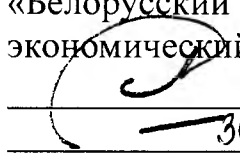


Учреждение образования
«Белорусский государственный экономический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор учреждения образования
«Белорусский государственный
экономический университет»



30.06 2025 г.

Регистрационный № УД 6720-25/уч.

МОДЕЛИ ВРЕМЕННЫХ ДАННЫХ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
7-06-0311-01 «Экономика»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта углубленного высшего образования ОСВО 7-06-0311-01-2023 и учебного плана по специальности 7-06-0311-01 «Экономика».

СОСТАВИТЕЛЬ:

Л.А. Сошникова, профессор кафедры статистики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», доктор экономических наук, профессор.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.П. Ельсуков, доцент кафедры менеджмента технологий учреждения образования «Институт бизнеса и менеджмента технологий БГУ», кандидат экономических наук, доцент;

Н.Н. Говядинова, доцент кафедры информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой статистики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»
(протокол № 10 от 22.04.2025);

Методической комиссией по специальностям «Экономическая кибернетика (по направлениям)»; «Прикладная математика»; «Экономика» с профилизацией «Анализ данных в экономике и бизнесе»
(протокол № 9 от 23.05.2025)

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»
(протокол № 6 от 25.06.2025).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Модели временных данных» направлена на изучение состояния и развития статистических методов и эконометрических моделей для анализа и прогнозирования различных экономических показателей. Возникает необходимость предварительного, разведочного анализа данных с выявлением и обоснованием сложившихся тенденций развития с последующим их прогнозированием.

Цель изучения дисциплины – научить магистрантов предварительному анализу данных для выявления скрытых закономерностей в социально-экономических данных с последующим прогнозированием выявленных закономерностей; вооружить знаниями общих закономерностей составления научных прогнозов развития социально-экономических явлений и процессов; познакомить их с максимально широким инструментарием выработки прогнозов развития социально-экономических объектов, а также методиками его использования в практике прогнозирования; выработать в процессе обучения у студентов навыки грамотного использования аппарата математического моделирования посредством применения передовых информационных технологий.

Достижение поставленной цели предполагает решение следующих **задач**:

- знакомство с современными методами анализа данных, методами и моделями прогнозирования стационарных и нестационарных рядов, многофакторными моделями прогнозирования как временных рядов, так и пространственных данных;

- дать основы количественных методов оценки адекватности и точности построенных моделей;

- научить использованию компьютерных технологий при анализе и прогнозировании социально-экономических показателей (построение линейных и нелинейных моделей прогнозирования на основе регрессионного анализа, оценка их параметров, расчёт всех необходимых статистик для анализа моделей).

В результате изучения учебной дисциплины «Модели временных данных» формируются следующая **компетенция**:

специализированная

анализировать и строить модели для качественного прогнозирования динамики социально-экономических явлений.

В результате изучения дисциплины магистранты должны:

знать:

- основные методы статистического прогнозирования уровней показателей, представленных в виде динамических рядов,

уметь:

- подготовить исходные данные для статистического анализа; выбрать и обосновать соответствующие методы прогнозирования;

иметь навык:

–проведения самостоятельной аналитической работы, использования специальных статистических пакетов прикладных программ, для построения прогнозов, логически последовательного описания полученных результатов анализа и прогноза.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине магистрант должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развивать свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Учебная дисциплина «Модели временных данных» относится к модулю по выбору «Методы прикладной бизнес-статистики» компонента учреждения высшего образования. Знания и навыки, полученные в процессе изучения учебной дисциплины «Модели временных данных» могут быть использованы при написании магистерской диссертации.

Форма получения углубленного высшего образования: дневная, заочная

В соответствии с учебным планом университета на изучение учебной дисциплины «Модели временных данных» отводится:

дневная форма получения образования:

общее количество часов – 90, аудиторных часов – 42 часа, из них лекции – 20 часов, лабораторных занятий – 22 часа.

Самостоятельная работа магистранта – 48 часов.

заочная форма получения образования:

аудиторных – 10 часов, из них лекции – 4 часов, лабораторные занятия – 6 часов.

Распределение аудиторного времени по курсам и семестрам:

– дневная форма получения образования: 1 семестр: лекции – 20 часов, лабораторные занятия – 22 часов.

– заочная форма получения образования 1 курс, 1 семестр: лекции – 4 часа; 2 семестр: лабораторные занятия – 6 часов.

Трудоемкость – 3 з.е.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Обзор методов прогнозирования социально-экономических явлений и процессов

Примеры временных рядов. Анализ временных рядов как важный инструмент для анализа бизнеса, науки, технологий и экономики. Методы анализа временных рядов.

Значение и содержание социально-экономического прогнозирования. Роль прогнозирования в принятии управленческих решений. Классификация социально-экономических прогнозов и методов прогнозирования. Источники информации и инструментарий прогнозирования. Приемы, процедуры, методы и методики прогнозирования. Общая логическая последовательность операций разработки прогноза.

