмотрены теоретические положения, требующие самостоятельного доказательства. Кроме того, часть теоретического материала предоставляется на самостоятельное изучение по рекомендованным источникам для формирования навыка самообучения.

Практические занятия предназначены для самостоятельной работы студентов по решению конкретных задач. Каждое практическое занятие сопровождается домашними заданиями, выдаваемыми студентам для решения во внеаудиторное время. Для работы с печатными и электронными ресурсами СЗИУ имеется возможность доступа к электронным

ресурсам. Организация работы студентов с электронной библиотекой указана на сайте института (странице сайта – «Научная библиотека»).

Большинство тем основано на использовании приложения Excel. Для самостоятельной работы студентов предлагаются варианты задач, решаемых в SPSS. Студенту предлагается самостоятельно разобраться в графическом диалоге данных платформ. Для программы SPSS предлагается использовать инспектор методов прогнозирования. Результаты решения задачи следует сравнить с результатами решения задачи с помощью методов экспоненциального сглаживания и методами АРИМА.

С целью контроля сформированности компетенций разработан фонд контрольных заданий. Его использование позволяет реализовать балльно-рейтинговую оценку, определенную приказом от 28 августа 2014 г. №168 «О применении балльно-рейтинговой системы оценки знаний студентов».

Для подготовки к ежегодному интернет-тестированию e-Exam осуществляется предварительная проверка знаний студентов, а также их самообучение с помощью специальных тренажеров портала Интернет-тестирования.

Для активизации работы студентов во время контактной работы с преподавателем отдельные занятия проводятся в интерактивной форме. В основном, интерактивная форма занятий обеспечивается при проведении занятий в компьютерном классе. Интерактивная форма обеспечивается наличием разработанных файлов с заданиями, наличием контрольных вопросов, возможностью доступа к системе дистанционного обучения, использованием канала teams, а также мессенжеров.

Подготовка к лекции заключается в следующем:

- внимательно прочитайте материал предыдущей лекции;
- узнайте тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора);
- ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
- постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке;
- запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции.

Подготовка к семинарским занятиям:

- внимательно прочитайте материал лекций, относящихся к данному семинарскому занятию, ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
- выпишите основные термины;
- ответьте на контрольные вопросы по семинарским занятиям, готовьтесь дать развернутый ответ на каждый из вопросов;
- уясните, какие учебные элементы остались для вас неясными и постарайтесь получить на них ответ заранее (до семинарского занятия) во время текущих консультаций преподавателя;
- готовиться можно индивидуально, парами или в составе малой группы, последние являются эффективными формами работы;
- рабочая программа дисциплины в части целей, перечню знаний, умений, терминов и учебных вопросов может быть использована вами в качестве ориентира в организации обучения.

Подготовка к контрольной работе:

- внимательно прочитайте материал лекций, и практических занятий, изучите скрипты, приведенные в Moodle, а также в заданиях на практические занятия;
- попробуйте решить задачи, похожие на задачи, которые будут предложены на контрольную работу;
- рабочая программа дисциплины может быть использована при подготовке к контрольной работе.

### Подготовка к экзамену.

К экзамену необходимо готовиться целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытки освоить дисциплину в период зачётно-экзаменационной сессии, как правило, показывают не слишком удовлетворительные результаты. В самом начале учебного курса познакомьтесь со следующей учебно-методической документацией:

- программой дисциплины;
- перечнем знаний и умений, которыми студент должен владеть;
- тематическими планами лекций, семинарских занятий;
- контрольными мероприятиями;
- учебником, учебными пособиями по дисциплине, а также электронными ресурсами;
- перечнем вопросов к экзамену.

После этого у вас должно сформироваться четкое представление об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине. Систематическое выполнение учебной работы на лекциях и семинарских занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи экзамена.

## **7. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

### **7.1. Основная литература.**

1. Афанасьев, Владимир Николаевич. Анализ временных рядов и прогнозирование. - Саратов: Ай Пи Ар Медиа. – 310 с. Текст : электронный. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/90196.html> (дата обращения: 12.11.2020). - Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Голоктионова Ю.Г., Ильминская С.А., Илюхина И.Б., Луговской А.М., Лисичкина Н.В. и др. Прогнозирование и планирование в экономике. - Москва: Прометей – 544 с. Текст : электронный. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/94511.html> (дата обращения: 01.10.2020). - Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Мاستицкий С. Э. (2020) Анализ временных рядов с помощью R. — Электронная книга, адрес доступа: <https://ranalytics.github.io/tsa-with-r>
4. Миркин, Борис Григорьевич. Введение в анализ данных – М.: Юрайт, 2020 – 174 с. Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450262> (дата обращения: 01.10.2020)
5. Мхитарян В. С., Архипова М. Ю., Дуброва Т. А., Миронкина Ю. Н., Сиротин В. П. Анализ данных. – М.: Юрайт, 2020 – 490 с. Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450166> (дата обращения: 29.09.2020)
6. О`Нил, Кэти. Data Science : Инсайдерская информация для новичков. Включая язык R : [пер. с англ.] – СПб. Питер. – 368 с. Текст: электронный. - URL: <http://new.ibooks.ru/bookshelf/359209/reading> (дата обращения: 25.01.2021)
7. Хайндман Р. Дж, Атанасопулос Дж. Прогнозирование: принципы и практика. [Электронный ресурс] –URL: <https://otexts.com/fpp3/>