Тема 2. Использование адаптивных методов в экономическом прогнозировании

Временные ряды и стохастические процессы. Современные направления статистического анализа временных рядов. Сущность и особенности адаптивных моделей, их преимущества и недостатки. Адаптивные методы прогнозирования временных рядов как методы построения самокорректирующихся (самонастраивающихся) экономико-математических моделей. Области применения методов адаптивного прогнозирования.

Тема 3. Простейшие адаптивные модели и их свойства

Экспоненциальное сглаживание. Начальные условия экспоненциального сглаживания. Сезонные модели. Аппроксимация полиномиального тренда с помощью многократного сглаживания. Адаптивные полиномиальные модели. Модели линейного роста. Модель Хольта. Обобщенная модель Брауна.

Стохастические процессы Тейла и Вейджа. Сезонные модели. Модели с мультипликативными и аддитивными коэффициентами сезонности, примеры их использования.

Тема 4. Модели авторегрессии – скользящего среднего (АРСС)

Общее описание моделей АРСС, их свойства. Идентификация модели и интерпретация R^2 в моделях АРСС. Оценивание параметров модели и прогнозирование. Прогнозирование после логарифмического преобразования.

Агрегирование рядов и моделей. Оценка адекватности модели и качества прогноза. Анализ остатков модели и R^2 . Применение на практике моделей АРСС.

Тема 5. Моделирование взаимосвязанных временных рядов

Специфика статистической оценки взаимосвязи двух временных рядов. Анализ линейных динамических эконометрических моделей. Многомерные динамические модели. Методы исключения тенденции. Метод отклонения от

тренда. Метод последовательных разностей. Оценивание параметров модели при наличии автокорреляции в остатках.

Адаптивная модель множественной регрессии. Обновление коэффициентов модели. Адаптивная модель производственной функции, примеры её применения.

Тема 6. Коинтеграция временных рядов

Коинтегрированность и интегрированность двух переменных. Коинтеграция многих переменных, коинтеграция и тренды. Коинтеграция и модели корректировки ошибок. Критерии коинтеграции. Критерий Энгла-Гренжера. Оценка параметров модели взаимосвязи динамических рядов.

Тема 7. Критерии Дики-Фуллера для идентификации характера тренда

Обнаружение трендов и их учет в структуре прогностической модели. Детерминированный и случайный характер тренда. Ложные тренды. Критерий Дики-Фуллера для обнаружения единичных корней. Расширенный критерий Дики-Фуллера. Модификация теста Дики-Фуллера для случая автокорреляции. Множественность корней. Сезонность и единичные корни. Тесты для оценки сезонной интегрируемости временных рядов. Тест Дики-Фуллера (DF-тест). Современные методы построения моделей APCС.

Тема 8. Рекуррентное оценивание параметров регрессии

Теоретические основы рекуррентного оценивания параметров регрессии. Скользящая регрессия, взвешенная регрессия. Рекуррентное оценивание параметров взвешенной регрессии. Оценка траекторий параметров регрессии методом адаптивных ковариаций. Связь адаптивной регрессии с адаптивным корреляционным анализом.

Модели с авторегрессионной условной гетероскедастичностью. Оценивание простейших моделей ARCH. Тесты на наличие эффектов ARCH или GARCH.

Тема 9. Краткосрочное прогнозирование курсов валют с помощью адаптивных моделей

Постановка проблемы краткосрочного прогноза курса. Анализ случайности движения курсов валют. Критерии случайности: критерий поворотных точек, критерий распределения длины фазы, критерии ранговой корреляции.

Адаптивная модель прогнозирования временного ряда с неустойчивым характером колебаний. Примеры прогнозирования курсов валют.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «Модели временных данных»

Специальность 7-06-0311-01 «Экономика» (профилизация «Анализ данных в экономике и бизнесе»)

Дневная форма получения углубленного высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов							Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УСРС				
						Л	Пз	Лаб		
Тема 1	Обзор методов прогнозирования социально-экономических явлений и процессов	2							[1, 3, 4, 5, 6, 14]	Экспресс-опрос
Тема 2	Использование адаптивных методов в экономическом прогнозировании	2							[3, 4, 5, 7, 8, 9]	Экспресс-опрос
	Использование адаптивных методов в экономическом прогнозировании				2				[3, 4, 5, 7, 8, 9]	Опрос, анализ практических ситуаций
Тема 3	Простейшие адаптивные модели и их свойства	2							[1, 2, 3, 4, 5, 8, 9]	Экспресс-опрос
	Простейшие адаптивные модели и их свойства				2				[1, 2, 3, 4, 5, 8, 9]	Опрос, анализ практических ситуаций
Тема 4	Модели авторегрессии – скользящего среднего (АРСС)	4							[1, 2, 3, 4, 5, 8, 11]	Экспресс-опрос
	Модели авторегрессии – скользящего среднего (АРСС)				4				[1, 2, 3, 4, 5, 8, 11]	Контрольная работа
Тема 5	Моделирование взаимосвязанных временных рядов	2							[1, 2, 4, 5, 6, 8, 10, 11]	Экспресс-опрос
	Моделирование взаимосвязанных временных рядов				2				[1, 2, 4, 5, 6, 8, 10, 11]	Опрос, анализ практических ситуаций
Тема 6	Коинтеграция временных рядов	2							[1, 4, 5, 6, 7, 8, 11]	Экспресс-опрос

	Коинтерация временных рядов				2				[1, 4, 5, 6, 7, 8, 14]	Опрос, анализ практических ситуаций
Тема 7	Критерии Дики-Фуллера для идентификации характера тренда	2							[1, 4, 5, 6, 7, 8]	Экспресс-опрос
	Критерии Дики-Фуллера для идентификации характера тренда				2				[1, 4, 5, 6, 7, 8]	Контрольная работа
Тема 8	Рекуррентное оценивание параметров регрессии	2							[4, 5, 6, 8, 10, 13]	Экспресс-опрос
	Рекуррентное оценивание параметров регрессии				4				[4, 5, 6, 8, 10, 13]	Опрос, анализ практических ситуаций
Тема 9	Краткосрочное прогнозирование курсов валют с помощью адаптивных моделей	2							[4, 5, 6, 8, 9, 10, 11]	Экспресс-опрос
	Краткосрочное прогнозирование курсов валют с помощью адаптивных моделей				4				[4, 5, 6, 8, 9, 10, 11]	Контрольная работа
	Всего часов	20			22					Зачет

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «Модели временных данных»

Специальность 7-06-0311-01 «Экономика» (профилизация «Анализ данных в экономике и бизнесе»)

Заочная форма получения углубленного высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Литература	Форма контроля знаний	
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УСРС				
						Л	Пз			Лаб
Тема 1	Обзор методов прогнозирования социально-экономических явлений и процессов								[1, 3, 4, 5, 6, 14]	Экспресс-опрос
Тема 2	Использование адаптивных методов в экономическом прогнозировании								[3, 4, 5, 7, 8, 9]	Экспресс-опрос
	Использование адаптивных методов в экономическом прогнозировании								[3, 4, 5, 7, 8, 9]	Опрос, анализ практических ситуаций
Тема 3	Простейшие адаптивные модели и их свойства	2							[1, 2, 3, 4, 5, 8, 9]	Экспресс-опрос
	Простейшие адаптивные модели и их свойства								[1, 2, 3, 4, 5, 8, 9]	Опрос, анализ практических ситуаций
Тема 4	Модели авторегрессии – скользящего среднего (АРСС)								[1, 2, 3, 4, 5, 8, 11]	Экспресс-опрос
	Модели авторегрессии – скользящего среднего (АРСС)				2				[1, 2, 3, 4, 5, 8, 11]	Контрольная работа
Тема 5	Моделирование взаимосвязанных временных рядов	2							[1, 2, 4, 5, 6, 8, 10, 11]	Экспресс-опрос
	Моделирование взаимосвязанных временных рядов				2				[1, 2, 4, 5, 6, 8, 10, 11]	Опрос, анализ практических ситуаций
Тема 6	Коинтерация временных рядов								[1, 4, 5, 6, 7, 8, 11]	Экспресс-опрос

	Коинтерация временных рядов								[1, 4, 5, 6, 7, 8, 14]	Опрос, анализ практических ситуаций
Тема 7	Критерии Дики-Фуллера для идентификации характера тренда								[1, 4, 5, 6, 7, 8]	Экспресс-опрос
	Критерии Дики-Фуллера для идентификации характера тренда				2				[1, 4, 5, 6, 7, 8]	Контрольная работа
Тема 8	Рекуррентное оценивание параметров регрессии								[4, 5, 6, 8, 10, 13]	Экспресс-опрос
	Рекуррентное оценивание параметров регрессии								[4, 5, 6, 8, 10, 13]	Опрос, анализ практических ситуаций
Тема 9	Краткосрочное прогнозирование курсов валют с помощью адаптивных моделей								[4, 5, 6, 8, 9, 10, 11]	Экспресс-опрос
	Краткосрочное прогнозирование курсов валют с помощью адаптивных моделей								[4, 5, 6, 8, 9, 10, 11]	Контрольная работа
	Всего часов	4			6					Зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литература

Основная:

1. Количественные методы анализа в экономике = Quantitative Methods of Analysis in Economics : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности магистратуры "Экономика" / [И.В. Белько и др.]. – Минск : РИВШ, 2021. – 239 с. : ил.
2. Хацкевич, Г. А. Эконометрика : учебник для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Управление информационными ресурсами», «Информационные системы и технологии (в экономике)» / Г. А. Хацкевич, Т. В. Русилко. – Минск : РИВШ, 2021. – 450 с. : ил.
3. Эконометрика и экономико-математические методы и модели : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по экономическим специальностям / [Г. О. Читая и др.] ; под ред. Г. О. Читая, С. Ф. Миксюк. – Минск : БГЭУ, 2018. – 510, [1] с. : ил.
4. Эконометрика : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим направлениям и специальностям / [И. И. Елисеева и др.] ; под ред. И. И. Елисеевой ; Санкт-Петербургский гос. экон. ун-т. – М. : Юрайт, 2017. – 449 с. : ил. – (Бакалавр и магистр. Академический курс).
5. Ругалева, И. Е. Эконометрика : пособие для студентов специальности 1-26 02 03 "Маркетинг" / М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. нац. техн. ун-т, Каф. "Маркетинг". – Минск : БНТУ, 2023. – 102 с.