**Все источники основной литературы взаимозаменяемы**

### **7.2. Дополнительная литература.**

1. Principles of Econometrics with R [Электронный ресурс] – URL: <https://bookdown.org/ccolonescu/RPoE4/>
2. Балдин К.В. Эконометрика : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Финансы и кредит", "Бухгалтерский учет, анализ и аудит" / К.В. Балдин, О.Ф. Быстров, М.М. Соколов. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2004. - 254с.
3. Барсегян А.А, Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Прогнозирование временных рядов и процессов. 3-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2010. - 512 с.
4. Боровиков В. П. Прогнозирование в системе Statistica в среде Windows : основы теории и интенсивная практика на компьютере : учеб. пособие для вузов, рек. М-вом образования Рос. Федерации / В. П. Боровиков, Г. И. Ивченко. - М. : Финансы и статистика, 2000. - 378 с.
5. Буре В. М. Основы эконометрики: учеб. пособие / В. М. Буре, Е. А. Евсеев.. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. - 72 с.
6. Жерон, Орельен. ПрМ.:Диалектика. -684 с. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow : Концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем : полноцветное издание : перевод с английского – М.: Диалектика, 2018 – 688 с.
7. Наумов В.Н. Анализ данных и машинное обучение: методы и инструментальные средства. Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Рос. акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте Рос. Федерации", Сев.-Зап. ин-т упр. - СПб. : СЗИУ - фил. РАНХиГС, 2020. - 260 с.
8. Наумов, Владимир Николаевич. Средства бизнес- аналитики: учеб. пособие / В. Н. Наумов ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Рос. акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте Рос. Федерации", Сев.-Зап. ин-т упр. - СПб. : СЗИУ - фил. РАНХиГС, 2016. - 107 с.
9. Нильсен Эйлин. Практический анализ временных рядов: прогнозирование со статистикой и машинное обучение. –М.: ООО Диалектика – 2021 – 544 с.
10. Саати Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях : аналитические сети = Decision making with dependence and feedback : analytic network process / Т. Л. Саати ; пер. с англ. О. Н. Андрейчиковой ; науч. ред.: А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. - Изд. 2-е. - М. : УРСС, 2009. - 357 с.
11. Цыгичко В. Н. Прогнозирование социально-экономических процессов / В.Н. Цыгичко ; с предисл. Д.М. Гвишиани. - изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : КомКнига, 2007. - 238 с.
12. Эконометрика : учебник / [И.И. Елисеева и др.] ; под ред. И.И. Елисеевой. - М. : Проспект, 2009. - 288 с.
13. Эконометрика: учебник / В. С. Мхитарян [и др.] ; под ред. В. С. Мхитаряна. - М. : Проспект, 2009. - 380 с.

### 7.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

1. Положение об организации самостоятельной работы студентов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» (в ред. приказа РАНХиГС от 11.05.2016 г. № 01-2211);
2. Положение о курсовой работе (проекте) выполняемой студентами федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» (в ред.

#### 7.4 Нормативные правовые документы

Не используются

#### 7.5. Интернет-ресурсы.

СЗИУ располагает доступом через сайт научной библиотеки <http://nwapa.spb.ru> к следующим подписным электронным ресурсам:

##### Русскоязычные ресурсы

- Электронные учебники электронно - библиотечной системы (ЭБС) «Айбукс»
- Электронные учебники электронно – библиотечной системы (ЭБС) «Лань»
- Научно-практические статьи по финансам и менеджменту Издательского дома «Библиотека Гребенникова»
- Статьи из периодических изданий по общественным и гуманитарным наукам «Ист - Вью»
- Информационно-правовые базы - Консультант плюс, Гарант.

##### Англоязычные ресурсы

- EBSCO Publishing - доступ к мультидисциплинарным полнотекстовым базам данных различных мировых издательств по бизнесу, экономике, финансам, бухгалтерскому учету, гуманитарным и естественным областям знаний, рефератам и полным текстам публикаций из научных и научно-популярных журналов.
- Emerald- крупнейшее мировое издательство, специализирующееся на электронных журналах и базах данных по экономике и менеджменту. Имеет статус основного источника профессиональной информации для преподавателей, исследователей и специалистов в области менеджмента.

Возможно использование, кроме вышеперечисленных ресурсов, и других электронных ресурсов сети Интернет.

#### 7.6. Иные источники.

Не используются.

### 8. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Курс включает использование программного обеспечения Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point для подготовки текстового и табличного материала, графических иллюстраций, а также для решения задач эконометрического моделирования. Для эконометрического моделирования также должны использоваться пакеты статистического и эконометрического моделирования, а также языки аналитики данных R, Python.

Методы обучения с использованием информационных технологий (компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов)

Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии, справочники, библиотеки, электронные учебные и учебно-методические материалы).

Для организации дистанционного обучения следует использовать систему дистанционного обучения Moodle с регистрацией всех обучаемых.

№ п/п	Наименование
-------	--------------

<b>1.</b>	Компьютерные классы с персональными ЭВМ, объединенными в локальные сети с выходом в Интернет
<b>2.</b>	Пакет Excel -2016, professional plus, IBM SPSS statistics, R, RStudio, Anaconda
<b>3.</b>	Программа Loginom
<b>4.</b>	Мультимедийные средства в каждом компьютерном классе и в лекционной аудитории
<b>5.</b>	Браузер, сетевые коммуникационные средства для выхода в Интернет. Сервисы и службы Azure
<b>6.</b>	Облачные технологии Google Collab, Loginom

Компьютерные классы из расчета 1 ПЭВМ для одного обучаемого. Каждому обучающемуся должна быть предоставлена возможность доступа к сетям Интернет в течение не менее 20% времени, отведенного на самостоятельную подготовку.