Дополнительная литература:

6. Берндт, Э. Р. Практика эконометрики: классика и современность : учебник для вузов по спец. 060000 экономики и управления : пер. с англ. / Э. Р. Берндт. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 847 с.
7. Керимов, А. К. Анализ и прогноз финансовых временных рядов / А. К. Керимов. – М. : ЛитРес, 2018. – 178 с.
8. Лукашин, Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования / Ю.П. Лукашин – М. : Финансы и статистика, 2003. – 416
9. Носко, В. П. Эконометрика : учебник : в 2 книгах / В. П. Носко ; Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации. – М. : Дело, 2021. – Книга 1. Часть 1. Основные понятия, элементарные методы, часть 2. Регрессионный анализ временных рядов. – 704 с. : ил. – (Академический учебник). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=685857> (дата обращения: 24.06.2025). – Библиогр: с. 673-676. – ISBN 978-5-850006-294-1 (кн. 1). – ISBN 978-5-850066-293-4 (общ.). – Текст : электронный.
10. Садовникова, Н. А. Анализ временных рядов и прогнозирование / Н.А. Садовникова, Р. А. Шмойлова. – М. : Синергия, 2016. – 152 с.

11. Целых, А. Н. Применение временных рядов для анализа больших данных : учебное пособие по курсу «Математические методы анализа больших данных» / А. Н. Целых, В. С. Васильев, Э. М. Котов ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2021. – 86 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=691448> (дата обращения: 24.06.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-3983-3. – Текст : электронный.

Нормативные правовые акты:

12. Конституция Республики Беларусь 1994 года: с изменениями и дополнениями, принятыми на республиканских референдумах 24 ноября 1996 года, 17 октября 2004 года и 27 февраля 2022 года // Онлайн-сервис готовых правовых решений iLex / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2023.

13. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года // Экономический бюллетень НИЭИ Мин-ва экономики Респ. Беларусь. – 2015. – № 4. – С. 6 – 99.

Перечень вопросов для проведения зачета

1. Простейшие модели временных данных и их свойства. Временные ряды и стохастические процессы.
2. Использование адаптивных методов в экономическом прогнозировании.
3. Сущность и особенности адаптивных моделей, их преимущества и недостатки. Области применения методов адаптивного прогнозирования.
4. Экспоненциальное сглаживание динамических рядов. Вычисление экспоненциальных средних.
5. Начальные условия экспоненциального сглаживания. Выбор константы сглаживания.
6. Модели линейного роста. Модель Хольта. Обобщенная модель Брауна.
7. Сезонные модели. Аддитивная модель сезонности Тейла–Вейджа.
8. Модели с мультипликативными и аддитивными коэффициентами сезонности, примеры их использования.
9. Модели авторегрессии – скользящего среднего (АРСС).
10. Общее описание моделей АРСС, их свойства.
11. Идентификация модели и интерпретация R^2 в моделях АРСС.
12. Оценка адекватности модели и качества прогноза.
13. Анализ остатков модели и R^2 . Применение на практике моделей АРСС
14. Моделирование взаимосвязанных временных рядов.
15. Специфика статистической оценки взаимосвязи двух временных рядов.
16. Анализ линейных динамических эконометрических моделей
17. Многомерные динамические модели. Методы исключения тенденции. Метод отклонения от тренда.
18. Метод последовательных разностей.
19. Оценивание параметров модели при наличии автокорреляции в остатках.
20. Адаптивная модель множественной регрессии.
21. Коинтеграция временных рядов. Введение в теорию коинтеграции. Экономическая интерпретация.
22. Стационарные и нестационарные процессы. Единичные корни и “ложная” регрессия.
23. Коинтеграция между двумя переменными. Коинтеграция нескольких переменных. Тест Йохансена.
24. Практическое использование коинтеграционного анализа.
25. Критерии Дики-Фуллера для идентификации характера тренда
26. Базовый метод Дики-Фуллера. Модифицированный тест Дики-Фулера для случая автокорреляции остатков модели.
27. Тесты для оценки сезонной интегрируемости временных рядов. Реализация тестов в пакете Eviews/
28. Теоретические модели валютных курсов.
29. Модели торгов на валютной бирже для падающего валютного курса.

30. Модели торгов на валютной бирже для растущего валютного курса.
31. Оценка качества эконометрической модели и возможные способы её использования.
32. Программное обеспечение по статистике
33. Характеристика специальных статистических пакетов прикладных программ (Statistica, EViews, SPSS и др.).
34. Основные процедуры и модули для прогнозирования в пакете Statistica. Анализ протоколов работы модулей.
35. Обоснование выбора прикладных программ по статистическому исследованию конъюнктурных колебаний на рынке товаров и услуг.

Перечень лабораторных занятий

Основная цель проведения лабораторных занятий состоит в закреплении теоретического материала курса, приобретении навыков обработки статистических данных, анализа результатов, грамотного оформления отчетов.

Тематика лабораторных занятий по учебной дисциплине «Модели временных данных».

Дневная форма получения углубленного высшего:

Тема 2. Использование адаптивных методов в экономическом прогнозировании (2 часа)

Тема 3. Простейшие адаптивные модели и их свойства (2 часа)

Тема 4. Модели авторегрессии – скользящего среднего (АРСС) (4 часа)

Тема 5. Моделирование взаимосвязанных временных рядов (2 часа)

Тема 6. Коинтерация временных рядов (2 часа)

Тема 7. Критерии Дики-Фуллера для идентификации характера тренда (2 часа)

Тема 8. Рекуррентное оценивание параметров регрессии (4 часа)

Тема 9. Краткосрочное прогнозирование курсов валют с помощью адаптивных моделей (4 часа).

Заочная форма получения углубленного высшего:

Тема 4. Модели авторегрессии – скользящего среднего (АРСС) (2 часа)

Тема 5. Моделирование взаимосвязанных временных рядов (2 часа)

Тема 7. Критерии Дики-Фуллера для идентификации характера тренда (2 часа)

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения, оборудования для выполнения лабораторных работ

Для выполнения лабораторных работ по учебной дисциплине «Модели временных данных» используются пакеты прикладных программ:

1. Statistica
2. IBM SPSS Statistics
3. EViews

Примерный перечень типовых заданий и контрольных задач для текущего контроля знаний магистрантов:

Тесты по теме 1 «Обзор методов прогнозирования социально-экономических явлений и процессов»

1. Динамика – это:
 - а) колеблемость изучаемого признака в совокупности;
 - б) вариация изучаемого признака в пространстве;
 - в) изменение анализируемого показателя во времени
2. К абсолютным показателям рядов динамики относят:
 - а) абсолютное значение одного процента прироста; размах динамики;
 - б) коэффициент роста и абсолютный прирост;
 - в) абсолютный прирост и абсолютное значение одного процента прироста.
3. Средний уровень моментного ряда динамики определяется по формуле:
 - а) средней арифметической;
 - б) средней гармонической;
 - в) средней хронологической.
4. Произведение цепных темпов роста в ряду динамики равно:
 - а) коэффициенту роста базисному первому в ряду динамики;
 - б) коэффициенту роста базисному последнему в ряду динамики;
 - в) никакой зависимости не существует.
5. В области были обследованы студенческие общежития на предмет заселения в период с 2020 по 2024 гг. По результатам расчетов было установлено, что средний темп роста составил 145,7%. Как следует интерпретировать данную величину?
 - а) средний темп роста численности жильцов студенческих общежитий в 2024 году по сравнению с 2020 годом увеличился на 145,7%;
 - б) в среднем ежегодно в период с 2020 по 2024 гг численность жильцов студенческих общежитий увеличивалась на 45,7%;
 - в) в среднем ежегодно в период с 2020 по 2024 гг численность жильцов студенческих общежитий увеличивалась на 145,7%.
6. Основными элементами динамических рядов являются:
 - а) колеблемость изучаемого признака в совокупности; количество единиц совокупности;
 - б) периоды (моменты) времени и уровни ряда;
 - в) колеблемость изучаемого признака и уровни ряда.
7. К относительным показателям рядов динамики относят:
 - а) абсолютное значение одного процента прироста;
 - б) темп прироста;
 - в) абсолютный прирост.
8. Для расчета среднего темпов роста в равностоящем динамическом ряду применяют формулу:
 - а) средней хронологической простой;

- б) средней арифметической простой;
- в) средней геометрической простой.

9. Если уровни временного ряда представлены на дату, то такой ряд динамики называют:

- а) временным рядом;
- б) периодическим рядом; хронологической простой;
- б) средней арифметической простой;
- в) средней геометрической простой.

10. Численность отличников в группе в 2003 году по сравнению с 2002 годом увеличилась в 2 раза; в 2004 по сравнению с 2003 годом – уменьшилась на 15%, а в 2005 по сравнению с 2004 годом не изменилась. Найдите среднегодовой темп прироста отличников в группе:

- а) 119,4%;
- б) 1,194%;
- в) 19,4%.

11. При графическом отображении ряда динамики:

- а) по оси абсцисс откладываются уровни ряда, а по оси ординат – показатели времени;
- б) по оси абсцисс откладываются показатели времени, а по оси ординат – уровни ряда;
- в) право выбора оси для откладывания показателя времени и уровня ряда остается за исследователем.

12. Абсолютное значение одного процента прироста определяется по формуле:

- а) $A_{1\%} = 100\% \cdot X_i$;
- б) $A_{1\%} = 0,01 \cdot X_{i-1}$;
- в) $A_{1\%} = X_i \cdot 100\%$.

13. Осреднение цепных темпов роста происходит по формуле:

а) $\overline{\text{Тр}} = \sqrt[n-1]{\prod \text{Тр}_{\text{ц}}}$;

б) $\overline{\text{Тр}} = \sqrt[i]{\text{Тр}_{\text{ц}}}$;

в) $\overline{\text{Тр}} = \sqrt[i]{\prod \text{Тр}_{\text{б}}}$.

Задания по теме 3 «Простейшие адаптивные модели и их свойства»

Задание 1. В каждом варианте приведены поквартальные данные о кредитах от коммерческого банка на жилищное строительство (в условных единицах) за 4 года (всего 16 кварталов, первая строка соответствует первому кварталу первого года).

Требуется:

- 1) Построить адаптивную мультипликативную модель Хольта-Уинтерса с учетом сезонного фактора, приняв параметры сглаживания $\alpha_1=0,3$; $\alpha_2=0,6$; $\alpha_3=0,3$.
- 2) Оценить точность построенной модели с использованием средней относительной ошибки аппроксимации.
- 3) Оценить адекватность построенной модели на основе исследования:
 - случайности остаточной компоненты по критерию пиков;
 - независимости уровней ряда остатков по d-критерию (критические значения $d_1 = 1,10$ и $d_2=1,37$) и по первому коэффициенту автокорреляции при критическом значении $r_1 = 0,32$;
 - нормальности распределения остаточной компоненты по R/S-критерию с критическими значениями от 3 до 4,21.
- 4) Построить точечный прогноз на 4 шага вперед, т.е. на 1 год.
- 5) Отобразить на графике фактические, расчетные и прогнозные данные.

Квартал	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Показатель	41	52	62	40	44	56	68	41	47	60	71	44	52	64	77	47

Решение:

1. Построение адаптивной мультипликативной модели Хольта-Уинтерса:

Исходные данные представлены в таблице 1:

Таблица 1.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Y(t)	41	52	62	40	44	56	68	41	47	60	71	44	52	64	77	47

Для оценки начальных значений $a(0)$ и $b(0)$ применим линейную модель к первым 8 значениям $Y(t)$ из таблицы 1. Линейная модель имеет вид:

$$Y_p(t) = a(0) + b(0)t$$

Определим коэффициенты линейного уравнения $a(0)$ и $b(0)$ по формулам:

$$b(0) = \frac{\sum_{t=1}^N (Y(t) - Y_{cp}) * (t - t_{cp})}{\sum_{t=1}^N (t - t_{cp})^2}$$

$$a(0) = Y_{cp} - b(0) * t_{cp}$$

Произведем расчеты в Excel (рис.1):

	A	B	C	D	E	F	G
1		Построение модели Хольта-Уинтерса					
2		t	Yt	Yt-Ycp	t-tcp	(Yt-Ycp)*(t-tcp)	(t-tcp)^2
3		1	41	-9,5	-3,5	33,25	12,25
4		2	52	1,5	-2,5	-3,75	6,25
5		3	62	11,5	-1,5	-17,25	2,25
6		4	40	-10,5	-0,5	5,25	0,25
7		5	44	-6,5	0,5	-3,25	0,25
8		6	56	5,5	1,5	8,25	2,25
9		7	68	17,5	2,5	43,75	6,25
10		8	41	-9,5	3,5	-33,25	12,25
11		9	47				
12		10	60				
13		11	71				
14		12	44				
15		13	52				
16		14	64				
17		15	77				
18		16	47				
19	ср	4,5	50,5				
20	сумма					33	42
21							
22	b(0)	0,79					
23	a(0)	47,0					

Рис. 1 Расчеты в Excel

Уравнение с учетом полученных коэффициентов имеет вид:

$$Y_p(t) = 47 + 0,79*t$$

Из этого уравнения находим расчетные значения $Y_p(t)$ и сопоставляем их с фактическими значениями (рис. 2):

t	1	2	3	4	5	6	7	8
Yt	41	52	62	40	44	56	68	41
Yp(t)	47,8	48,5	49,3	50,1	50,9	51,7	52,5	53,3

Рис. 2 Расчетные и фактические значения ряда динамики

Такое сопоставление позволяет оценить приближенные значения коэффициентов сезонности кварталов $F(-3)$, $F(-2)$, $F(-1)$ и $F(0)$. Эти значения необходимы для расчета коэффициентов сезонности первого года $F(1)$, $F(2)$, $F(3)$, $F(4)$ и других параметров модели Хольта – Уинтерса.

D6		fx		=(B2/B3+F2/F3)/2					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	t	1	2	3	4	5	6	7	8
2	Yt	41	52	62	40	44	56	68	41
3	Yp(t)	47,8	48,5	49,3	50,1	50,9	51,7	52,5	53,3
4									
5	Коэффициенты сезонности								
6	F(-3)=[Y(1)/Yp(1)+Y(5)/Yp(5)]/2=	0,8616							
7	F(-2)=[Y(2)/Yp(2)+Y(6)/Yp(6)]/2=	1,0775							
8	F(-1)=[Y(3)/Yp(3)+Y(7)/Yp(7)]=	1,2766							
9	F(0)=[Y(4)/Yp(4)+Y(8)/Yp(8)]=	0,7841							

Рис. 3 Расчет коэффициентов сезонности первого рода

Оценив значения $a(0)$ и $b(0)$, а также $F(-3)$, $F(-2)$, $F(-1)$, $F(0)$ перейдем к построению адаптивной модели Хольта Уинтерса.

Рассчитаем значения $Y_p(t)$, $a(t)$, $b(t)$, $F(t)$ для $t=1$ значения параметров сглаживания $\alpha_1=0,3$, $\alpha_2=0,6$, $\alpha_3=0,3$.

E8		fx		=B21*B8/C8+(1-B21)*E4					
	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	t	Y(t)	a(t)	b(t)	F(t)	Yp(t)	Абс. Погр., E(t)	Отн. Погр. в %	
2	0		46,9643	0,7857	0,7841				
3	1	41	47,7008	0,7709	0,8604	41,1414	-0,1414	-0,34	
4	2	52	48,4082	0,7519	1,0755	52,2282	-0,2282	-0,44	
5	3	62	48,9821	0,6985	1,2701	62,7572	-0,7572	-1,22	
6	4	40	50,0802	0,8184	0,7929	38,9556	1,0444	2,61	
7	5	44	50,9715	0,8403	0,8621	43,7908	0,2092	0,48	
8	6	56	51,8886	0,8633	1,0777	55,7245	0,2755	0,49	
9	7	68	52,9881	0,9342	1,2780	67,0000	1,0000	1,47	
10	8	41	53,2586	0,7351	0,7790	42,7539	-1,7539	-4,28	
11	9	47	54,1514	0,7824	0,8656	46,5468	0,4532	0,96	
12	10	60	55,1552	0,8488	1,0838	59,2049	0,7951	1,33	
13	11	71	55,8691	0,8083	1,2737	71,5743	-0,5743	-0,81	
14	12	44	56,6180	0,7905	0,7779	44,1545	-0,1545	-0,35	
15	13	52	58,2082	1,0304	0,8822	49,6924	2,3076	4,44	
16	14	64	59,1825	1,0136	1,0824	64,2031	-0,2031	-0,32	
17	15	77	60,2733	1,0367	1,2760	76,6720	0,3280	0,43	
18	16	47	61,0427	0,9565	0,7731	47,6932	-0,6932	-1,47	

Рис. 4 Построение адаптивной модели Хольта Уинтерса

2. Проверка точности построенной модели.

Условие точности выполнено, если относительная погрешность в среднем не превышает 5%.

$$\bar{E}_{\text{отн}} = \frac{1}{n} \sum \frac{|E_t|}{y_t} \times 100\%$$

$$\bar{E}_{\text{отн}} = \frac{1}{n} \sum \frac{|E_t|}{y_t} * 100\% = 1,26\%$$

1,26% < 5%, следовательно, условие точности выполнено.

3. Оценка адекватности построенной модели.

3.1 Проверка случайности уровней.

Гипотеза подтверждается если $P > q$, где $q = \text{int} \left[\frac{2(N-2)}{3} - 2 \sqrt{\frac{(16N-29)}{90}} \right]$

Функция int означает, что от полученного значения берется только целая часть.

$$q = \text{int} \left[\frac{2(16-2)}{3} - 2 \sqrt{\frac{16 * 16 - 29}{90}} \right] = \text{int}[6,16] = 6$$

Из таблицы $P = 10$, $6 < 10$, т.е. можно заключить, что гипотеза выполнена.

3.2 проверка независимости уровней ряда остатков (отсутствия автокорреляции). Проверка проводится двумя методами:

а) по d-критерию Дарбина – Уотсона: табличные значения $d_1 = 1,08$, $d_2 = 1,36$

$$d = \frac{\sum_2^N [E(t) - E(t-1)]^2}{\sum_1^N E(t)^2} = 2,52$$

В данном случае имеет место отрицательная автокорреляция. В таком случае величину d уточняем, вычитая полученное значение из 4.

$$d' = 4 - d = 4 - 2,52 = 1,48$$

Уточненное значение d сравниваем с табличными значениями d_1 и d_2 , в данном случае $d_1 = 1,1$ и $d_2 = 1,37$.

Так как $d_2 < 1,48 < 2$, то уровни ряда остатков являются независимыми.

б) по первому коэффициенту автокорреляции

$$r_1 = \frac{\sum_2^N [E(t) \times E(t-1)]}{\sum_1^N E(t)^2} = -\frac{3,64}{13,17} = -0,28$$

Для нашей задачи критический уровень $r_{\text{таб}} = 0,32$ - значит уровни независимы.

3.3 Проверка соответствия ряда остатков нормальному распределению по R/S-критерию с критическими значениями от 3 до 4,21.

$$RS = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{S}, \text{ где } S = \sqrt{\frac{\sum E_t^2}{n-1}}, S = 0,93$$

S=	0,93	E _{max}	2,31
RS=	4,35	E _{min}	-1,75

Рис. 5 Проверка соответствия ряда остатков нормальному распределению

Полученное значение не попало в заданный интервал.

4. Построим точечный прогноз на 4 шага вперед.

Находим прогнозные значения экономического показателя для $Y_p(t)$

=(C18+D18)*E15		
	I	J
Ypt (17)=	54,6957	
Ypt (18)=	68,1432	
Ypt (19)=	81,5520	
Ypt (20)=	50,1500	

Рис. 6 Прогнозные значения экономического показателя

5. Отразим на графике расчетные, фактические и прогнозные данные.

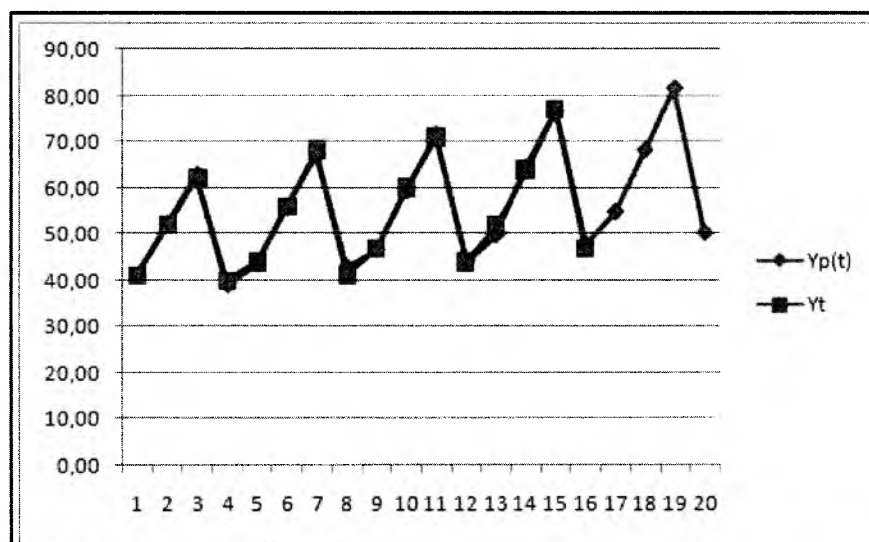


Рис. 7 Сопоставление расчетных и фактических данных.

Из рисунка видно, что расчетные данные хорошо согласуются с фактическими, что говорит об удовлетворительном качестве прогноза.

Задание 2. Даны цены (открытия, максимальная, минимальная и закрытия) за 10 дней. Интервал сглаживания принять равным пяти дням. Рассчитать:

- экспоненциальную скользящую среднюю;
- момент;
- скорость изменения цен;
- индекс относительной силы;
- %R, %K и %D.

Расчеты выполнить для всех дней, для которых эти расчеты можно выполнить на основании имеющихся данных.

Вариант 9			
Дни	Цены		
	Макс.	Мин.	Закр.
1	650	618	645
2	680	630	632
3	657	627	657
4	687	650	654
5	690	660	689
6	739	685	725
7	725	695	715
8	780	723	780
9	858	814	845
10	872	840	871

Организация самостоятельной работы магистрантов

Для получения компетенций по учебной дисциплине важным этапом является самостоятельная работа магистрантов.

По учебной дисциплине «Модели временных данных» дневной формы получения углубленного высшего образования отводится 48 часов.

Содержание самостоятельной работы обучающихся включает все темы учебной дисциплины из раздела «Содержание учебного материала».

При изучении учебной дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием учебных занятий;
- углубленное изучение разделов, тем, отдельных вопросов, понятий;
- подготовка к выполнению контрольных работ;
- подготовка отчетов по результатам выполнения индивидуальных лабораторных работ;
- работа с учебной, справочной, аналитической и другой литературой и материалами;
- выполнение информационного поиска и составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников;
- подготовку к сдаче промежуточной аттестации.

Контроль качества усвоения знаний

Диагностика качества усвоения знаний проводится в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации.

Мероприятия *текущего* контроля проводятся в течение семестра и по учебной дисциплине «Модели временных данных» включают в себя следующие формы контроля:

- экспресс-опрос на аудиторных занятиях;
- тест;
- опрос;
- анализ практических ситуаций;
- контрольная работа.

Для магистрантов дневной формы получения углубленного высшего образования учебной программой предусмотрено три точки контроля – выполнение трех контрольных работ во время лабораторных занятий.

Требования к магистрантам при прохождении промежуточной аттестации.

Магистранты допускаются к промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Модели временных данных» при условии успешного прохождения текущей аттестации (выполнения мероприятий текущего контроля) по учебной дисциплине предусмотренной в текущем семестре данной учебной программой.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Методика формирования отметки по учебной дисциплине

В соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний, умений и навыков магистрантов БГЭУ.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ С ДРУГИМИ УЧЕБНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Высшая математика	Кафедра математики	Замечаний и предложений нет Зав кафедрой А.В. Марков _____	Учебную программу по учебной дисциплине «Модели временных данных» рекомендовать к утверждению (протокол № 11 от 21.05.2024)